

Evaluación del desempeño financiero mediante ecuaciones estructurales en el mercado mexicano de capitales

*Financial Performance Evaluation Using Structural Equations
in the Mexican Capital Market*

DOI: 10.53766/ACCON/2026.52.01.06

Vargas V., Teresa de J.; Hernández V., Zeus S.; Polo J., Sergio D.

Recibido: 26-10-25 - Revisado: 28-01-26 - Aceptado: 16-02-26

Vargas V., Teresa de J.
Doctora en Economía y Empresa.
Profesora Investigadora de la Universidad Autónoma
del Estado de Hidalgo, México.
Profesora de Cátedra de la Escuela Bancaria y
Comercial, México.
Correo electrónico: tvargasv@gmail.com
Orcid ID: 0000-0002-6051-7197

Hernández V., Zeus S.
Doctor en Economía.
Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del
Estado de Hidalgo, México.
Correo electrónico: zeus_hernandez@uaeh.edu.mx
Orcid ID: 0000-0002-3162-9122

Polo J., Sergio D.
Doctor en Contabilidad y Auditoría.
Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del
Estado de Hidalgo, México.
Correo electrónico: sjimenez@uaeh.edu.mx
Orcid ID: 0000-0002-6137-5549

El objetivo de la investigación se enfoca en medir el desempeño financiero de las empresas listadas en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) en el subsector de bienes de equipo, mediante la aplicación de ecuaciones estructurales Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM). Siguiendo el modelo propuesto por Chaudhuri, et al. (2016) y utilizando como variables la edad de la empresa, el tamaño y la razón de deuda a capital para medir el efecto en el Rendimiento sobre Activo (RSA) y la Q de Tobin. El SEM reveló diferencias entre el impacto operativo (RSA) y el valor percibido por el mercado (Q de Tobin), destacando que el mercado tiende a penalizar empresas con excesivo tamaño, endeudamiento e inversiones en I+D que aún no se perciben rentables

Palabras clave: Modelo de ecuaciones estructurales, retorno sobre activo, Q de Tobin.

RESUMEN

The aim of this research is to measure the financial performance of companies listed on the Mexican Stock Exchange (BMV) in the capital goods subsector through the application of structural equation modeling (SEM). Following the model proposed by Chaudhuri et al. (2016), the study uses variables such as firm age, size, and debt-to-equity ratio to assess their effects on Return on Assets (ROA) and Tobin's Q. The SEM analysis revealed notable differences between operational performance (ROA) and market-perceived value (Tobin's Q), highlighting that the market tends to penalize companies with excessive size, high leverage, and investments in R&D that have not yet demonstrated profitability. These findings suggest that while operational efficiency is crucial, investor perceptions are influenced by the potential risks associated with scale, debt, and future-oriented expenditures. Understanding this distinction is key for managers aiming to optimize both financial performance and market valuation, emphasizing the need for strategic alignment between operational decisions and investor expectations. The study contributes to a more nuanced view of financial performance evaluation within emerging capital markets, offering evidence on the factors that may affect both internal efficiency and external market assessment.

Keywords: Structural equation modeling, Return on assets, Tobin's Q.

ABSTRACT

1. Introducción

Los modelos de ecuaciones estructurales (SEM, por sus siglas en inglés), se encuentran en los inicios del área económico-financiera, sin embargo, es una herramienta muy utilizada en áreas como la medicina, la psicología y otras ciencias sociales.

El objetivo de la presente investigación se enfoca en medir el desempeño financiero de las empresas listadas en la Bolsa Mexicana de Valores, mediante la aplicación de ecuaciones estructurales (SEM). La muestra, elegida por conveniencia, es conformada por las empresas catalogadas en el subsector de bienes de equipo. Siguiendo el modelo de Chaudhuri, et al. (2016) se obtuvieron los datos requeridos para cada uno de los rubros que se desean analizar, para posteriormente dar paso a su cálculo, ajuste y análisis de resultados. En este sentido se pudo encontrar que grupo KUO fue la única empresa capaz de aportar los datos necesarios para realizar el análisis bajo este modelo.

2. Marco teórico

2.1. Constructos, variables y conceptos

De acuerdo con Kerlinger (1988, 30), un *concepto* expresa una abstracción formada por generalizaciones sustraídas de casos particulares y, un *constructo* es un concepto. Es decir, un constructo es un tipo particular de concepto

que, además de ser abstracto, no es observable directamente, y requiere ser operacionalizado mediante indicadores observables o medibles.

Mientras que, por su parte, una *variable* es un símbolo al cual se le asignan numerales o valores. En otros términos, es cualquier propiedad, característica o atributo de un fenómeno, individuo, objeto o situación que puede adoptar diferentes valores o categorías entre las unidades de análisis.

Kerlinger (1988) sugiere para la etapa de identificación una clasificación de las variables en 3 grupos. El primer grupo incluye las variables dependientes e independientes, el segundo agrupa a las variables activas y atributivas, mientras que el tercero considera a las variables continuas y categóricas.

De igual manera, Kerlinger (1998, 35) define a las variables latentes como una “entidad” no observada, que se supone sirve de base a otras variables observadas. Estas variables permiten explicar fenómenos y sus relaciones, son los constructos teóricos que interesan a la investigación y, en SEM, son las variables que explican la covarianza entre indicadores.

Para efectos del presente documento se utilizará la definición operacional propuesta por Thakkar (2020), que puntualiza que el SEM “es una técnica cuantitativa multivariante empleada para describir las relaciones entre las variables observadas”. Esta técnica ayuda al investigador a probar o validar un modelo teórico para ampliar la teoría.

2.2. Definiciones de los Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM)

Hershberger (2011, 1552), define los modelos de ecuaciones estructurales como una representación de una serie de relaciones hipotéticas entre variables observadas y variables latentes en una hipótesis compuesta sobre patrones de dependencias estadísticas. Dichas relaciones hipotetizadas se describen mediante parámetros que indican la magnitud de la relación (directa o indirecta) que tienen las variables independientes (exógenas) (observadas o latentes) sobre las variables dependientes (endógenas) (observadas o latentes).

Por su parte Fox J. (2002), indica que los modelos de ecuaciones estructurales (SEM), también llamados de ecuaciones simultáneas son modelos de regresión multivariante (es decir, de múltiples ecuaciones). Sin embargo, a diferencia del modelo lineal multivariado más tradicional, la variable de respuesta en una ecuación de regresión en un SEM puede aparecer como un predictor en otra ecuación; de hecho, las variables en un SEM pueden influir recíprocamente entre sí, ya sea directamente o a través de otras variables como intermediarias.

Estas ecuaciones estructurales están destinadas a representar relaciones causales entre las variables del modelo.

De acuerdo con Escobedo Portillo et al. (2016), los modelos de ecuaciones estructurales permiten identificar las relaciones de dependencia entre variables, integrando un conjunto de ecuaciones lineales para determinar cuáles variables actúan como independientes y cuáles como dependientes. Es importante destacar que, dentro del mismo modelo, una variable puede desempeñar un papel independiente en una relación y, al mismo tiempo, ser dependiente en otra.

Para la empresa Statistics Solutions, (2020) “esta técnica (SEM) es la combinación del análisis factorial y el análisis de regresión múltiple, y se utiliza para analizar la relación estructural entre las variables medidas y las construcciones latentes. El investigador prefiere este método porque estima la dependencia múltiple e interrelacionada en un solo análisis”.

