



Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG). Revista digital del Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG). Universidad Nacional de Luján, Argentina.

<http://www.revistageosig.wixsite.com/geosig> (ISSN 1852-8031)

Luján, Año 15, Número 26, 2023, Sección I: Artículos. pp. 1-14

ANÁLISIS FACTORIAL EN USO DE SERVICIOS PÚBLICOS DIGITALES EN TOLUCA, 2021

Daniel Herminio Alcudia de la Fuente – José Juan Méndez Ramírez – Arturo Venancio Flores

Universidad Autónoma del Estado de México
alcudia10@hotmail.com

RESUMEN

Las investigaciones científicas con enfoque cuantitativo marcan tendencias en la investigación de las ciencias sociales, sustentada en la comprobación objetiva que ofrecen las matemáticas a través del uso de programas estadísticos y matemáticos en distintos fenómenos susceptibles a ser medibles al transformar los indicadores subjetivos a conjuntos de datos y con ella se posibilite su comprobación factorial. El texto presente surge de otra investigación en la que se indagó sobre los factores que promueven la apropiación de servicios públicos digitales en Toluca. El objetivo de la prosa ha sido demostrar la adaptabilidad de un trabajo que comprueba la hipótesis mediante el Coeficiente de Pearson y el de Determinación (r^2) de manera positiva débil hacia otro método cuantitativo para encontrar vínculos más fuertes entre la variable independiente y dependiente, operacionalizando la hipótesis para enfrentarlos en la prueba de KMO y Bartlett, creando un nuevo escenario que permitió conocer nuevas fuerzas en la correlación de todos los componentes y expandiendo el universo de posibilidades para crear mayor número de análisis y conclusiones. Los resultados se observan en el avance progresivo que va de medir la fuerza de la relación entre dos variables generales, a la métrica en la interacción entre cuatro nuevas variables compuestas, cada una con relación positiva más fuerte. Demostrando así la existencia de un número mayor de posibilidades que sobrepasan la prueba de hipótesis y permitirán garantizar mayores niveles de apropiación ciudadana en la implementación de servicios públicos digitales en Toluca.

Palabras clave: Coeficiente de Pearson, KMO y Bartlett, Prueba de hipótesis.

ABSTRACT

Scientific research with a quantitative approach sets trends in social science research, based on the objective verification offered by mathematics using statistical and

mathematical programs in different phenomena that can be measured by transforming subjective indicators into items and thus enabling their factorial verification. The present text arises from another research in which the factors that promote the appropriation of digital public services in Toluca were investigated. The objective of the prose has been to demonstrate the adaptability of a work that tests the hypothesis by means of Pearson's Coefficient and that of Determination (r^2) in a weak positive way towards another quantitative method to find stronger links between the independent and dependent variable, operationalizing the hypothesis to face them in the KMO and Bartlett's test, creating a new scenario that allowed knowing new forces in the correlation of all components and expanding the universe of possibilities to create a greater number of analyses and conclusions. The results are seen in the progressive advance from measuring the strength of the relationship between two general variables, to the metric in the interaction between four new composite variables, each with stronger positive relationship. Thus, demonstrating the existence of a greater number of possibilities that surpass the hypothesis test and will guarantee higher levels of citizen ownership in the implementation of digital public services in Toluca.

Keywords: Pearson's coefficient, KMO & Bartlett, hypothesis testing.

INTRODUCCIÓN

Los servicios públicos digitales basados en las comunicaciones mediante Internet crecen en número. Dicho crecimiento se acentuó a partir del fenómeno pandémico que se gestó a finales del 2019 provocado por el SARS-CoV2.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones de la ONU identifica un incremento de aproximadamente 900 millones de personas que se incorporaron como usuarios de Internet entre 2019 y 2021. 2022 contabiliza casi 4,900 millones de usuarios, casi dos terceras partes de población mundial ya utilizan Internet “less than two thirds actually do” (International Telecommunication Union , 2021, pág. 1). En México, la población usuaria de Internet en 2019 era de 79 millones aproximadamente con un incremento sustancial para 2021 hasta contabilizar casi 89 millones de internautas, esto representa el 76% de la población mexicana (INEGI, Comunicado de Prensa 350/22 de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en Hogares, 2021., 2022).

ANTECEDENTES

Ante el inminente incremento de uso de Internet en el mundo y con el antecedente de la corriente conceptual de la ciudad inteligente como modelo para solucionar las problemáticas que aquejan a la ciudad posmoderna abusadora del consumo y la expansión urbana, la tecnología ha venido a ofrecer en el nuevo siglo posibles rutas para mejorar la organización administrativa y la atención ciudadana, en la búsqueda de la remediación de problemas como la contaminación, la falta de empleo, el incremento de impuestos, la movilidad y varios más, propios del espacio urbano mundial, también del mexicano y toluqueño.

