



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

# **Modelo de ecuaciones estructurales para el Brand rating de la empresa de telecomunicaciones TIGO**

**Leidy Vaneza Benítez Castrillón**

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Instituto de Matemáticas  
Medellín, Colombia  
2021

# **Modelo de ecuaciones estructurales para el Brand rating de la empresa de telecomunicaciones TIGO**

**Leidy Vaneza Benítez Castrillón**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título  
de:  
**Estadístico**

**María Eugenia Castañeda López**  
Orientador Interno, Instituto de Matemáticas

**Anderson Huertas**  
Orientador externo, TIGO

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Instituto de Matemáticas  
Medellín, Colombia  
2021



## Resumen

El área de marketing tiene como función mejorar la comercialización de un producto, como también brindar servicios a la colectividad con los mejores niveles de eficiencia, teniendo como objetivo satisfacer al ciudadano que lo recibe para elevar sus condiciones de vida. Dado que no se realiza estudios especializados sobre la percepción respecto a los servicios que brindan, es difícil para las empresas de telecomunicaciones definir las problemáticas prioritarias, usando estrategias que no contribuyen a mejorar la satisfacción, ni fomentar el crecimiento y desarrollo de la empresa. Por ello, surge la necesidad de determinar un modelo de ecuaciones estructurales óptimo para evaluar el Brand rating de la categoría de telecomunicaciones en Colombia, del cual el objetivo principal es encontrar las variables importantes que potencian el incremento de las calificaciones que hacen los usuarios y las diferentes entidades. Mediante este trabajo se logró construir un instrumento fiable y válido que sirve como herramienta para el mejoramiento continuo e insumo para los procesos de autoevaluación en el área de marketing. En este sentido, se resaltan los factores que afectan la calificación global de las entidades de telecomunicaciones.

**Palabras clave:** Análisis factorial; brand rating; categoría; modelo de ecuaciones estructurales; satisfacción; telecomunicaciones.

## Abstract

The function of the marketing area is to improve the commercialization of a product, as well as to provide services to the community with the best levels of efficiency, with the objective of satisfying the citizen who receives it in order to improve their living conditions. Given that specialized studies are not carried out on the perception of the services they provide, it is difficult for telecommunications companies to define priority problems, using strategies that do not contribute to improving satisfaction, or promoting the growth and development of the company. Therefore, the need arises to determine an optimal structural equation model to evaluate the Brand rating of the telecommunications category in Colombia, the main objective of which is to find the important variables that enhance the increase in ratings made by users and different entities. Through this work, it was possible to build a reliable and valid instrument that serves as a tool for continuous improvement and input for self-evaluation processes in the marketing area. In this sense, the factors that affect the global rating of telecommunications entities are highlighted.

**Keywords:** Brand rating; category; factorial analysis; satisfaction; structural equation model; telecommunications

# Modelo de ecuaciones estructurales para el Brand rating de la empresa de telecomunicaciones TIGO

Leidy Vaneza Benítez Castrillón \*

16 de julio de 2021

## Resumen

Una de las inquietudes más frecuente de las empresas sin importar su tipo, es saber qué lugar ocupan a nivel del mercado en general, cuáles son las perspectivas de los clientes, para este fin se ha construido modelos de ecuaciones estructurales que abordan temáticas que van desde servicio al cliente hasta la evaluación de las dimensiones de la reputación, competencia y brand rating de la marca.

*Palabras clave: Análisis factorial; brand rating; categoría; modelo de ecuaciones estructurales, etc.*

## Contenido

<b>Resumen</b>	<b>4</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>6</b>
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>8</b>
<b>3. Metodología</b>	<b>12</b>
<b>4. Resultados</b>	<b>13</b>
4.1. Análisis Factorial (AF) . . . . .	13
4.2. Etapa de especificación del modelo . . . . .	13
4.3. Modelo . . . . .	14
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>17</b>

---

\*E-mail: vaneza.benitez@udea.edu.co, Instituto de Matemáticas, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

## 1. Introducción

Para una compañía siempre ha sido importante la relación con sus clientes, por ello en diferentes trabajos se han planteado patrones para describir dicha asociación. En esta búsqueda ha cobrado relevancia el uso de modelos estadísticos que permiten establecer la forma en que interactúan las distintas variables que determinan la satisfacción de un cliente.