Escobedo Portillo et al. (2016), aportan dos elementos principales en los modelos SEM: 1) evaluar las relaciones de dependencia tanto múltiples como cruzadas, y 2) el grado para representar conceptos no observados en estas relaciones y tener en cuenta el error de medida en el proceso de estimación. Además, señala que se deben realizar una serie de operaciones que se muestran en el gráfico 1, cuya explicación detallada se presentará en la sección de metodología.

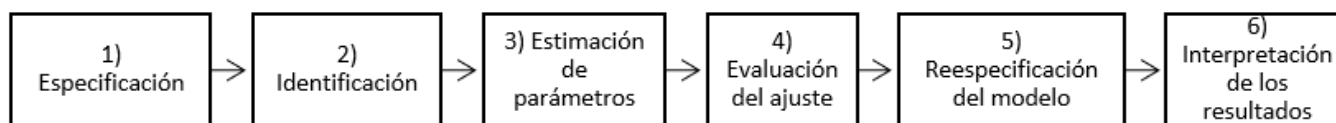


Gráfico 1. Pasos a seguir para obtener el SEM. Tomado de Escobedo Portillo et al. (2016).

Los autores también señalan que estos modelos emplean tanto variables observables o medibles como una o varias variables latentes o no observables. Esto permite reforzar las correlaciones analizadas y obtener estimaciones más precisas de los coeficientes estructurales.

2.3. Aplicaciones del SEM

A pesar de que el SEM no es utilizado con frecuencia por investigadores, analistas o incluso las propias empresas, se puede utilizar de muchas maneras

en economía y finanzas, no solo para medir el desempeño financiero en una empresa.

Durán y Orlandoni (2007) utilizan el SEM para analizar los indicadores que expliquen cada tipo de riesgo para los bancos venezolanos en un periodo de 1997 al 2004, así como la incidencia que tienen las variables macroeconómicas en cada uno de ellos. Comienzan con un análisis exploratorio para detectar si hay anomalías en las variables, seguido de un análisis clúster sobre el comportamiento de las variables y los individuos respecto a los indicadores, para evitar la repetición de estos, así como evitar errores en el SEM. Finalmente, obtienen grupos de variables que analizaron bajo el SEM. Sus resultados demuestran que, con el ajuste necesario, los parámetros correspondientes a las relaciones supuestas por los autores en su investigación obtienen un nivel de significancia de 5%.

El autor Gutiérrez Urzúa (2008) utilizó el SEM en una investigación para ayudar en las decisiones financieras analizando el contexto de las variables por medio de diferentes técnicas. Con esta metodología evaluó el comportamiento de estas. Sus resultados detectaron las variables que afectan de manera positiva y negativa al crecimiento económico de la empresa, así como diversas áreas entre sí, lo que permite encontrar áreas de oportunidad para tener en cuenta.

Mejía Córdova (2017) diseñó un modelo SEM ampliado con una serie de pasos extra como la creación del instrumento, el análisis de datos y el análisis exploratorio, para determinar la relación entre estrés financiero y el bienestar de los empleados con una muestra de trabajadores de Petróleos de México. Esta metodología le permitió encontrar el nivel de significancia entre los factores que afectan a las variables. Entre sus hallazgos destacan que, factores tales como no saber manejar sus finanzas, no sentir seguridad en el precio del petróleo, tener otros dependientes o gastos, afectan el bienestar financiero de los empleados, lo que provoca su estrés, mismo que a su vez afecta la productividad dentro de la empresa.

Por su parte Ramírez Rocha, Cervantes Zepeda, & Bernal Ponce (2019), se proponen averiguar sobre la rentabilidad de las instituciones de microfinanzas, y utilizan el SEM porque les permite trabajar con factores de riesgo no observables que se derivan de una serie de variables observables. Realizan un análisis factorial exploratorio a los constructos para verificar que cumplan con los requisitos necesarios para su análisis dentro del SEM. Posteriormente realizaron una prueba para verificar la relación entre los indicadores, Finalmente concluyen que bajo el modelo original no se encuentra una relación directa

entre el desempeño financiero y las variables independientes; pero al ajustar el modelo, agregando o cambiando variables, se puede obtener la significancia buscada.

Por su parte Terreno, Pérez y Sattler (2020) examinaron cómo se relacionan la liquidez, la rentabilidad y la solvencia en las empresas que operan en el Mercado de Valores de Buenos Aires. Definen las variables del modelo por diferencias con coeficientes de correlación de Spearman. Tras realizar varios modelos con las distintas variables llegan a la conclusión de que de acuerdo con las variables que se tomen en cuenta pueden ser significativos y positivos o significativos y negativos, de modo que las empresas con un mayor capital de trabajo tienden a registrar una rentabilidad superior; pero los recursos obtenidos se pueden utilizar de diferente manera generando una cadena distinta de resultados que pueden ser benéficos o no para la empresa.

Chaudhuri et al. (2016) estudian el desempeño latente de las empresas de la India para el periodo 2001 a 2008, para ello consideran que existen diversas variables que reflejan ese desempeño: el rendimiento sobre activos y la Q de Tobin son consideradas variables indicadoras de las verdaderas medidas de desempeño de las empresas, las cuales no son observables, por lo cual son latentes; en tanto que, consideran ocho variables causales o explicativas: las cuales son la edad, el tamaño, los gastos en publicidad, la razón de deuda a capital, intensidad de investigación y desarrollo, promotores indios, propietarios-gerentes indios y participación accionarial institucional. Sus resultados muestran que la edad de la empresa, la cantidad de promotores indios y los gastos en publicidad, muestran una asociación positiva con el desempeño; mientras que el tamaño, la inversión en I+D y el apalancamiento influyen de manera negativa y significativa al desempeño. También encontraron que diferentes estructuras en propietarios-gerentes indios y participación accionarial institucional influyen de manera diferente el desempeño de la empresa.

2.4. Características generales de los modelos de ecuaciones estructurales

Escobedo Portillo et al. (2016) aportan dos elementos principales relativos al marco conceptual de los modelos SEM: 1) la capacidad para analizar relaciones de dependencia, tanto múltiples como cruzadas, y 2) la posibilidad de representar conceptos no observables dentro de dichas relaciones, considerando además el error de medición durante la estimación.

Asimismo, señalan que, para robustecer las correlaciones empleadas y lograr estimaciones más precisas de los coeficientes estructurales, es necesario

trabajar con variables observables o medibles junto con una o varias variables latentes o no observables. Los autores definen las primeras como aquellas que poseen un valor registrado, mientras que las segundas carecen de un valor directo y se entienden como representaciones conceptuales.

2.5. Ventajas y desventajas del SEM

2.5.1. Ventajas

- o Las ecuaciones de medición capturan las variables latentes, siendo esta la característica principal del SEM. La variable latente se refiere a constructos (no observables) y se necesitan múltiples indicadores para capturar la esencia de tales variables. Para capturar dichos constructos, los errores de medición deben presentarse en el modelo.
- o El modelo puede mostrar la relación entre variables dependientes y, además, se puede estimar la relación causal entre las variables endógenas.
- o Debido a que SEM considera las variables observadas y el error de medición, es posible inferir de manera más precisa la relación causal entre constructos puros (variables latentes).
- o Los coeficientes estandarizados son diferentes en cada método de análisis, a pesar de que se usa el mismo conjunto de datos, SEM puede mostrar 0.67 y el análisis de regresión puede mostrar 0.60.
- o Puede mostrar el efecto directo, el efecto indirecto y el efecto total debido a que se estiman simultáneamente más de una de las variables exógenas y endógenas.
- o El análisis factorial confirmatorio, el análisis de correlación y el análisis de regresión se pueden realizar al mismo tiempo en un modelo, así como los errores estructurales en la variable endógena.
- o Puede mostrar una relación causal recíproca entre la variable latente.
- o Una de las ventajas importantes del modelo es la relativa al estudio de las relaciones entre variables latentes no contaminadas por errores de medición en los indicadores. Sin embargo, debido a que las variables latentes endógenas no están influenciadas solo por las variables latentes exógenas introducidas en el modelo, se produce un

error estructural, razón por la cual este debe incluirse en el modelo, ya que eso es similar a la parte no explicada por la proporción de varianza en el análisis de regresión múltiple.