El escenario descrito ha ejercido presión sobre las instituciones gubernamentales y la administración pública y éstas han respondido buscando nuevas y más eficientes formas de gestión de los problemas urbanos, por ejemplo, los trámites y recepción de quejas ciudadanas mediante sistemas de Internet. Desafortunadamente en México cuatro de cada 10 habitantes utilizan los denominados servicios públicos digitales. En Toluca el dato es menor, son dos de cada 10. Semejante desaprovechamiento de las bondades de Internet hizo necesario indagar sobre los factores que promoverían la utilización de dichos servicios por Internet. Dentro de una investigación cuantitativa mayor que pretendió identificar los factores para promover dicho uso. El objetivo del presente texto es probar que la aplicación de diferentes métodos cuantitativos enriquece las investigaciones y permite extraer de un mismo grupo de datos, diferentes niveles de análisis.

Los datos obtenidos en campo mediante cuestionario cerrado han superado la prueba de confiabilidad y esto permitió a los autores la realización del trabajo estadístico para comprobar cuantitativamente la hipótesis e ir más allá en el análisis demostrando que los mismos datos pueden ser analizados desde múltiples metodologías con resultados en diferentes grados de profundidad, pero congruentes con la realidad toluqueña comprobable. En primera instancia se probó la hipótesis mediante el coeficiente de Pearson que es una medición lineal directa sobre la asociación existente entre las variables generales de la hipótesis. Posteriormente se reforzó la comprobación mediante el coeficiente de Determinación (r^2) que mide la varianza entre las variables, básicamente es una regresión lineal que permite calcular la probabilidad de ocurrencia de la hipótesis, también para medir las probabilidades de que la variable independiente afecte a la dependiente.

El resultado positivo débil en ambos coeficientes hizo conjeturar a los investigadores sobre la existencia de fluctuaciones en la fuerza de la relación entre variables que no son observadas pero que impactan directamente las mediciones sobre la hipótesis. Esta situación gestó la necesidad de ejercicios estadísticos diferentes, por ejemplo, mediante el KMO y Bartlett se descompuso la hipótesis en cada uno de los componentes para instrumentar un análisis factorial que mida la fuerza en la correlación entre cada una de las variables, entonces fue mediante la aplicación del método de multiplicidad de factores de componentes principales que se midieron dichas fuerzas. Dentro de un alcance de la investigación de tipo correlacional fue posible dar con el hallazgo de relaciones fuertes entre variables que permiten reconocer cuatro nuevos factores para promover la utilización ubica de los servicios públicos digitales en Toluca.

METODOLOGÍA

La metodología de la investigación se compone por un diseño no experimental, un enfoque cuantitativo y un desarrollo documental para fundamentar y transformar los indicadores subjetivos a conjuntos de datos y así posibilitar la comprobación factorial cuantitativa. La población objeto de estudio se conformó por los habitantes de 15 años y más registrados en el Censo de Población y Vivienda del INEGI (INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2020). El territorio sobre el que se desarrolló la investigación se compone por las localidades urbanas del municipio de Toluca identificadas en el mismo documento censal. Las localidades rurales quedan fuera del estudio al no contar con

cobertura estable de servicio de Internet, además de ser difíciles de definir territorialmente pues no existen límites administrativos específicos para dichas localidades, sin ahondar en algunas otras agravantes como la falta del servicio de energía eléctrica o las fallas intermitentes constantes que complican la interacción por la vía digital. Con respecto a la temporalidad, la investigación se realizó durante el transcurso del 2021, dentro del marco social resultante de las afectaciones por el confinamiento derivado de la pandemia por el nuevo virus SARS CoV2 en el que se han transformado algunas de las actividades convencionales de agrupación y convivencia social para ser incorporadas mediante la vía digital.

El argumento hipotético del trabajo asegura que, las condiciones sociotecnológicas para la capacitación digital ciudadana, la homologación en la visualización de los servicios públicos digitales en diferentes plataformas digitales y la promoción comercial para la participación de los habitantes, promoverán el uso cotidiano de los servicios públicos digitales entre los habitantes de Toluca. Para su comprobación requirió la recolección de información mediante la técnica cuantitativa de la encuesta y el instrumento de cuestionario cerrado. La población para encuestar, resultada del cálculo muestral probabilístico fue de 380 cuestionarios por aplicar para dar representatividad estadística equitativa a las localidades urbanas y al grupo poblacional objeto de estudio. La recolección de datos se instrumentó mediante el formulario digital de Microsoft Forms que permite al encuestador sustituir la tabla con los cuestionarios impresos por un teléfono móvil con el cual capturar las respuestas cerradas en cada encuesta. El tratamiento de los datos se realizó en hoja electrónica de cálculo Microsoft Excel y el cálculo de indicadores mediante dos vías, fórmulas estadísticas en la hoja de cálculo y el software estadístico IBM SPSS.

Los datos recolectados presentaron niveles bajos de errores en la captura de datos, pues mediante la implementación del mencionado formulario digital se minimizaron los errores humanos como las faltas de ortografía o tachaduras durante la aplicación del cuestionario. Posteriormente fueron sometidos al escrutinio y revisión en la estructura de una base de datos de 380 filas y 19 columnas. Misma que fue validada en su contenido mediante la prueba de confiabilidad del coeficiente Alfa de Cronbach, que es un indicador que estima la validez de los datos recolectados en campo y su integridad como base del rigor científico sobre los insumos de información (Hernández, Fernández, & Baptista, 2007, pág. 208).