Adicionalmente, también se ha analizado la causalidad y se ha encontrado un ciclo en el comportamiento de compra, así, cuando un cliente es más leal a una marca, mayor es su grado de recomendación y recompra hacia ésta. Así mismo, se ha buscado establecer la relación entre satisfacción y lealtad ya que no necesariamente un alto grado de satisfacción causa lealtad ni tampoco un alto grado de lealtad causa satisfacción.

Descubrir la percepción que tienen sobre el servicio que se brinda, permitirá a las empresas identificar fortalezas y debilidades que faciliten la toma de decisiones en aras de mejorar y asegurar la calidad de servicio.

Como bien se sabe la competencia entre las diversas empresas es cada vez más fuerte, los clientes adquieren sus productos y/o servicios de manera fácil y rápida a través de múltiples herramientas tecnológicas como redes sociales, telefonía móvil, televisión. Debido a el poder que tienen los compradores, hace que estos cada vez sean más exigentes con los servicios y/o productos que demandan, logrando así convertirse en el eslabón para el éxito de las empresas.

El acelerado cambio que se vive en la era actual, obliga a las Empresas de Telecomunicaciones a reinventarse con el fin de responder ante los nuevos retos sociales, tecnológicos, económicos y científicos de la sociedad contemporánea. Hoy más que nunca, la búsqueda de la excelencia del servicio que se brinda se da mediante el aseguramiento de la calidad de todas las partes involucradas en el sistema de telecomunicaciones que intenta garantizar un servicio pertinente, beneficioso para la sociedad e integral para el cliente.

Entre los modelos utilizados para describir la relación entre las variables componentes de la satisfacción y la lealtad se encuentran los Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM). Estos tienden a ser los más adecuados para realizar la estimación debido a que algunas de estas variables son exógenas y endógenas al mismo tiempo y no es fácil establecer una relación directa entre ellas, en este caso el modelo de ecuaciones estructurales permite establecer los efectos directos e indirectos entre las variables, dichos valores son utilizados para construir un indicador que permita establecer estrategias para elevar el grado de satisfacción de los clientes.

Los SEM han sido utilizado ampliamente para el análisis de la calidad del servicio en diversas entidades por ejemplo [12], demostrando su adaptabilidad y eficacia a la hora de determinar las variables que afectan la satisfacción del cliente.

En el área de marketing se pretende mejorar cada vez más la percepción que tienen los usuarios sobre la marca TIGO, también estar informados sobre la competencia. Un informe de Brand rating de marca proporciona un desglose completo de los supuestos, fuentes de datos y cálculos utilizados para llegar al valor de las empresas de telecomunicaciones, esto impulsa el rendimiento empresarial, al igual que ofrece una mejor comprensión de la posición que se tiene frente a las demás entidades. Todo lo anterior tiene una estrecha relación con la satisfacción de los clientes, ya que las calificaciones por parte del

mercado son muy importantes para la marca y estas son en su mayoría realizadas por los usuarios, este valor puede traer muchos beneficios o consecuencias que requieren planes de acción por parte de la organización.

El objetivo de este trabajo, es desarrollar un modelo de ecuaciones estructurales para la medición periódica que se hace del Brand rating para las empresas de telecomunicaciones, además, identificar los aspectos importantes que se debe tener en cuenta para obtener una mejor medida de la satisfacción de los clientes, así mismo, analizar cada una de las variables significativas para el modelo.

El esquema del documento es el siguiente. En la sección 2 se describen los fundamentos teóricos de los modelos SEM. En la sección 3 se realiza el análisis descriptivo de los datos y se examinan las posibles relaciones entre las variables utilizadas tanto endógenas como exógenas, finalmente en la sección 4 se presenta el trabajo práctico de la estimación con modelos SEM, con sus respectivos resultados, conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos.

## 2. Marco Teórico

En la actualidad el análisis de Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM) es una técnica importante del análisis multivariado que se aplica en diferentes campos profesionales.

Los modelos SEM permiten la representación de una serie de hipótesis de relaciones (principalmente lineales) entre una serie de variables medidas y causadas a su vez por una diversidad de fenómenos subyacentes los cuales no son directamente observables, que en este caso se llaman latentes.