2.5.2. Desventajas

- o Los investigadores deben tener conocimiento sobre los métodos relacionados con SEM (análisis de regresión, análisis factorial o análisis de correlación), de lo contrario la interpretación de los resultados será pobre e inapropiada y la aplicación incorrecta del modelo.
- o Aunque se tenga la misma base de datos, de acuerdo con la perspectiva de cada persona se pueden generar distintos modelos, como mencionan Joreskog y Sorbom (1993) que distinguen las tres siguientes situaciones: estrictamente confirmatoria (SC), Modelos alternativos (AM) y generación de modelos (MG).
- o El uso de múltiples métodos estadísticos puede ser una ventaja y una desventaja de SEM al mismo tiempo ya que pueden producirse errores en los resultados, mismos que se pueden arreglar al modificar el modelo o al eliminar una variable, pero que las personas que no están familiarizadas con el SEM pueden interpretar de manera inapropiada cuando el modelo arroja los resultados.
- o Existe un problema de generalización de los resultados de SEM porque están sujetos a efectos de muestreo o selección con respecto a al menos tres aspectos: individuos, medidas y ocasiones. En este caso los efectos de selección son los que interesa cuidar, debido a que la naturaleza de las variables latentes depende de la elección de los indicadores, que pueden influir en los resultados y la interpretación; así como los efectos que operan con el tiempo.
- o Cuando se tienen modelos equivalentes se deben considerar los modelos alternativos para evitar el sesgo.
- o A veces, puede existir un único indicador disponible para cada variable latente, y puede ser un problema que la variable individual no sea suficiente para representar a las variables latentes.
- o Existen efectos direccionales que pueden considerarse como efectos causales en los que un cambio en una variable da como resultado un cambio en otra variable, dichos efectos tienen las tres propiedades

citadas a continuación: (a) *requieren una cantidad de tiempo finito para operar* (b) *efecto autorregresivo: una variable puede estar influenciada por la misma variable en un punto anterior en el tiempo* (c) *la magnitud de un efecto puede variar en función del intervalo de tiempo*.

- o La compatibilidad del modelo depende del tamaño de la muestra.
- o Hay que asegurarse de que el software analice bien la matriz de correlación, de lo contrario es preferible utilizar la matriz de covarianza para tener ventajas interpretativas.
- o Al utilizar el modelo se debe proporcionar al menos la siguiente información: modelos, indicadores y variables claras, una declaración clara del tipo de datos, la matriz de correlación o covarianza de la muestra; especificación del software y método de estimación; y resultados completos, incluido el índice de ajuste del modelo, entre los que destacan: el Error de Aproximación Cuadrático Medio (RMSEA), el índice No normalizado de ajuste (NNFI) y el Índice de bondad de ajuste (GFI).

3. Metodología

El objetivo de la presente investigación se enfoca en medir el desempeño financiero de las empresas listadas en la Bolsa Mexicana de Valores en el subsector de bienes de equipo, mediante la aplicación de ecuaciones estructurales (SEM).

Siguiendo el modelo de Chaudhuri, et al. (2016), a partir de los estados financieros consolidados para el periodo que comprende del 2018 al 2023, se obtuvieron los datos requeridos para cada uno de los rubros que se desean analizar, entre las que figuran la edad, el tamaño, la razón de deuda a capital, el Rendimiento sobre Activo (RSA) y la Q de Tobin. La muestra, elegida por conveniencia, se conforma por las empresas catalogadas en el subsector de bienes de equipo. Posteriormente para continuar con el cálculo y ajuste de SEM, se filtraron las empresas que cumplieran con la totalidad de datos necesarios para definir las variables necesarias. En el caso del periodo de estudio, solo lo cumplió Grupo KUO.

Conforme a lo propuesto por Kerlinger (1988, 47), se clasificaron las variables en 3 grupos, como se aprecia en el gráfico 2.

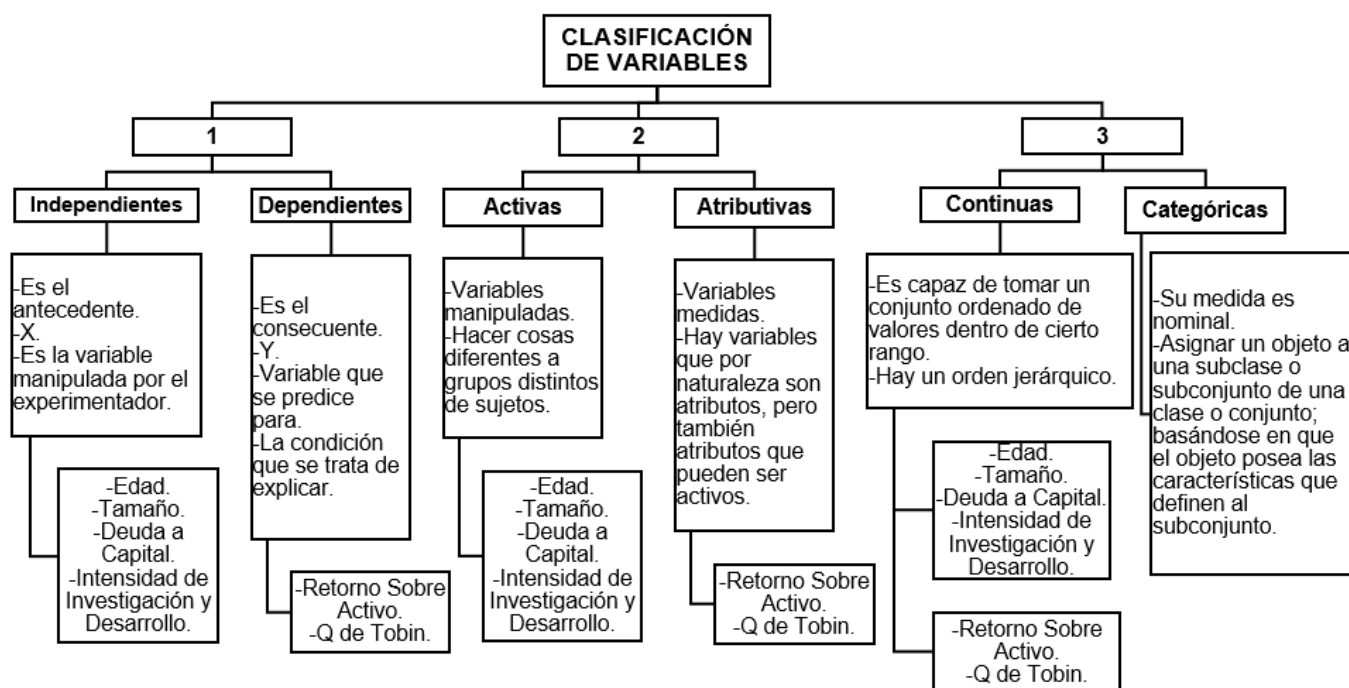


Gráfico 2. Clasificación de variables SEM. Elaboración propia con datos de Kerlinger (1988).