La metodología se desarrolló en tres fases que trabajan conjuntas y que tiene por objetivo probar matemáticamente la hipótesis de investigación para encontrar los factores que promueven el uso de los servicios públicos digitales que ofrece el H. Ayuntamiento de Toluca. A partir de la obtención de datos y la validación de éstos, primero se instrumentó un análisis exploratorio para conocer el contexto desde el que el ciudadano dentro de la muestra probabilística recibe los servicios públicos digitales en Toluca, mediante la construcción de distribuciones de frecuencia y descripción de datos; segundo, se instrumentó la estadística descriptiva aplicada, las medidas de tendencia central y variabilidad¹ como herramienta de conjetura sobre la población universo de estudio; y en tercer lugar, se construyó el estudio inferencial fundamentado en el cálculo

¹ Medidas de tendencia central utilizadas: Moda, Media y Mediana. Medidas de variabilidad aplicadas: Desviación estándar y Varianza.

de las medidas de tendencia central y variabilidad para calcular los coeficientes que falsean la hipótesis (Pearson y Determinación r^2). El resultado arrojó cuatro nuevos factores compuestos mediante el coeficiente de Kaiser, Meyer, Olkin y Bartlett (KMO y Bartlett), demostrando así que, el ejercicio de análisis factorial es útil como herramienta que permita inferir sobre los factores que influyen en el uso de los servicios públicos digitales en Toluca.

Como se mencionó anteriormente, entre los resultados principales de la investigación se obtuvieron indicadores de dos coeficientes que prueban de manera positiva la hipótesis sobre la influencia de la variable independiente hacia la dependiente. Primero, el cálculo de tipo paramétrico para conocer el valor de la correlación hipotética mediante el Coeficiente de Pearson con resultado de 0.34, recordando que éste se mide entre -1 y 1, fue posible asegurar con base en Hernandez, Fernandez, & Baptista (2007, pág. 305) el hallazgo de una correlación positiva débil entre las variables, es decir, que una afecta a la otra de manera positiva, para el caso de estudio sería que las variables de capacitación digital, homologación en la interfaz de servicios públicos digitales y la promoción de la participación, promoverá positivamente la utilización cotidiana de dichos servicios entre los ciudadanos.

Segundo, el resultado igualmente positivo sobre el Coeficiente de Determinación (r^2) que mide la varianza entre las variables y la probabilidad de ocurrencia del argumento hipotético en la realidad toluqueña resultó con una varianza de 0.001, valor que demuestra la cercanía de interacción entre las variables específicas, también llamados factores, que componen la hipótesis. Con respecto a la probabilidad de ocurrencia, los cálculos arrojaron el valor de 0.36 con valor de predictor de constante. Es decir que, las condiciones tecnológicas y las preferencias están positivamente correlacionadas en cuanto a promover el uso cotidiano de los servicios públicos digitales. Este resultado en conjugación con el coeficiente de correlación de Pearson hizo conjeturar a los investigadores sobre la existencia de asimetrías en las correlaciones de las variables específicas que componen las variables generales de la hipótesis, situación que exigió indagar en herramientas de análisis que permitan calcular y conocer en mayor detalle la fuerza de las correlaciones al interior del universo hipotético de factores.

Tercero, el análisis factorial de varianza total explicada y componentes principales se instrumentó con la aplicación de la prueba KMO y Bartlett como análisis factorial. Este tiene objetivo medir las fuerzas en la relación entre los diferentes factores o variables, permite agrupar las que se relacionan en orden descendente de las fuerzas entre éstas y agrupar variables. De esta manera fue posible probar la existencia de más y diferentes formas de análisis una vez que se ha probado la hipótesis por dos vías paramétricas diferentes con resultados variados en diferentes niveles de análisis y profundidad, pero ambos positivos.

RESULTADOS

El panorama general de resultados se compuso de manera similar con base en la estructura metodológica del desarrollo de los trabajos, es decir, primero se mostraron los resultados del análisis exploratorio, posteriormente el descriptivo y en tercer término el inferencial. Esta estructura permitió argüir en dos aspectos; uno, sobre la probabilidad

de ocurrencia de la hipótesis como prueba de certidumbre en la afectación de unos factores sobre los otros. Dos, sobre los requerimientos y condicionantes que el individuo presenta en Toluca para adoptar un servicio público digital y hacer uso cotidiano de éstos. A continuación, se exponen las tres fases mencionadas con anterioridad y se infiere sobre los dos aspectos contenidos en la tercera para exponer las conclusiones de la investigación.