### Modelo Estructural

El componente estructural en los modelos SEM explica la relación causal entre las variables latentes. Esta estructura puede ser representada de manera más general como:

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$$

Los supuestos básicos del modelo estructural son:

$$\begin{aligned} E(\eta) &= 0 \\ E(\xi) &= 0 \\ E(\zeta) &= 0 \\ E(\xi\xi') &= E(\zeta\zeta') = 0 \\ I - B &: \text{Tiene inversa} \end{aligned}$$

donde  $\eta$  es un vector de variables latentes endógenas de dimensión  $p \times 1$ ,  $B$  es una matriz de coeficientes que relacionan a estas variables latentes y que tiene dimensión  $p \times p$ ,  $\xi$  es un vector que contiene las variables latentes exógenas del modelo con dimensión  $n \times 1$ ,  $\Gamma$  es una matriz de  $p \times n$  que contiene los coeficientes que relacionan a  $\xi$  con  $\eta$  y finalmente  $\zeta$  es un vector de  $p \times 1$  que contiene los el término de error de la ecuación. [6]

### Modelo de medida

Es importante tener en cuenta la diferencia entre variables exógenas ( $X$ ) y variable endógenas ( $Y$ ); las variables exógenas son variables independientes que causan a otras variables en el modelo y cuyos cambios no pueden ser explicados por éste aunque son afectadas por otros factores. Por su parte las variables endógenas son dependientes en el modelo y por lo tanto son influenciadas por las variables exógenas ya sea directa o indirectamente. Los cambios en las variables endógenas son explicados por el modelo ya que todas las variables influenciadoras están contempladas en el mismo.

En algunas ocasiones,  $X$  y  $Y$  pueden ser medidas sin error, por lo que en este caso formulamos de manera simple las ecuaciones para un modelo de medida

$$\begin{aligned} X &= \Lambda_x \xi + \sigma_k \\ Y &= \Lambda_y \eta + \varepsilon_k \end{aligned}$$

Los supuestos para el modelo de medida son:



$$\begin{aligned}
E(X) &= E(\sigma) = E(Y) = E(\varepsilon) = 0 \\
E(\xi\sigma') &= E(\sigma\xi') = E(\eta\varepsilon') = E(\varepsilon\eta') = 0 \\
E(\sigma\varepsilon') &= E(\varepsilon\sigma') = 0
\end{aligned}$$

donde  $Y$  es un vector de resultados con dimensión  $p \times 1$ ,  $X$  vector de variables independientes de tamaño  $r \times 1$ , las matrices que contienen las cargas factoriales o coeficientes de regresión son  $\Lambda_x$  para los factores independientes y  $\Lambda_y$  para los dependientes, sus dimensiones respectivamente son  $r \times s$  y  $p \times t$  donde  $s$  y  $t$  corresponden al número de factores de cada tipo (nótese que  $Y$  puede ser un factor latente endógeno o una variable observada endógena) Jöreskog and Sörbom [6].

### Representación de los parámetros

Los parámetros miden la magnitud de la relación entre las variables que están representadas en el diagrama del modelo, siguiendo las reglas:

( $Y_{ij}$ ) Si la relación se refiere a la que existe entre una variable exógena y una endógena,  $i$  hace referencia a la variable endógena efecto de la relación y  $j$  hace referencia a la variable exógena causa.

( $\beta_{ij}$ ) Si la relación se refiere a la que existe entre dos variables endógenas,  $i$  hace referencia a la variable endógena efecto y  $j$  hace referencia a la variable endógena causa.

### Representación de los errores

Al igual que en el modelo de regresión, las variables no explican totalmente. Se incluye en el diagrama causal tantas variables de error como variables endógenas se tenga. Los errores se representan con la letra ( $\zeta_i$ ) que tiene el mismo subíndice que la variables endógena correspondiente y unida a la variable endógena con una flecha que indica el efecto del error.

### Diagrama causal y naturaleza de las relaciones

Este es el primer nivel de formalización de la hipótesis de investigación, lo constituye un gráfico en el cual se representa a las variables incluidas en la hipótesis, las relaciones entre ellas y los parámetros del modelo. En la figura 1 se muestra las representaciones gráficas para las variables y posibles relaciones.

Por ejemplo, en la figura 2 es representado el efecto de  $X$  sobre  $Y$  a través de una variable mediadora  $Z$ , si los efectos entre  $X - Z$  y entre  $Z - Y$  son diferentes de cero, se dice que se tiene un efecto indirecto de  $X$  sobre  $Y$  a través de  $Z$ , igualmente si el efecto entre  $X$  y  $Y$  que no pasa por  $Z$  es diferente de cero, se tiene entonces un efecto directo de  $X$  sobre  $Y$ .