Para la obtención de las variables dependientes fueron necesarios cálculos utilizando ratios financieros. Para el Retorno Sobre Activo (RSA) se utilizó la fórmula siguiente:

$$RSA = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Activos totales}}$$

Por su parte la Q de Tobin (q) fue obtenida con la fórmula 2 que se presenta a continuación:

$$Q = \frac{(\text{Patrimonio neto total} + \text{propiedades, planta y equipo neto} - \text{valor contable del patrimonio})}{\text{propiedades, planta y equipo neto}}$$

La última variable calculada fue la Deuda a Capital (dac), dicho cálculo se realizó de la siguiente manera:

$$DAC = \frac{\text{Pasivos totales de la empresa}}{\text{Patrimonio neto total}}$$

En un segundo momento, acorde con Escobedo Portillo et al. (2016), se definieron las 6 fases para aplicar el modelo SEM:

1. Especificación, fase en la que se plantea la relación hipotética entre las variables latentes edad, tamaño, deuda a capital e intensidad en investigación y desarrollo y, las variables observables retorno sobre activos y Q de Tobin. Para ello se propusieron tres modelos econométricos que analizan, por separado, el efecto de las variables predictoras sobre el retorno sobre activos, sobre el Q de Tobin y, finalmente, todas las variables sobre ambos indicadores simultáneamente.
2. Identificación, etapa en la que se estiman los parámetros del modelo y se verifica su identificabilidad mediante una expresión algebraica basada en las varianzas y covarianzas de la muestra. En esta fase, se obtienen los valores de los parámetros desconocidos junto con sus correspondientes errores de medición.
3. Evaluación del ajuste, que consiste en valorar qué tan bien se ajusta el modelo a los datos, determinando si refleja adecuadamente las relaciones hipotéticas planteadas. Para ello, se emplean tres tipos de medidas de ajuste: (a) absolutas, que evalúan el ajuste global del modelo; (b) incrementales, que comparan el modelo propuesto con alternativas especificadas por el investigador; y (c) de parsimonia, que ponderan el ajuste en función del número de parámetros estimados para comparar modelos con distinta complejidad.
4. Reespecificación del modelo, que permite evaluar si el modelo inicial es el óptimo, realizando ajustes mediante la incorporación o eliminación de parámetros con su respectiva justificación.
5. Interpretación de los datos, donde se define el modelo final y se decide sobre la aceptación o el rechazo de las hipótesis formuladas.

4. Resultados

Como primer paso se realizaron los diagnósticos de regresión sobre los datos de la empresa Grupo KUO, para identificar aquellos que son inusuales o influyentes; describiremos los mismos, correremos las regresiones mencionadas antes y analizaremos el diagnóstico de las regresiones efectuadas: normalidad,

homocedasticidad, multicolinealidad, y remarcaremos la importancia de la especificación del modelo, que incluya todas las variables relevantes y excluya las irrelevantes.

Contando con un par de variables indicadoras como variables dependientes: el Retorno Sobre Activos (RSA) y la Q de Tobin (Q), y cuatro variables causales: edad, tamaño (size), Deuda a Capital (dac) e Intensidad de Investigación y Desarrollo (iid), como puede apreciarse en el gráfico 3.

year	rsa	q	edad	size	dac	iid
2018	0.018414	989.602	37	15.7349	2.44382	0.046703
2019	0.061598	2203.97	38	15.6195	1.81963	0.068825
2020	0.029879	1056.15	39	15.7313	2.16091	0.058444
2021	0.023033	1182.46	40	15.3772	2.18194	0.070621
2022	0.036429	1237.54	41	16.0088	2.03969	0.036548
2023	0.053762	1094.02	42	16.0916	1.9055	0.133831

Gráfico 3. Variables a utilizar dentro del modelo. Elaboración propia.

A continuación, en el gráfico 4, se incluye un resumen de los estadísticos descriptivos de las variables utilizadas.

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
year	6	2014.5	1.870829	2012	2017
rsa	6	.0371858	.0171894	.018414	.061598
q	6	1128.124	96.94537	989.602	1237.54
edad	6	39.5	1.870829	37	42
size	6	15.76055	.2606102	15.3772	16.0916
dac	6	2.091915	.2228538	1.81963	2.44382
iid	6	.069162	.0342557	.036548	.133831

Gráfico 4. Resumen de estadísticos descriptivos. Elaboración propia por medio de software.

Para detectar la existencia de un residual muy grande se consideraron los valores observados y los valores estimados de las dos variables dependientes, mismos que se compararon gráficamente. Se utilizó el gráfico de caja para identificar residuales que puedan ser reconocidos como valores atípicos potenciales. Encontrando como resultado los datos del tercer año, el 2020, como se muestra en el gráfico 5.

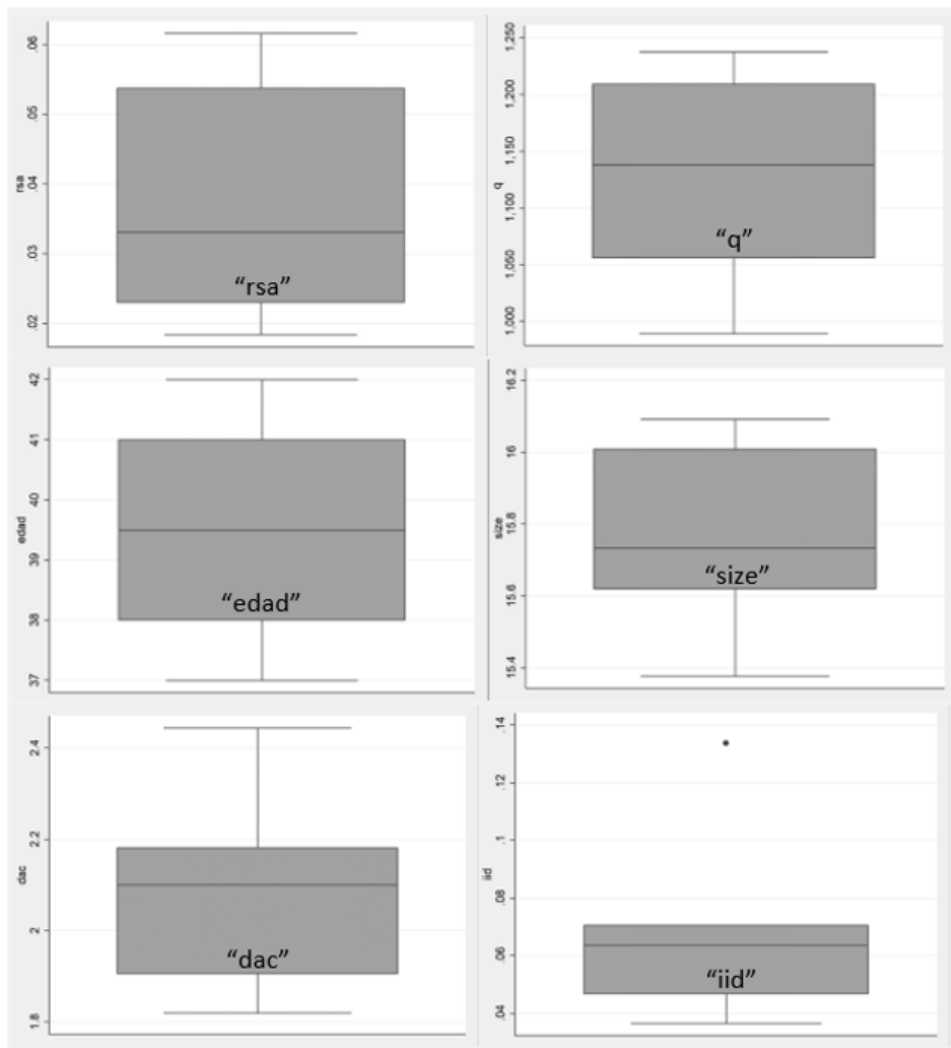


Gráfico 5. Gráficos de caja. Elaboración propia.