La base de datos conformada instrumentó la prueba de confiabilidad medida mediante el coeficiente de Cronbach (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2007) que estima la validez de los datos recolectados en campo. Dicho cálculo se realizó con 380 cuestionarios válidos y cero excluidos debido a que cumplimentaron las localidades y grupos poblacionales para ser encuestados. El coeficiente de confiabilidad arrojó resultados de 0.78 para el cálculo manual y 0.76 en el software IBM SPSS. Ambos resultados se pueden representar gráficamente más cercanos al 1 e interpretar como resultado positivo alto en cuanto a la integridad de los datos.

El análisis exploratorio consistió en la construcción de una imagen mental fundamentada en el marco teórico y referencial que permitió conocer los principales factores, o variables que componen el problema del desuso de los servicios digitales en estudio y de las variables que permitan incentivar su uso, incluso ir más allá para reconocer factores que motiven al ciudadano en la participación social por la vía digital para mejorar su ciudad. Se compuso del análisis e interpretación de los datos en un ejercicio que permita observar en la generalidad, las características del servicio de conexión a Internet, del equipo desde el cual se conecta, las preferencias de lugar para conectarse, de interfaz y de uso de las aplicaciones digitales desde las que la ciudadanía de la muestra probabilística recibe los nuevos servicios públicos digitales que implementan las diferentes dependencias de la administración municipal. Básicamente fue la construcción de un acercamiento inicial para conocer los datos recolectados en campo.

El acercamiento inicial mencionado permitió identificar grupalidades ciudadanas en cuanto condiciones en las que recibe la tecnología pública y preferencias para hacerlo, por ejemplo, se tiene la identificación de dos grupos contrastantes dentro de la muestra del universo de estudio, estos son: Las mujeres entre 20 y 34 años con estudios profesionales que habitan en las localidades centrales de la ciudad de Toluca presentan condiciones de conocimiento, infraestructura y voluntad por ser encuestadas y también por participar con instituciones públicas mediante las vías digitales. Mientras que, los varones de 65 y más que cuentan con instrucción máxima de media superior en las localidades cercanas a la periferia del norte de Toluca no cuentan con voluntad por participar ni se sienten motivados a intentarlo.

El análisis descriptivo, involucró de manera protagónica el cálculo estadístico en un nivel de mayor profundidad. Se instrumentaron ejercicios para descubrir las medidas de tendencia central y de variabilidad como el principio que permitiera generar las conjeturas sobre la totalidad del territorio urbano, al pasar de un análisis sobre la población muestral a inferencias sobre la población total de 15 años y más dentro del área urbana de la ciudad de Toluca, interpretar las medidas de tendencia central y variabilidad en conjunto permiten medir variables subjetivas e inferir conclusiones generales (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2007, págs. 286,302). Desde aquí se pudo

vislumbrar un segundo nivel de análisis al pasar de la lectura sobre distribuciones de frecuencias en gráficas que representan las grupalidades de la muestra al nivel descriptivo sobre la totalidad de la población toluqueña de 15 años y más en áreas urbanas.

Los resultados del análisis descriptivo rondan resultados entre 0.40 y 0.60 en cuanto a la distribución estándar. Además, varianzas entre 0.001 y 0.03, en una recta numérica los primeros rondarían la media de la recta y los segundos estarían muy cerca del cero validando primero indicadores de grado medio para las condiciones y preferencias, segundo, la dispersión de datos, varianzas y probabilidades de error de ocurrencia casi en cero, es decir, mínimos riesgos de errar en los pronósticos. Esta situación representó una base estadística estable y fundamentó congruencia científica en las conjeturas y generalizaciones sobre el objeto de estudio. La sincronía de los datos, los cálculos y los resultados, instaron a los investigadores a ejecutar la prueba de la hipótesis desde el enfoque cuantitativo. Se partió de la aplicación del coeficiente de Pearson que resultó en 0.34, en una recta numérica entre -1 y 1, localizándola en la sección ocho de 12 en los cuales ubicar los resultados, esto es, una correlación positiva débil entre la variable dependiente e independiente de la hipótesis. El resultado positivo no mostró contundencia en la prueba y se procedió a la prueba desde un coeficiente diferente.

El coeficiente de determinación (r^2) o varianza de factores comunes, se calculó para medir por segunda ocasión la existencia de una relación o dispersión entre las variables generales de la investigación: independiente y dependiente. Con resultado de 0.001 como r^2 se comprueba la cercanía entre la correlación de las variables y como confluyen dentro del problema de investigación. Es cierto que el resultado es positivo, pero en una recta numérica entre -1 y 1 sería débil la explicación de una variable con respecto de la otra. Esto es, el coeficiente de Pearson permitió afirmar la existencia de la relación, mientras que el coeficiente de r^2 la poca variación y unión entre una y otra. Ante los resultados positivos débiles de ambos coeficientes que pueden explicar una relación cercana o una dispersión pequeña que logran probar que una variable afecte a la otra, aunque no sustancialmente, se hizo necesaria la descomposición factorial del problema de investigación para ahondar en los resultados con el objetivo de explicar dichos resultados en un tercer nivel de análisis que identifique variables específicas y su aporte en la correlación.