### Matriz de covarianzas implícita

La generalización de un modelo en el cual aparecen factores latentes relacionados con variables observadas es:

$$Y = By + \gamma_x + \zeta$$

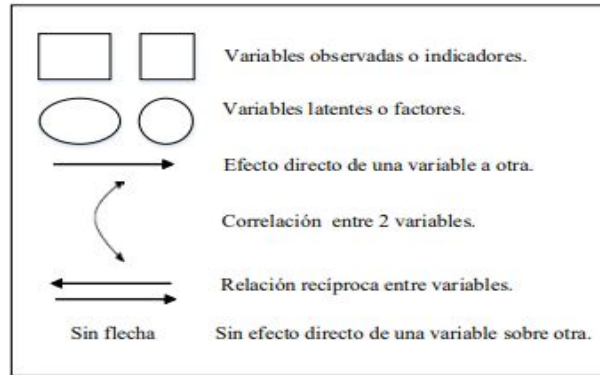


Figura 1: Convención

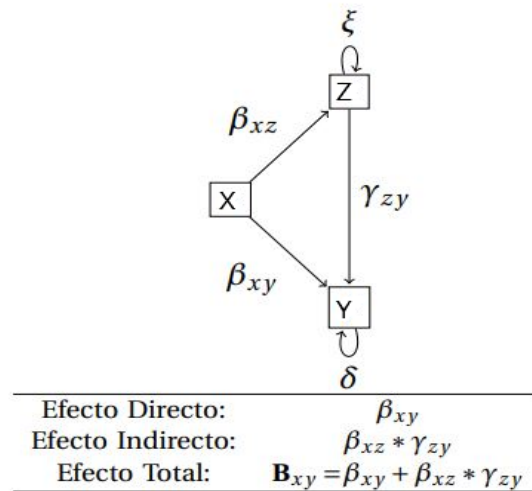


Figura 2: Descomposición del efecto de X sobre Y

La principal hipótesis del sistema de los modelos SEM es

$$\Gamma = \Gamma(\theta)$$

donde  $\Gamma$  representa la matriz de covarianzas poblacionales de las variables manifiestas del modelo, y  $\Gamma(\theta)$  es la matriz de covarianzas en función de los parámetros del modelo [2].

La relación entre  $\Gamma$  y  $\Gamma(\theta)$  es línea base para entender la identificación, la estimación y el ajuste de los modelos SEM.

### Evaluación del modelo estructural y modelo de medida

Chin (2010) [4] propone que la evaluación de los modelos de medidas formativos se debe realizar en dos niveles: 1) a nivel de indicador (multicolinealidad y valoración de las cargas factoriales de los indicadores y su significancia) y 2) a nivel constructo (validez externa, validez nomológica y validez discriminante).

Test	Sigla	Valor óptimo de Ajuste
Chi - square	$\chi^2$	$\approx 0$
Root Mean Square Residual	RMR	$\leq 0.1$
Root Mean Square Error of Aproximation	RMSEA	$\leq 0.1$
Normed Fit Index	NFI	$\geq 0.9$
Comparative Fit Index	CFI	$\geq 0.9$
Relative Fit Index	RFI	$\geq 0.9$
Goodness of Fit Index	GFI	$\geq 0.9$
Parsimony Godness of Fit Index	PGFI	$\geq 0.9$

Tabla 1: Medidas de Ajuste del Modelo

Para conocer si las relaciones de covariación identificadas en el modelo SEM son aceptables o no, es necesario realizar una medida del ajuste de este, esto es, realizar una estimación de la bondad de ajuste de  $\Gamma = \Gamma(\theta)$ . Los índices de ajuste se pueden clasificar en:

- Funciones de discrepancia: Como la medida de  $\chi^2$ , RMR, RMSEA.
- Índices comparativos de ajuste entre el modelo nulo y el modelo objetivo (nested models): Como NFI, RFI y CFI.

En la tabla [1] se detallan los valores óptimos de ajuste de cada test mencionados anteriormente.

### **3. Metodología**

La metodología que se desarrolló en este trabajo fue dividida en varias etapas. La primera etapa es la presentación de la base de datos que se usó para el desarrollo del trabajo. Continuando con la aplicación de análisis factorial para un mejor entendimiento de los datos. Posteriormente se hace la especificación e identificación de los modelos SEM, para darle solución al problema planteado, finalmente se realiza la validación y comparación de los modelos.