Por otra parte, mediante el grafico de Tallo y hojas (Stem and leaf) del gráfico 6, se describió la distribución del conjunto de datos de manera ordenada y compacta, preservando la información original de cada valor y, fueron confirmados los residuales atípicos.

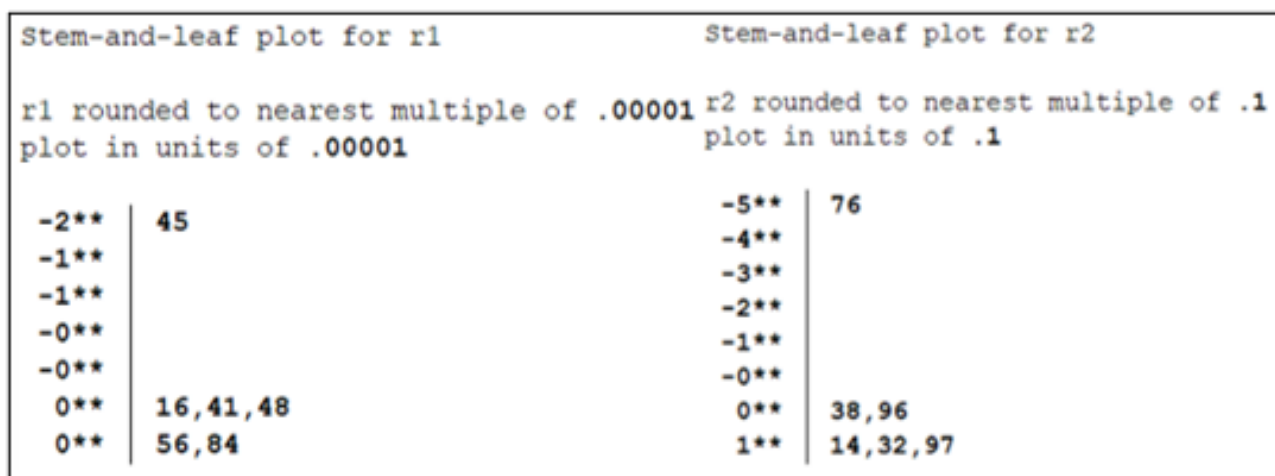


Gráfico 6. Diagrama de tallos y hojas para RSA y Q de Tobin. Elaboración propia.

Posteriormente mediante la prueba de densidad de Kernel, se midió el efecto individual de las cuatro variables sobre los dos indicadores financieros, obteniendo un P-valor menor que 0.05, lo cual sugiere que los residuos no están distribuidos normalmente. La gráfica de la función de densidad estimada (Kernel Density Estimate) para observar visualmente los resultados se aprecia en los gráficos 7 y 8, confirmando que los residuos no son distribuidos normalmente, lo cual puede llevar a conclusiones erróneas sobre significancia estadística en los efectos individuales sobre RSA y Q.

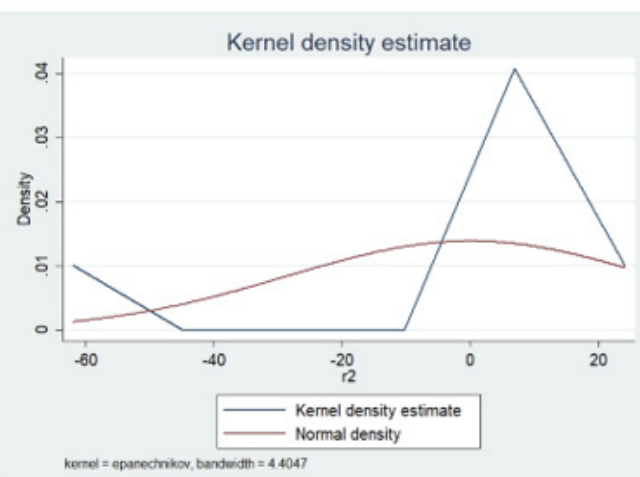
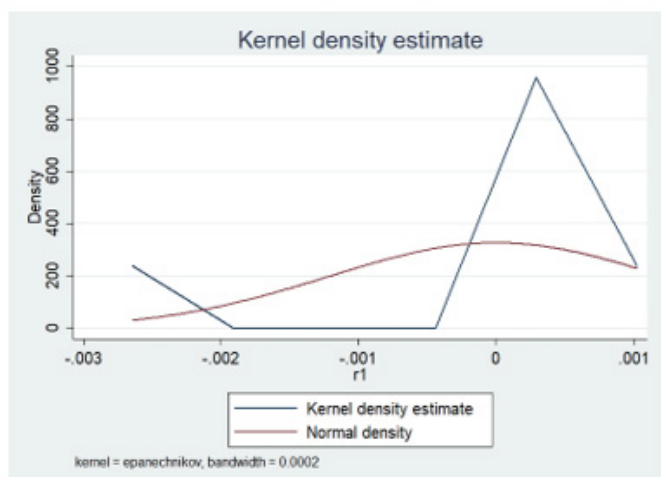


Gráfico 7. RSA. Elaboración propia. **Gráfico 8. Q de Tobin.** Elaboración propia.

A pesar de remover la observación atípica correspondiente al año 2020, la prueba de Shapiro-Wilk arrojó un p-valor de 0.00297, indicando que los residuos del modelo aún presentan una distribución significativamente diferente de la normal como se observa en el gráfico 9. Esta violación del supuesto de normalidad puede comprometer la validez de las inferencias estadísticas bajo métodos de estimación tradicionales.

Shapiro-Wilk W test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
r1	6	0.67048	4.081	2.751	0.00297
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
r2	6	0.67048	4.081	2.751	0.00297

Gráfico 9. Pruebas de Shapiro-Wilk. Elaboración propia.

Al realizar el diagnóstico de multicolinealidad para las cuatro variables, los resultados confirmaron la ausencia de esta, como se muestra en el gráfico 10.

Variable	VIF	SQRT VIF	Tolerance	R- Squared
edad	1.93	1.39	0.5185	0.4815
size	1.40	1.18	0.7153	0.2847
dac	1.44	1.20	0.6929	0.3071
iid	1.58	1.26	0.6324	0.3676
Mean VIF	1.59			
Eigenval		Cond Index		
1	4.8474	1.0000		
2	0.1461	5.7596		
3	0.0058	28.9264		
4	0.0006	88.2249		
5	0.0001	229.7315		
Condition Number	229.7315			
Eigenvalues & Cond Index computed from scaled raw sscp (w/				
> intercept)				
Det(correlation matrix)		0.3472		

Gráfico 10. Diagnóstico de colinealidad. Elaboración propia.

4.1. Relación esperada entre variables predictoras y variables dependientes

Se espera que la relación entre edad y RSA sea positiva; así también entre la variable tamaño (size) y RSA; la relación de la variable deuda a capital (dac) con respecto RSA se espera que sea inversa o negativa; por último, la intensidad de investigación y desarrollo (iid) esperamos una relación positiva con RSA. Una situación similar debe ocurrir con respecto a la Q de Tobin y las variables predictivas consideradas.