El análisis inferencial tuvo sus bases en la descomposición factorial y la explosión de variables. La prueba de KMO y Bartlett fue la herramienta para profundizar más en el conocimiento de la fuerza de las correlaciones entre los factores que promoverán el uso cotidiano de los servicios públicos digitales. Como primer cálculo fue necesario conocer si es apropiado aplicar un análisis multifactorial en esta investigación. Se corroboró mediante una medición primera e independiente de la relación entre variables, esta debía resultar cercana a 1 en el índice, al mismo tiempo debía contar con una significación <0.05 , es decir, debe estar probado que existe una relación positiva entre los factores y que la dispersión o significación no sea mayor al 5%, recordando que los niveles de significación representan la probabilidad de error en la ocurrencia de la hipótesis (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2007, pág. 302). Para los datos del estudio

presente los resultados fueron de 0.55² en la relación y 0.001 para la significación, validándose la posibilidad de aplicar el cálculo multifactorial.

La validación de los datos dio paso a la operacionalización de la hipótesis que transitó ésta de sus dos variables generales por 15 variables específicas, siete variables que componen las condiciones desde las que el ciudadano conoce a los nuevos servicios públicos digitales y ocho desde la que el ejercicio de introspección le haría sentirse motivado por utilizar dichos servicios. La aplicación del KMO y Bartlett como un análisis multifactorial de componentes principales correlacionó los grupos de variables específicas en multitud de relaciones, resultados y fuerzas de correlación a los que se les aplicó la matriz de componente rotado³. La matriz resultante de los cálculos automatizados en el ordenador arrojó cuatro nuevas relaciones específicas con correlación fuerte.

Los cuatro nuevos factores consisten en: primero el que aborda que las preferencias de usos están directamente influenciadas por la obtención de un beneficio particular (0.84); segundo, la homologación de la plataforma entre el teléfono móvil y la computadora de escritorio, con la predominancia del móvil como la principal vía de interacción (0.88); tercero, el conocimiento de la existencia de los servicios y su facilidad de uso (0.86) y; cuarto, que la calidad sea ubicua, es decir que los usuarios puedan obtener los mismos resultados desde un internet corporativo o al interior del hogar, sin fallas, horarios y con calidad en la conexión por parte del oferente del servicio público electrónico. Son estos los factores principales a ser considerados en la implementación de servicios públicos digitales que la ciudadanía reporta como indispensables para sentirse motivada a utilizarlos y capacitar a otros en el uso dentro de la ciudad de Toluca. En resumen, se numeran los nuevos factores así:

1. Beneficio particular y colectivo
2. Homologación de plataforma en teléfono y computadora
3. Conocimiento y facilidad
4. Calidad desde cualquier ubicación

DISCUSIÓN

La discusión de resultados parte de la notoria similitud entre los resultados de los coeficientes que han medido de manera inversa la correlación de las variables generales como prueba de la hipótesis (Pearson y Determinación r^2). Es cierto que ambos miden la correlación y se fundamentan en la probatoria de una relación lineal, situación que pudiera ser una crítica en la elección de los indicadores como herramientas para la medición de la relación hipotética. Sin embargo, es necesario desarrollar las principales diferencias para exponer de manera más clara las similitudes y diferencias entre ambos resultados. En su momento entrará en discusión el coeficiente de KMO y Bartlett frente a los dos primeros.

² Se ratifica y hace notar nuevamente un resultado positivo débil en una recta numérica entre cero y uno (índice).

³ Según el software *IBM SPSS* con el método de Varimax con normalización de Kaiser.

Anteriormente se mencionó que el Coeficiente de Pearson es un indicador que mide el grado de correlación entre las dos variables de la hipótesis. En este si el resultado es menor a cero significa que las variables se relacionan inversamente, es decir que, si la variable independiente incrementa su valor, la dependiente lo disminuirá proporcionalmente. Posiblemente útil en la disminución de afectaciones negativas o daños. Si la correlación es igual a cero, no existe relación, mientras que si es mayor a uno, como es el caso de estudio, se denomina una correlación perfecta, esto es que si se eleva el valor de una variable se elevara el de la otra, es entonces que se hace visible la utilidad del coeficiente en la investigación, para probar que si se incrementan los niveles de capacitación digital, homologación en la presentación digital y promoción de los servicios públicos digitales, será también mayor el número de ciudadanos que los utilicen de manera cotidiana; el resultado medido ente -1 y 1 fue de (0.34). Siendo rigurosos en la prueba, sería una relación perfecta si el resultado fuera 1 o muy cercano, en este caso fue positivo, pero más cercano al cero, situación que ya se mencionó con cierta inconformidad en el grupo de investigadores por lo que se requirió una nueva medición.

La nueva medición se instrumentó mediante regresión lineal con el Coeficiente de Determinación r^2 , este mide el espacio ajustado entre variables, exige una relación previa entre variables para posteriormente medir las bondades de unión o separación entre éstas. El resultado se expresa entre cero y uno en una recta numérica y entre más se acerque a uno el ajuste entre las variables significara que una variable afecta o explica a la otra en mayor o menor medida, en términos burdos, explicara las probabilidades de ocurrencia cierta de la hipótesis y al mismo tiempo la calidad en la relación entre las variables. Se puede decir que es un coeficiente que mide de manera ajusta el resultado Pearson o con mayor exactitud numérica. El resultado fue de 0.36 que, en las diferentes escalas numéricas para la medición de los coeficientes encontrados, el coeficiente de Determinación r^2 resulto aún más débil frente al de Pearson.