#### **Base de datos**

Para llevar dicho procedimiento a cabo, se construyó una base de datos con un total de 22 variables, cada una de estas en escala nominal. El enfoque del trabajo será realizar el cálculo de un indicador de brand rating a partir del método de ecuaciones estructurales, el cual permitirá descomponer los efectos tanto directos como indirectos que la satisfacción, lealtad y reputación tienen sobre las diferentes dimensiones latentes del servicio. Estas variables se construyen a partir de cuestionarios que se generan en el área de marketing para los clientes acerca de las diferentes entidades de telecomunicaciones. Las variables fueron seleccionadas con ayuda de personal de la compañía que cuenta con un amplio conocimiento del mundo del marketing.

Los datos cuentan con un total de 8916 registros por cada variable, en este caso son usuarios que realizaron la encuesta en el periodo comprendido de mayo a noviembre de 2019. Para la consulta, el cálculo y consolidación de los datos y variables se utilizó el software IBM - SSPS y Excel.

Algunas de las variables obtenidas fueron: es una marca innovadora (siempre a la vanguardia), permite estar siempre conectado a internet, ofrece los contenidos que me gustan, tiene atención al cliente rápida y efectiva, es fácil hacer trámites, entre otras más.

#### **Análisis factorial**

Antes de realizar el estudio estructural, se hace un análisis factorial con el fin de encontrar las relaciones subyacentes entre las variables observadas en términos de un número menor de variables no observadas llamadas factores. De esta forma se confirmaron teorías del marketing en cuanto posibles correlaciones que hay entre las variables.

#### **Implementación de los modelos SEM**

Con base a los resultados del análisis factorial y a la teoría de marketing se plantearon hipótesis justificadas, de esta manera se empezaron a formar las variables latentes. Después de los diferentes diseños planteados de los modelos, se calcula para cada uno de estos las respectivas métricas para observar el desempeño de los modelos y compararlos entre ellos.

## 4. Resultados

### 4.1. Análisis Factorial (AF)

Para la aplicación del AF es necesario estudiar si es posible o recomendable aplicar la técnica a los datos que se tienen, hay varias formas de hacer este estudio y todas se basan en el estudio de la estructura de correlaciones de las variables. Se observó la matriz de correlación de los datos y visualmente parece lógico aplicar este análisis para encontrar la estructura subyacente de relación entre las variables, para confirmar esta presunción se aplicó el índice de KMO, el cual nos arrojó un resultado igual a 0.97, lo que nos indica que se puede realizar este procedimiento. En el análisis factorial se encuentra 3 factores con el criterio de sedimentación (figura 3), los cuales recogen un 45% de la varianza; estos factores generan las dimensiones implícitas del brand rating según las evaluaciones realizadas a los usuarios. Estas dimensiones diferencian cada uno de los momentos de atención que se presentan en las empresas de servicios de telecomunicaciones. Este análisis se realizó en el software estadístico RStudio [10].

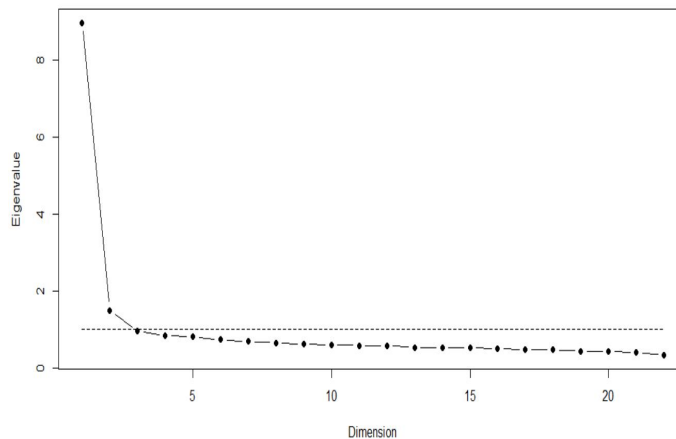


Figura 3: Gráfico de sedimentación

### 4.2. Etapa de especificación del modelo

Ahora se busca establecer formalmente el modelo; anteriormente se establecieron 3 configuraciones de interdependencia, en las que los factores son medidas latentes del BR CAT con cada uno de los momentos del servicio y en las que se asume la existencia de una relación lineal entre los factores y variables observadas. De esta forma, para establecer cada uno de los factores que se muestran en la figura 4, se tiene en cuenta las tres dimensiones que nos arroja el AF como también la teoría que se tiene acerca del marketing. El ajuste del modelo se realizó con el software SmartPLS 3 [9]

Cada una de estas variables latentes que se observan en la figura 4, expresan el efecto directo que tiene las variables subyacentes con las medidas, por ejemplo, Servicio al Cliente (SaC) con atención al cliente rápida y efectiva, es fácil hacer trámites, su soporte técnico es rápido y puntual, además, su servicio de instalación es rápido y puntual; estas son las variables observadas que componen el factor creado, y hacen parte del modelo de medida.