4.1.1. Regresión de RSA

Con los resultados de la regresión de rsa y las variables predictivas se confirmó la relación esperada en tres de los coeficientes de las variables: size (positivo), dac (negativo) e iid (positivo); no así para la variable edad, que resultó negativo. En todos los casos los parámetros estimados fueron estadísticamente significativos, diferentes de cero, como se observa en el gráfico 11.

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	6
Model	.001469917	4	.000367479	F(4, 1)	=	49.23
Residual	7.4652e-06	1	7.4652e-06	Prob > F	=	0.1064
				R-squared	=	0.9949
				Adj R-squared	=	0.9747
Total	.001477383	5	.000295477	Root MSE	=	.00273

rsa	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
edad	-.003854	.000907	-4.25	0.147	-.015379	.007671
size	.0158736	.0055436	2.86	0.214	-.0545642	.0863113
dac	-.0752817	.0065871	-11.43	0.056	-.1589786	.0084152
iid	.1045698	.0448542	2.33	0.258	-.4653566	.6744961
_cons	.0894935	.0815068	1.10	0.470	-.9461486	1.125136

Gráfico 11. Regresión RSA. Elaboración propia.

4.1.2. Regresión de Q

En el caso de los resultados para la regresión de la Q de Tobin de Grupo Kuo y las variables predictivas, se encontró que los P-valor, en ningún caso eran estadísticamente significativos al ser mayores que 0.05; por lo cual no rechazamos las hipótesis nulas de que cada uno de los parámetros estimados eran igual a cero, como se aprecia en el gráfico 12.

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	6
Model	42870.4279	4	10717.607	F(4, 1)	=	2.60
Residual	4120.63483	1	4120.63483	Prob > F	=	0.4312
				R-squared	=	0.9123
				Adj R-squared	=	0.5616
Total	46991.0627	5	9398.21254	Root MSE	=	64.192

q	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
edad	33.14862	21.31008	1.56	0.364	-237.6217	303.9189
size	-160.9335	130.2418	-1.24	0.433	-1815.813	1493.946
dac	-358.4839	154.7583	-2.32	0.259	-2324.875	1607.907
iid	-2076.358	1053.813	-1.97	0.299	-15466.32	11313.61
_cons	3248.68	1914.937	1.70	0.339	-21082.9	27580.26

Gráfico 12. Regresión Q de Tobin. Elaboración propia.

4.1.3. Regresión simultánea de RSA y Q en un sistema aparentemente no relacionado

Toda vez que se observó que los errores estimados en las ecuaciones con las variables dependientes RSA y de Q con respecto a las cuatro variables exógenas no son independientes en la estimación de Grupo KUO, fue necesario estimar simultáneamente las regresiones mediante un modelo de ecuaciones estructurales (SEM, por siglas en inglés), como se muestra en el gráfico 13. A primera vista, las ecuaciones parecen no estar relacionadas; sin embargo, las ecuaciones están relacionadas a través de la correlación de los errores. Gujarati y Porter (2010, 714).

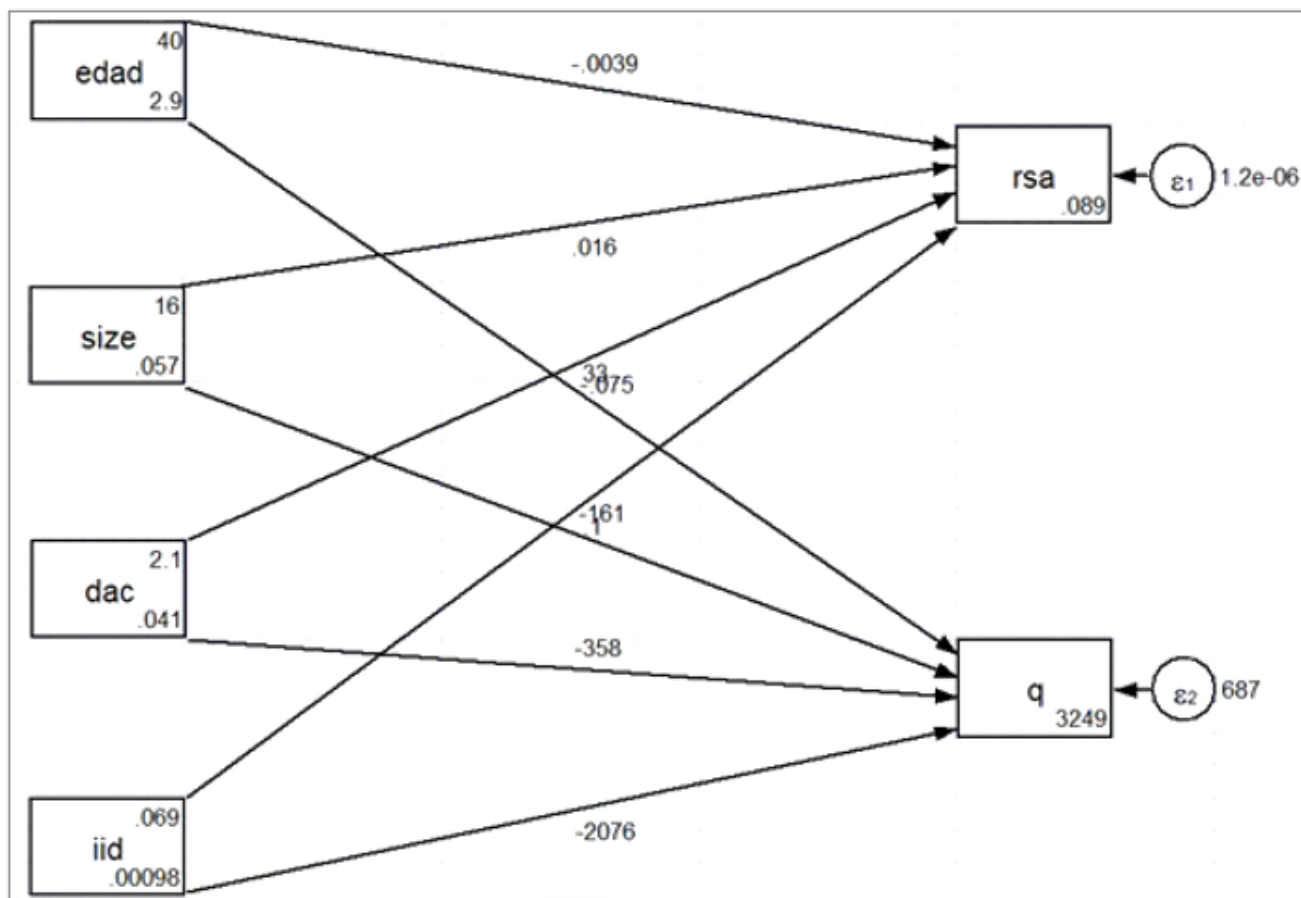


Gráfico 13. Senda para SEM. Elaboración propia.

Los resultados de la estimación incorporados en el gráfico 14 arrojan resultados que se deben analizar a la luz de las hipótesis esperadas.

	OIM					
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Structural						
rsa <-						
edad	-.003854	.0003703	-10.41	0.000	-.0045798	-.0031283
size	.0158736	.0022632	7.01	0.000	.0114379	.0203093
dac	-.0752817	.0026892	-27.99	0.000	-.0805524	-.070011
iid	.1045698	.0183116	5.71	0.000	.0686796	.1404599
_cons	.0894935	.033275	2.69	0.007	.0242757	.1547113
q <-						
edad	33.14862	8.699806	3.81	0.000	16.09732	50.19993
size	-160.9335	53.171	-3.03	0.002	-265.1468	-56.72026
dac	-358.4839	63.17982	-5.67	0.000	-482.3141	-234.6538
iid	-2076.358	430.2174	-4.83	0.000	-2919.569	-1233.148
_cons	3248.68	781.7697	4.16	0.000	1716.44	4780.921
var(e.rsa)	1.24e-06	7.18e-07			4.01e-07	3.86e-06
var(e.q)	686.7725	396.5083			221.4988	2129.386

Gráfico 14. Regresión simultánea. Elaboración propia.