La confrontación de resultados entre coeficientes que prueban la hipótesis permite obtener resultados parciales probatorios, es decir; es cierto que ambos coeficientes prueban la hipótesis como válida y con esto podría concluir el trabajo investigativo, pero la observación de los resultados en un mayor nivel de profundidad permite observar resultados contrapuestos, al menos en su representación gráfica. Por su parte el coeficiente de Pearson (0.34) se puede localizar en la porción derecha de una recta numérica entre -1 y 1 en la que el cero está en el centro, mientras que el coeficiente de Determinación r^2 (0.36), se localizaría en la porción izquierda de la recta numérica entre 0 y 1 en la que el 0.5 sería el centro.

La explicación de la aparente contradicción debe conformar un nuevo argumento dentro de la narrativa, para ello será necesario recalcar que ambos indicadores coinciden como instrumentos probatorios sobre la existencia de la relación entre las variables de la hipótesis, situación que valida el marco teórico de la investigación en el cual diferentes autores, en diferentes medidas han utilizado algunos de los componentes de la hipótesis, con la aclaración que en ningún caso de la indagación documental o de los ocho casos referenciales, se agruparon las mismas variables que en la presente investigación. Volviendo al punto sobre la concordancia y aparente contradicción, es necesario conjuntar más allá de la validación, en un segundo nivel de análisis el coeficiente de

Pearson asegura que si se incrementa la variable dependiente se incrementan los valores de la independiente, mientras que el de Determinación r^2 asegura la existencia de la relación pero pone en duda el modelo del armado al resultar con 36% de posibilidades de que cada uno de los componentes de la variable independiente afecte directamente a la variable dependiente en su totalidad, es decir; influye pero será certero una de cada tres veces que se aplique.

La prueba de la hipótesis ha resultado positiva mediante ambos indicadores, pero se ha detectado variabilidad en los resultados a razón de 1/3, derivado del valor de 0.36 para la ocurrencia de esta, situación que no permitió conjeturar diferentes niveles de participación en cuanto a los componentes de las variables de la hipótesis. Se presumió entonces que el análisis factorial permitiría conocer específicamente cuales variables accionan la utilización de servicios públicos digitales en Toluca, por ello se recurrió al análisis de componentes principales instrumentado mediante el cálculo del KMO y Bartlett, los resultados mostraron las variables más relacionadas dentro del universo correlacional de 15 variables desprendidas de la operacionalización de la hipótesis. Entonces fue posible identificar los anteriormente mencionados cuatro factores compuestos por relaciones más fuertes y con mayores probabilidades de ocurrencia para que influyan de manera directa en el uso de las vías digitales para los servicios públicos bajo estudio.

Las diferentes relaciones que dan forma a nuevos factores han probado valores fuertes. Partiendo de la menor y en orden ascendente, se puede observar relación mayor al 0.73 que dentro de una recta numérica entre cero y uno, se localizan mayormente cercanas a uno, resultado que dota de garantías, con base en el coeficiente de Pearson, que si se elevan los valores de éstas dentro de la variable independiente modificarán la variable dependiente a razón aproximada de $\frac{3}{4}$ en la certeza. La variable en comento es la 4, que relaciona la calidad del servicio desde cualquier ubicación de conexión, esto es en términos simples que, la probabilidad de ocurrencia de que el ciudadano utilice un nuevo servicio por la vía digital que no presenta fallas ni intermitencias desde cualquier ubicación donde pretenda utilizarlo es 73%.

Continuando el orden ascendente, las demás variables compuestas identificadas muestran indicadores mayores al 0.86 en los tres factores compuestos restantes. Por ejemplo, la variable 3, que consiste en dotar al ciudadano del conocimiento de la existencia del servicio y hacerle notar la facilidad con la que este se utiliza ofrece posibilidades para que ocurra la utilización de éste en 86%. Mientras que, la variable 2 sobre la homologación en la presentación de la plataforma y como se visualiza en el teléfono móvil y la computadora⁴ con el conocimiento de la existencia de los servicios y su facilidad de uso arrojó resultados de ocurrencia en un 88%. La restante variable compuesta, la número 1, que trata sobre las preferencias de usos que están directamente influenciadas por la obtención de un beneficios particulares y colectivos muestra 84% de probabilidades que el ciudadano utilice los servicios si resulta beneficiado en algún ámbito.

Se han presentado entonces los factores principales que deberían ser considerados en la implementación de servicios públicos digitales con altas probabilidades de que ocurran

⁴ Con la predominancia del móvil como la principal vía de interacción.

si se combinan de la forma mencionada para que la ciudadanía se sienta motivada a utilizarlos y capacitar a otros en el uso de éstos, dentro de la ciudad de Toluca.