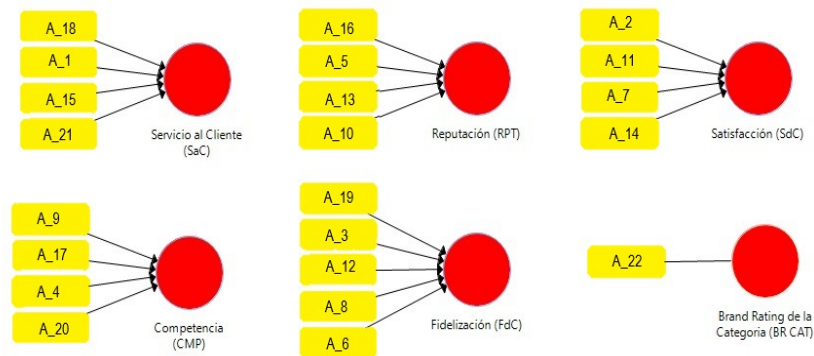


Figura 4: Matriz de variables latentes

Finalmente, tenemos la variable latente BR CAT, que es influenciada por la variable (A 22), la cual fue creada con base a los atributos que poseen estas empresas en general.

Para finalizar la etapa de especificación no se debe olvidar que los anteriores factores latentes determinados tienen efecto (directo e indirecto) sobre el brand rating de la categoría, por lo que en esta etapa se definen las siguientes hipótesis estructurales:

$H_0$  : El factor subyacente no tiene un efecto significativo sobre BR CAT.

$H_1$  : El factor subyacente tiene un efecto significativo sobre BR CAT.

### 4.3. Modelo

En la figura 5 se presenta el modelo BR CAT, en este se aprecian las cargas factoriales de cada indicador, los coeficientes path y el  $R^2$ . Al realizar una inspección visual de los resultados del modelo, no se observan estimaciones infractoras como cargas factoriales mayores que uno o negativas, que pudieran invalidar la solución.

El modelo creado muestra dos rutas, las cuales pueden ayudar con el objetivo de la empresa. Se puede observar que una de las rutas para mejorar el brand rating de categoría viene dada por el factor: su servicio de instalación es rápido y puntual, el cual afecta en mayor medida a la variable latente Servicio al Cliente (SaC), luego esta variable junto con la variable latente Competencia (CMP) la cual es fuertemente influenciada por buena velocidad de internet en el hogar, juega un papel muy importante a la hora de que los usuarios sean fieles y de una vez estén satisfechos con el servicio, teniendo en cuenta que la Fidelización (FdC) estando formada por cinco atributos el que más aporta es un precio justo por los planes de TV e internet en el hogar, por otro lado, la buena señal de wifi en el hogar le da a los clientes la Satisfacción (SdC) de hacer la compra y finalmente llegamos a la conclusión de que los atributos que en mayor medida aportan a las variables latentes SaC, CMP, FdC y SdC, ayudan a subir el BR CAT de Telecomunicaciones.

Otra posible ruta, esta dada por la variable latente Reputación (RPT) la cual está siendo influenciada fuertemente por permitir disfrutar de la música, continuando con la variable latente competencia (CMP),