Para el caso de la ecuación que mide la relación entre las variables y rsa, muestra resultados similares a los obtenidos de manera individual. La interpretación conjunta mostrada en el cuadro 1, indica que no ocurrieron cambios en los parámetros ni en su significancia; así los signos y los valores de los parámetros de las variables size (positiva), dac (negativa) e iid (positiva) fueron confirmados y dos coinciden con los hallazgos en el trabajo de Chedraui et al. (2016). Sin embargo, el coeficiente estructural positivo para la variable iid, es diferente, ya que los autores encontraron una influencia negativa y significativa al desempeño.

Cuadro 1
Interpretación conjunta del modelo SEM para RSA

Variable independiente	Signo del efecto sobre RSA	Interpretación
Tamaño de la empresa	Positivo	Empresas más grandes tienden a tener mejor retorno operativo.
Intensidad en I+D	Positivo	La innovación contribuye positivamente a la rentabilidad.
Deuda/Capital (apalancamiento)	Negativo	Un exceso de deuda afecta negativamente la rentabilidad operativa.

Elaboración propia.

Es decir, el coeficiente estructural (el valor estimado del efecto) positivo en el caso del modelo RSA size , dac e iid , nos indica que, para el caso de la variable size , a medida que el tamaño de la empresa aumenta, la rentabilidad sobre los activos tiende a aumentar. Esto puede ser reflejo de diversas situaciones, entre las que podemos citar, una mayor capacidad de inversión y diversificación, acceso a mejores fuentes de financiamiento, eficiencia en la utilización de recursos operativos, entre otros. Por su parte el resultado del signo positivo de la variable iid , sugiere que mayores niveles de inversión en investigación y desarrollo están asociados con un aumento en rsa , que puede percibirse como una respuesta a decisiones concernientes con innovación tecnológica que mejoró productividad, desarrollo de productos más rentables, entre otras.

Por el contrario, el coeficiente negativo de la variable dac , indica que un mayor apalancamiento financiero (más deuda respecto al capital) se asocia con una reducción en la RSA. Esto puede deberse a costos financieros más altos (intereses), mayor riesgo financiero percibido por inversores y mercados, o bien limitaciones en el flujo de caja operativo. Al ser este efecto estadísticamente significativo ($p < 0.05$), se confirma que un uso más intensivo de deuda puede estar deteriorando el rendimiento operativo.

En cuanto la ecuación de Q , los parámetros pasaron de ser no significativos a ser significativos estadísticamente; es decir, diferentes de cero. La interpretación integrada del modelo del cuadro 2, muestra el coeficiente estimado de la variable exógena “edad” es el esperado: positivo. Asimismo, el signo negativo

del coeficiente de la variable deuda a capital (dac) es el esperado. No ocurre lo mismo con los signos de los parámetros estimados de las variables size e iid, al ser negativos y no positivos como se esperaba. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Chedraui et al. (2016).

Cuadro 2
Interpretación conjunta del modelo SEM para Q

Variable independiente	Signo del efecto sobre Q	Interpretación
Edad de la empresa	Positivo	Mayor antigüedad genera mayor confianza y valor en el mercado.
Deuda/Capital	Negativo	Más deuda genera menor valoración relativa, por el mayor riesgo financiero.
Tamaño de la empresa	Negativo	Empresas más grandes son vistas con menor potencial de crecimiento o eficiencia.
Intensidad en I+D	Negativo	Inversiones en I+D aún no generan valor de mercado percibido o presentan alto riesgo.

Elaboración propia.

Recordando que la Q de Tobin es un indicador clave del valor de mercado relativo a los activos de una empresa, que permite extraer conclusiones valiosas sobre cómo diversas características empresariales afectan las expectativas del mercado y el valor percibido de la firma. Por lo que un coeficiente positivo, en el caso de la variable edad, indica que a medida que una empresa “envejece” (mayor antigüedad o años operando), su Q de Tobin tiende a aumentar, como resultado de diversos factores, entre los que podemos mencionar una mejor reputación o credibilidad en el mercado, trayectoria consolidada que reduce la percepción de riesgo, mejores relaciones con stakeholders y mayor confianza de los inversionista, acceso más fácil al capital y mejores condiciones operativas, entre otras.

Así mismo, un coeficiente negativo de la variable dac, implica que un mayor nivel de apalancamiento (más deuda respecto al capital propio) reduce la Q de Tobin. Esto es consistente con las percepciones de los inversionistas sobre un

mayor riesgo financiero, un posible deterioro en la flexibilidad financiera, los costos por intereses que limitan la capacidad de inversión, entre otras.

En tanto el coeficiente negativo de la variable size, resultado contrario a lo esperado ya que normalmente las empresas más grandes tienen mayor estabilidad, puede deberse a una percepción de parte de los inversionistas de que el crecimiento futuro está limitado, o descuentos de mercado por falta de agilidad o ineficiencia operativa, o provocado por estructuras organizativas más rígidas o menos innovadoras, por mencionar algunas causas.

En el caso de la variable iid, aunque la inversión en I+D suele asociarse con mayor innovación y valor futuro, un coeficiente negativo puede interpretarse como la percepción de los inversionistas de que dicha inversión aún no es rentable o con resultados inciertos y, por lo tanto, el horizonte de retorno es largo, lo que reduce su impacto inmediato en la percepción del mercado.

Sus resultados muestran que la edad de la empresa tiene una asociación positiva con el desempeño; mientras que el tamaño, la inversión en I+D y el apalancamiento influyen de manera negativa y significativa al desempeño.

5. Conclusiones

La presente investigación contribuye a la literatura al aplicar el modelo de ecuaciones estructurales (SEM), cuya aplicación en el área de la economía y las finanzas es poco común y, en el contexto financiero mexicano, aun es incipiente. Los resultados relevantes confirman la hipótesis de que el tamaño de la empresa y la innovación fortalecen la rentabilidad operativa, pero pueden no traducirse de inmediato en valoración de mercado.

El objetivo de la presente investigación se enfocó medir el desempeño financiero de las empresas listadas en la Bolsa Mexicana de Valores en el subsector de bienes de equipo, mediante la aplicación de ecuaciones estructurales (SEM). El modelo SEM, permitió analizar la relación entre las variables Edad, Tamaño, la Razón de deuda a capital con el desempeño financiero medido a través del Rendimiento sobre Activo (RSA) y la Q de Tobin.

Dado que cada autor ajusta las etapas del modelo para obtener el modelo SEM de acuerdo con las necesidades de su investigación, lo que provoca que los procesos no sean iguales, aunque la función sea la misma; en esta investigación, acorde con Escobedo Portillo et al. (2016), se definieron 6 fases para aplicar la metodología.

El estudio demuestra la viabilidad y utilidad del modelo de ecuaciones estructurales (SEM) para evaluar el desempeño financiero de las empresas listadas en la Bolsa Mexicana de Valores, particularmente en el subsector de bienes de equipo. En la muestra (limitada a Grupo KUO por disponibilidad de datos), el SEM permitió cuantificar y distinguir efectos directos e indirectos entre variables latentes y observables.