En cuanto a la discusión de los resultados obtenidos, se descarta la comparación sobre la línea de tiempo al no existir ejercicio comparativo en Toluca con el cual contrastar los resultados. Mientras que en cuestiones del intercambio entre los resultados obtenidos y los de alguna otra investigación se tiene que, para el factor compuesto de los beneficios particulares existen antecedentes teóricos de (Alderete, 2019) que asegura se deben integrar variables sociales en los temas urbanos tecnológicos, inclusive alude a cuestiones organizacionales y económicas, dicho en términos prácticos que pudieran sincronizarse con esta investigación sería la implementación de redes organizacionales para socializar el uso de las aplicaciones digitales y los resultados tanto en ahorro económico para la ciudadanía como en mejoramientos visibles para la ciudad.

Con respecto a la homologación en la presentación en computadora o teléfono móvil, se concuerda con Cabello (Reflexiones sobre inclusión digital como modalidad de inclusión social, 2014) que las aplicaciones deben abarcar cuatro dimensiones para que el ciudadano las utilice, estas son; acceso, uso, participación y autoafirmación. Reflexionando sobre esta última se tiene que la autoafirmación se obtiene cuando se cuenta con la seguridad de conocimiento del uso, se minimiza el sentimiento de posibles errores por no comprender la operación de la plataforma, es aquí donde se vuelve preponderante la homologación de la interfaz gráfica del servicio digital y es posible asegurar que 88% de los usuarios será motivado a interactuar por la vía digital si la plataforma es similar en teléfono o computadora. Desde la visión de Cabello (2014) es una forma de empoderar al ciudadano.

Mientras que para el factor compuesto que trata el conocimiento de servicio y seguridad sobre la facilidad de uso, que están muy ligados al empoderamiento de Cabello (2014), se tiene que, Djamel (2015) identifica que el principio para la atención de la brecha digital parte de dotar al ciudadano de dos factores, primero que conozca la existencia de las tecnologías y segundo que se impulse la seguridad en el uso mediante la creación de destrezas y habilidades digitales en la población. Para la variable de la calidad del servicio para la conexión desde cualquier ubicación, el mismo Djamel (2015) identifica un perfil de individuos conectados por las tecnologías de la información y las comunicaciones pero que sólo acceden desde el ámbito profesional o educativo, situación que hay que atender para lograr que dichos individuos socialicen en sus hogares con los mismos resultados, generando sinergias positivas de interacción digital. Se resalta el aporte de Djamel (2015) como pionero en la identificación de los perfiles de afectación de la brecha digital, sin los cuales no hubiera sido posible encontrar variables cuantitativamente comprobables para la atención de la brecha digital en Toluca.

CONCLUSIONES

Las conclusiones del trabajo se estructuran en la lógica del desarrollo de los análisis, es decir, van del análisis exploratorio, al descriptivo y finalmente al inferencial. Cada una se plantea de manera concisa y explica o justifica su razón de ser dentro del presente apartado. Por ejemplo, al haber probado la existencia de una correlación entre las dos

variables generales de la hipótesis fue posible concluir la congruencia en la construcción del marco teórico de la investigación en el cual diferentes autores, en diferentes medidas han teorizado con algunos de los componentes de la hipótesis, sea la necesidad de la capacitación digital sobre la población, de la equiparación en la forma que se visualizan los servicios en unos y otros dispositivos o de la promoción de la participación resultado de sinergias de gobiernos aplicadas sobre la población usuaria. De la misma forma se validó el marco referencial en el que autores como (Alderete, 2019), Cabello (2014, 2017) y (Djamel, 2015) han identificados factores para disminuir la brecha digital y promover diferentes vías de comunicación con los gobiernos por las vías de Internet. En cuanto a las conclusiones sobre el desarrollo del presente se tiene que:

Del análisis exploratorio se concluye en primera instancia que, fue posible identificar dos grupalidades contrastantes en el levantamiento de información en campo, mismas que fueron ratificadas en la construcción de tablas y gráficas en las que se detectó específicamente que las mujeres toluqueñas dentro de los tres grupos de edad comprendidos de 20 a 34 años, que cuentan con estudios superiores y que su hogar se localiza dentro de la localidad central Toluca de Lerdo resultaron con mayor voluntad por interactuar con instituciones públicas mediante Internet y utilizar los servicios digitales que ofrece el H. Ayuntamiento. Mientras que una segunda grupalidad de ciudadanos que se localiza en la localidad periférica de Jicaltepec Autopan con estudios máximos de media superior y edades entre los 65 y 69 mostró actitud renuente, falta de voluntad o motivación para el uso de los servicios digitales por Internet. Se puede decir que se ha identificado sectores de población sobre los cuales aplicar pruebas piloto en la implementación de nuevas aplicaciones para los servicios públicos bajo estudio.