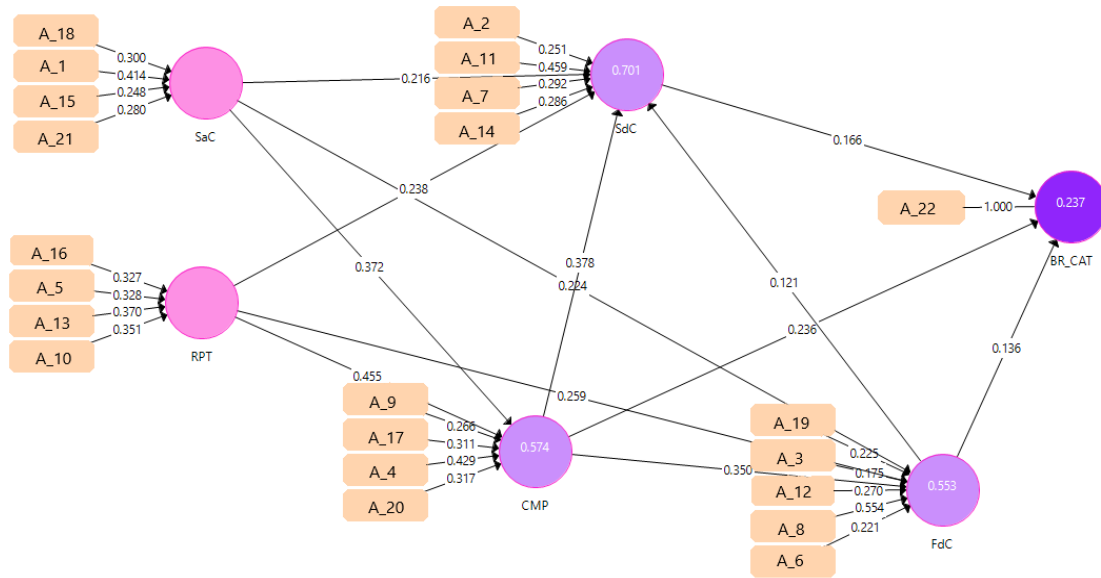


Figura 5: Modelo del BR CAT

	Modelo Saturado	Modelo estimado
SRMR	0.04	0.04
d ULS	0.39	0.40
d G	0.12	0.12
Chi cuadrado	5611.48	5769.91
NFI	0.93	0.93

Tabla 2: Ajuste

la cual el atributo que más le aporta es: la buena velocidad de internet en el hogar, también se observa que la competencia aporta tanto a la Fidelización (FdC) de los clientes como lo hace el atributo de: un precio justo por los planes de tv e internet en el hogar, y a la variable Satisfacción (SdC) la cual tiene que ver mucho con una buena señal de wifi en el hogar, estas cuatro variables latentes que son RPT, CMP, SdC y FdC ayudan a aumentar el BR CAT en el alrededor de un 70% todo dependiendo del camino que se escoja.

Un indicador de ajuste del modelo es el índice de ajuste normalizado NFI, y de acuerdo con (Bentler y Bonett, 1980) [1], este índice señala un ajuste perfecto cuando toma un valor de 1, y se considera bueno cuando es mayor de 0.9. Con el modelo propuesto, la solución converge con un índice NFI de 0.93 (tabla 2), indicando que el modelo se ajusta con los datos recopilados, de igual forma, es importante fijarse en que los residuos en valor absoluto no sean mayores a 2, en este caso no pasa, lo que significa, que no hay evidencia para creer que es un mal ajuste de modelo.

	rho A
BR CAT	1.00
CMP	1.00
FdC	1.00
RPT	1.00
SaC	1.00
SdC	1.00

Tabla 3: Validez Convergente

Indicador	VIF	Indicador	VIF
A 22	1.00	A 5	1.31
A 9	1.48	A 13	1.24
A 17	1.61	A 10	1.36
A 4	1.52	A 18	1.77
A 20	1.37	A 1	1.71
A 19	1.35	A 15	1.83
A 3	1.37	A 21	1.58
A 12	1.25	A 2	1.52
A 8	1.24	A 11	1.53
A 6	1.28	A 7	1.52
A 16	1.41	A 14	1.46

Tabla 4: VIF

### Validez Convergente

La consistencia o confiabilidad interna se midió mediante confiabilidad compuesta. También conocido como rho de Dillon-Goldstein o de Jöreskog según lo propuesto por Chin (1998) [3], rho es una buena medida de confiabilidad en el modelado de ecuaciones estructurales, ya que esta basado en las cargas en lugar de las correlaciones observadas entre las variables medidas. Los resultados obtenidos para este modelo se pueden observar en la tabla 3.

### Colinealidad entre indicadores

Para evaluar el nivel de colinealidad la prueba estadística más usual es el factor VIF del cual Diamantopoulos y Siguaw (2006) [5] consideran que existe alta multicolinealidad cuando el VIF es mayor a 3.3. Para el caso del modelo presentado se observa que todos los valores VIF son menores de 2 (tabla 4), concluyendo así que no hay colinealidad entre las variables.