En el caso de esta investigación se observó que los errores estimados en las ecuaciones sencillas de las variables dependientes RSA y Q no son independientes, de ahí que fue necesario estimar simultáneamente mediante SEM. Se confirmaron relaciones esperadas para el rendimiento sobre activos (RSA): Positiva con tamaño e intensidad en I+D, y negativa con la relación de Deuda/Capital.

El modelo estructural cuando se considera la rentabilidad sobre activos (rsa) como la medida del desempeño, muestra que el tamaño y la inversión en innovación tienen efectos positivos y estadísticamente significativos, mientras que el apalancamiento financiero lo afecta negativamente. Esto sugiere que estrategias enfocadas en expansión e innovación, acompañadas de una gestión prudente de la deuda, son fundamentales para mejorar el desempeño financiero empresarial.

En el caso del análisis de las relaciones esperadas para la Q de Tobin: fue solamente la Edad que arrojó un resultado positivo. En tanto que el tamaño e intensidad en I+D, y la relación de Deuda/Capital, resultaron negativos, contrario a la expectativa inicial.

Por su parte el modelo estructural que considera el valor de mercado relativo a los activos de una empresa (expresado en la Q de Tobin) como la medida del desempeño, indica que la antigüedad empresarial contribuye positivamente a la valoración de mercado medida a partir de la Q de Tobin. Mientras que un alto apalancamiento, mayor tamaño y una intensidad en I+D no percibida aún como rentable por el mercado, se asocian con una menor valoración relativa. Esto sugiere que, en el contexto estudiado, el mercado favorece empresas consolidadas con estructuras financieras prudentes, mientras penaliza el endeudamiento excesivo y estrategias de crecimiento con alta incertidumbre.

El SEM reveló diferencias entre los resultados provenientes de los indicadores que miden el desempeño financiero, la eficiencia operativa (rsa) y el valor percibido por el mercado (Q de Tobin), destacando la importancia de elegir adecuadamente desde la perspectiva que se realiza la evaluación. Con lo

cual podemos concluir que los modelos de ecuaciones estructurales permiten analizar la magnitud de la relación entre las variables que se desean observar, posibilitando a los inversionistas contar con evaluaciones de desempeño más acertadas y a las empresas realizar cambios puntuales en las áreas examinadas y, de esta forma, mejorar de manera efectiva el desempeño financiero de su compañía.

6. Referencias

- Banco de México. (Abril de 2023). *Indicadores*. Obtenido de Banco de México: <https://www.banxico.org.mx/>
- Bolsa Mexicana de Valores. (Marzo de 2023). *Empresas Listadas*. Obtenido de Bolsa Mexicana de Valores: <https://www.bmv.com.mx/es/emisoras/informacion-de-emisoras>
- Bolsa Mexicana de Valores. (Mayo de 2023). *Prospectos de Colocación*. Obtenido de Bolsa Mexicana de Valores: <https://www.bmv.com.mx/es/listados-y-prospectos/prospectos-de-colocacion>
- Chaudhuri, K., Kumbhakar, S. C., & Sundaram, L. (2016). Estimation of firm performance from a MIMIC model. *European Journal of Operational Research*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2016.05.005>
- Durán M, Z. A., & Orlandoni, G. (2007). Indicadores de Riesgo Bancario determinados mediante el Modelado con Ecuaciones Estructurales Caso: La Banca Venezolana entre 1997-2004. *Serie Documentos de Trabajo Gerencia de Investigaciones Económicas* (84), 1-11. Obtenido de <http://www.bcv.org.ve/system/files/publicaciones/docu84.pdf>
- EMMI. (Marzo de 2023). *EURIBOR Rates*. Obtenido de EMMI Euribor: <https://www.emmi-benchmarks.eu/euribor-org/euribor-rates.html>
- Escobedo Portillo, M. T., Hernández Gómez, J. A., Estebané Ortega, V., & Martínez Moreno, G. (2016). Modelos de ecuaciones estructurales: Características, fases, construcción, aplicación y resultados. *Ciencia & trabajo*, XVIII(55), 16-22. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-24492016000100004&script=sci_arttext

- Fox, J. (2002). Structural Equation Models. *Appendix to An R and S-PLUS Companion to Applied Regression*, 1-20. Obtenido de <https://cran.microsoft.com/snapshot/2014-12-30/doc/contrib/Fox-Companion/appendix-sems.pdf>
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). Parte Cuatro Modelos de ecuaciones simultáneas y econometría de series de tiempo. En D. N. Gujarati, & D. C. Porter, *Econometría* (Quinta ed., pág. 714). Ciudad de México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://fvela.files.wordpress.com/2012/10/econometria-damodar-n-gujarati-5ta-ed.pdf>
- Gutiérrez Urzúa, M. I. (Junio de 2008). *Costes de agencia y de transacción como determinantes de las decisiones financieras. Un análisis de ecuaciones estructurales*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/8611/1/T30830.pdf>
- Hershberger, S. L. (2011). Structural equation models. En M. Lovric (Ed.), *International Encyclopedia of Statistical Science* (pp. 1552–1555). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_168.
- Investing. (Marzo de 2023). *Panorama KUOB*. Obtenido de Investing: <https://mx.investing.com/equities/kuo-b>
- Kerlinger, F. (1988). *Constructos, Variables y Definiciones*. En *Investigación del Comportamiento* (Segunda ed., págs. 30-47). México: McGraw-Hill. Obtenido de <https://aprenderly.com/doc/1092981/cap%C3%ADtulo-3--constructos--variables-y-definiciones>
- Kuo. (Junio de 2023). *Deuda*. Obtenido de kuo: <https://www.kuo.com.mx/menu.php?m=148>
- Kuo. (Marzo de 2024). *Información Financiera*. Obtenido de kuo: https://www.kuo.com.mx/informacion_financiera.php?fl_menu_tab=189
- Kuo. (Abril de 2024). *Nuestra Acción*. Obtenido de kuo: https://www.kuo.com.mx/nuestra_accion.php
- Kuo. (Junio de 2023). *Prospecto de Colocación*. Obtenido de kuo: <https://www.kuo.com.mx/anexos/pdf/Final.Kuo.6.29%20final.pdf>
- Mejía Córdova, G. (2017). Relación entre Estrés Financiero y el Bienestar de los Empleados. *Investigación Administrativa*, XLVI(117), 1-22. Obtenido de <https://www.ipn.mx/assets/files/investigacion-administrativa/docs/revistas/119/art3.pdf>

- Ramírez Rocha, A., Cervantes Zepeda, M., & Bernal Ponce, L. A. (2019). The determinants of outreach and profitability in MFI's: a structural equation approach. *Revista mexicana de economía y finanzas*, XIV(1), 129-149. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-53462019000100129
- StataCorp. (2013). SEM Builder. En StataCorp, *STATA Structural Equation Modeling Reference Manual Release 13* (págs. 122-127). Texas: Stata Press. Obtenido de <https://www.stata.com/manuals13/sem.pdf>
- Statistics Solutions. (Febrero de 2020). *Structural Equation Modeling*. Obtenido de Statistics Solutions Advancement Through Clarity. <https://www.statisticssolutions.com/structural-equation-modeling/>
- Terreno, D. D., Pérez, J. O., & Sattler, S. A. (2020). La relación entre liquidez, rentabilidad y solvencia: Una investigación empírica por el modelo de ecuaciones estructurales. *Contaduría Universidad De Antioquia*, 77, 13-35. Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/cont/article/view/340216>
- Thakkar, J. J. (2020). Structural Equation Modelling: Application for Research and Practice (with AMOS and R). *Studies in Systems, Decision and Control*, 285, 1-34.