El análisis descriptivo permitió elevar las conjeturas de la población muestral hacia el universo poblacional objeto de estudio. Los resultados permitieron observar un escenario de condiciones de medias a buenas dentro de la escala de Likert para la totalidad del área urbana conjunta en la ciudad de Toluca, anteriormente se describió que para cada variable medida con respecto a las condiciones de la calidad de conexión en infraestructura los resultados siempre rondan valores entre 0.4 y 0.6 como media, además la compactación de los datos dio certeza de los cálculos con varianzas entre 0.001 y 0.03. Realizados los cálculos de la estadística descriptiva se habilitaron los propios para la prueba de hipótesis que como se ha observado para ambos casos, Pearson y Determinación r^2 , fueron positivos. Asegurando así que existe correlación entre la capacitación digital, la homologación en cómo se ven la plataforma de servicios en el móvil y la computadora y la promoción de la participación por Internet con respecto al incremento en el uso de dichos servicios digitales.

En cuanto a las conclusiones para ambos coeficientes que probaron la hipótesis como válida es posible asegurar que el de Pearson identifica una correlación en el grado dos de los cinco que componen la escala de Likert, es decir, existe correlación positiva débil. Mientras que el de Determinación r^2 probó la existencia de compactación entre las variables, es decir que no están separadas dentro del campo semántico que trata las formas de atención a la brecha digital y promueve la interacción en temas de la ciudad por Internet. Esto es, el coeficiente de Pearson permitió afirmar la existencia de la relación, mientras que el coeficiente de r^2 la poca variación y unión entre una y otra, se ha probado entonces que la variable independiente afecta a la dependiente en razón

relativa de 34% mientras y que la probabilidad de ocurrencia se representa a razón de uno por cada tres veces que se aplique la hipótesis.

Finalmente, el análisis inferencial que nace de las conjeturas débiles de la prueba de hipótesis y que con la instrumentación del KMO y Bartlett permitió la identificación de componentes principales, le medición de sus correlaciones para distinguir entre todas cuatro factores o variables compuestas que elevarían el porcentaje de afectación para lograr la cumplimentación de la hipótesis, además de que cuentan con probabilidades de ocurrencia mayores al 0.75, es decir, lograrían el éxito en tres de cada cuatro aplicaciones de la hipótesis sobre la realidad toluqueña dentro de los parámetros de la población universo de estudio, es decir que la aplicación de estos elevará el número de usuarios que interactúan con instituciones del H. Ayuntamiento de Toluca por Internet, estos factores son: Obtención de beneficio particular y colectivo; La plataforma se ve igual en teléfono y computadora; Se conoce la existencia de los servicios y se percibe facilidad de uso; La plataforma se conecta con calidad desde cualquier ubicación y horario.

Se entrega entonces una nueva hipótesis con posibilidades de ser medida y probada en campo, tal vez replicando la metodología que permitió llegar a ellos y estableciendo una línea de investigación tendiente a la erradicación de la brecha digital y el establecimiento de un principio dentro de las ciudades que pretenden implementar tecnologías en la corriente de las nuevas gerencias públicas que asumen a los ayuntamientos locales como prestadores de servicios y a la ciudadanía como los clientes o usuarios de servicios, mejorando así la administración de recursos y tal vez elevando la calidad de vida dentro de las ciudades como Toluca que avanzan de a poco en la renovación de canales de comunicación dentro del marco democrático mexicano, es así que: La difusión de los servicios públicos digitales, los beneficios, facilidad de uso y promoción de la participación de los habitantes mediante la tecnología, conjuntas en una acción colectiva digital, posibilitarán la apropiación tecnológica ciudadana de dichos servicios.

BIBLIOGRAFÍA

Alderete, M. (2019). ¿Qué factores influyen en la construcción de ciudades inteligentes? Un modelo multinivel con datos a nivel ciudades y países. . *revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 71-89.

Cabello, R. (2014). Reflexiones sobre inclusión digital como modalidad de inclusión social. *VIII Jornadas de Sociología de la UNLP*. La Plata: UNLP.

Cabello, R. (2017). La vida en los bordes. Reflexiones sobre el acceso a las tecnologías y la inclusión digital. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 252-78.

Djamel, E. (2015). Brecha digital y perfiles de uso de las TIC en México: Un estudio exploratorio con microdatos. . *Culturales*, 167-200.

Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2007). *Fundamentos de metodología de la investigación*. Ciudad de México.: McGraw-Hill.

INEGI. (2020). *Censo de Población y Vivienda*. Ciudad de México.

INEGI. (2022). *Comunicado de Prensa 350/22 de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en Hogares, 2021*. Ciudad de México.

International Telecommunication Union . (2021). *Measuring digital development Facts and figures 2021*. Ginebra: ITU Publications.

© Daniel Herminio Alcudia de la Fuente, José Juan Méndez Ramírez, Arturo Venancio Flores

Alcudia de la Fuente, D.; Méndez Ramírez, J.; Venancio Flores, A. (2023). Análisis factorial en uso de servicios públicos digitales en Toluca, 2021. ***Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)***. 15(26) Sección I: 1-14

On-line: www.revistageosig.wixsite.com/geosig

Recibido: 15 de julio de 2023

Aceptado: 15 de octubre de 2023