### Significancia y relevancia de los pesos

El peso indica la relación al constructo que forman, estos deben de contar con una significancia estadística aceptable de al menos  $p < 0.05$ . En el modelo propuesto se observa que cada una de las variables medidas, cuenta con pesos positivos hacia las variables latentes.



## 5. Conclusiones y Recomendaciones

Durante el desarrollo de este trabajo se pudieron efectuar varios propósitos, tales como exponer tanto las definiciones, características, fases, aplicación y construcción de los modelos de ecuaciones estructurales los cuales permitieron conocer cualidades que tienen en común las empresas de telecomunicaciones a partir de la agrupación de los atributos, logrando identificar tendencias, comportamientos, necesidades e información de valor para la compañía. Aunado a lo interior, este trabajo brindó los aspectos necesarios para diseñar el modelo propuesto de un caso real y que detalla cada uno de los pasos de este, mostrando el modelo final resultante de la investigación aplicada a las empresas de telecomunicaciones de Colombia.

Adicionalmente, durante el desarrollo del presente trabajo surgieron inquietudes como por ejemplo, el comportamiento de los indicadores de ajuste del modelo y como mejorar el ajuste del mismo, al respecto se puede concluir que: en los estudios exploratorios generalmente se analiza la manera en que se correlacionan las variables ordinales para formar factores latentes, en estas situaciones se debe utilizar la matriz de correlaciones policóricas la cual es muy cercana a la matriz de correlación de Pearson, por lo que en estos casos fue válido utilizar la matriz de Pearson para el análisis factorial de las variables que se tenían, las cuales son nominales, por lo que se concluye que para un mejor desarrollo de futuros trabajos, lo ideal es tener variables con escalas tipo Likert de 10 puntos para así mejorar los resultados del modelo.

Como estadística de diagnóstico para el ajuste del modelo se encontró, que no obstante ser la más popular, la medida  $\chi^2$  no es robusta ya que se ve afectada de manera directa por el tamaño de la muestra aumentando su valor a medida que aumenta  $n$ . En lo relacionado con la medida NFI, se encuentra estabilidad en muestras superiores a 1.000 casos, por lo que en muchos casos no va a ser permisivo usarla dado los costos de levantar muestras grandes.

Sobre la parte práctica se debe ser riguroso con el análisis descriptivo y validación de supuestos de los datos, ya que aunque no se demuestra directamente en este trabajo, también se debe tener en cuenta el tamaño de la muestra, ya que los métodos de distribución libre requieren gran cantidad de muestra para poder realizar las estimaciones.

## Referencias

- [1] D. Bentler, P. y Bonett. Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *psychological bulletin*, 88(3), 588-606, 1980.
- [2] Kenneth A Bollen. Structural equations with latent variables *psychological bulletin.*, 1980.
- [3] W Chin. The partial least square approach to structural equation modelling. en g. marcoulides (ed.), *modern methods for business research* (pp. 295-369), 1998.
- [4] W Chin. How to write up and report pls analyses. en e vinzi, w. chin, j. henseler y h. wang (eds.), *handbook of partial least squares: Concepts, methods and applications* (pp. 655-690), 2010.
- [5] J. Diamantopoulos, A. y Siguaw. Formative versus reflective indicators in organizational measure development: A comparison and empirical illustration., 2006.
- [6] K. Joreskog and D. Sorbom. *LISREL 8: User's Reference Guide*. Scientific Software International, 1996.
- [7] Christian M. Ringle Marko Sarstedt Joseph F. Hair, Jr. G. Tomas M. Hult. *A PRIMER ON PARTIAL LEAST SQUARES STRUCTURAL EQUATION MODELING (PLS-SEM)*. SAGE Publications, Inc, 1 edition, 2014.
- [8] Dean W. Wichern Richard A. Johnson. *APPLIED MULTIVARIATE STATISTICAL ANALYSIS*. Prentice Hall, 5 edition, 2002.
- [9] Christian M. Ringle, Sven Wende, and Jan-Michael Becker. *SmartPLS 3*. SmartPLS GmbH, 2015.
- [10] RStudio Team. *RStudio: Integrated Development Environment for R*. RStudio, PBC, 2020.
- [11] George A. Marcoulides Tenko Raykov. *A First Course in Structural Equation Modeling*. Lawrence Erlbaum Associates, 2 edition, 2006.
- [12] V. Vergara, J. y Quesada. Análisis de la calidad en el servicio y satisfacción de los estudiantes de ciencias económicas de la universidad de cartagena mediante un modelo de ecuaciones estructurales., 2011.