

## La relación entre la marginalidad urbana y la brecha digital. El caso de Ciudad Juárez, Chihuahua, México, 2020

### The Relationship between Urban Marginality and the Digital Divide. The Case of Ciudad Juárez, Chihuahua, México, 2020

Yesua Martínez-Torres\*  <https://orcid.org/0000-0001-8981-4868>  
César Mario Fuentes-Flores\*\*  <https://orcid.org/0000-0002-7224-5723>

#### Resumen

**Objetivo:** analizar la relación entre la marginalidad urbana y la brecha digital regional en Ciudad Juárez, México. **Metodología:** se construyó un índice de marginalidad urbana mediante la técnica de componentes principales, y se estimaron ocho modelos de regresión de mínimos cuadrados ordinarios y rezago espacial. Se utilizó la información censal de 2020 y el Inventario Nacional de Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. **Resultados:** el análisis demuestra que la relación entre la marginalidad urbana y la brecha digital es positiva y significativa, sobre todo para las viviendas que no disponen de telefonía móvil ni de internet. **Valor:** el estudio contribuye de manera empírica a comprender la forma en que la falta de internet y de dispositivos electrónicos afecta las áreas marginales, sobre todo en el contexto de ciudades fronterizas donde hay grandes áreas de este tipo. **Limitaciones:** el análisis solo se consagra a explicar los efectos de la brecha digital en Ciudad Juárez y deja de lado otras ciudades de la frontera México-Estados Unidos. Además, solo recurre a un primer debate acerca de la brecha digital el cual versa sobre la disponibilidad de tecnología. **Conclusiones:** los resultados dan cuenta de que para las personas que residen en áreas marginales, la falta de tecnología agrava su condición de marginalidad en la ciudad.

**Palabras clave:** marginalidad urbana; brecha digital; regresión espacial; Ciudad Juárez.

#### Abstract

**Objective:** To analyze the relationship between urban marginalization and the digital divide in Ciudad Juárez, México. **Methodology:** An urban marginality index was constructed using the principal components technique. Also, eight ordinary least squares regression models and a spatial lag were estimated. The 2020 census information was used as well as the 2020 National Housing Inventory produced by the National Institute of Statistic and Geography. **Results:** The analysis identifies that the relationship between urban marginalization is positive and significant with respect to the digital divide, mainly for the percentage of homes that do not have mobile phones and internet. **Value:** This study empirically contributes to understanding how the absence of the internet and electronic devices is still linked to and affects marginal areas, especially in a border context characterized by the emergence of marginal areas in the city. **Limitations:** The analysis only focuses on explaining the effects for the case of Ciudad Juarez, leaving aside other cities on the U.S.-Mexico border. And it only takes up a first debate on the digital divide that addresses the availability of technology. **Conclusions:** The results show that for people living in marginal areas, the absence of technology can exacerbate their condition in the city.

**Keywords:** urban marginality; digital divide; spatial regression; Ciudad Juárez.

■ Cómo citar: Martínez-Torres, Y., y Fuentes-Flores, C. M. (2024). La relación entre marginalidad urbana y la brecha digital. El caso de Ciudad Juárez, Chihuahua, México, 2020. *región y sociedad*, 36, e1871. <https://doi.org/10.22198/rys2024/36/1871>

\*Autor para correspondencia. El Colegio de México, A. C., Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales. Carretera Picacho Ajusco Núm. 20, Ampliación Fuentes del Pedregal, Tlalpan, C. P. 14110, Ciudad de México, México. Correo electrónico: [ymartinez@colmex.mx](mailto:ymartinez@colmex.mx)

\*\*El Colegio de la Frontera Norte, Unidad Ciudad Juárez, Av. Insurgentes Núm. 3708, Fraccionamiento Los Nogales, C. P. 32350, Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Correo electrónico: [cfuentes@colef.mx](mailto:cfuentes@colef.mx)

Recibido: 31 de enero de 2024.

Aceptado: 16 de abril de 2024.

Liberado: 21 de mayo de 2024.



Esta obra está protegida bajo una Licencia  
Creative Commons Atribución-No Comercial  
4.0 Internacional.

## Introducción

A principios del siglo XXI, el desarrollo desigual de las economías capitalistas, la desarticulación del Estado de bienestar, el avance tecnológico y la globalización dieron cabida a la aparición de una nueva clase obrera sociotécnica, a un proceso de tecnificación de la infraestructura urbana y a una digitalización de los bienes y servicios urbanos (Castells, 2000; Wacquant, 2007a; Zukin, 2020). Tales elementos conllevan una reformulación conceptual y analítica de la marginalidad urbana ante las nuevas condiciones del continuo desarrollo tecnológico (Wacquant, 2007a).

La penetración de las tecnologías de información y comunicación (TIC) han acrecentado las desigualdades existentes en las ciudades a partir de la separación entre las áreas que tienen mayor acceso a infraestructura y bienes tecnológicos —internet, equipos de cómputo y telefonía— y la población que vive en áreas marginales, que tiene limitado o nulo acceso al avance tecnológico (Castells, 2001a; Speak y Graham, 1999). Por lo tanto, el acceso desigual a las TIC es un factor que modifica la forma en que se percibe la marginalidad urbana (Martínez, 2020).

Las ciudades de la frontera norte de México son un buen caso para analizar la relación entre la brecha digital y la marginalidad urbana, por las siguientes razones: 1) las ventajas de localización de las ciudades fronterizas respecto al mercado de Estados Unidos condujeron a que las redes globales de producción se integraran en una función subordinada mediante la construcción de plantas industriales que producen gran diversidad de productos que distribuyen a otros proveedores en distintas latitudes. Esta situación incentiva el desarrollo de parques industriales conectados de manera tecnológica que posibilitan mantener el vínculo operativo con sus plantas matrices situadas en ciudades globales de Estados Unidos, Japón y Europa (Fuentes y Peña, 2010). 2) El emplazamiento de empresas en distintas ciudades de la frontera norte motivó un importante flujo migratorio del interior del país en busca de la oferta laboral que promovía la industria. Tal oferta se caracteriza por ser de bajos ingresos en la mayoría de los puestos de operadores, lo que ocasiona que gran parte de la población migrante tienda a establecerse, por razones económicas y sociales, en asentamientos de la periferia de las ciudades donde hay escasez de bienes y servicios e irregularidad en el uso de suelo, condición que da lugar a los barrios marginales.

El propósito del presente estudio es analizar el efecto de la inaccesibilidad en las tecnologías de información y de comunicación en la marginalidad urbana. Para ello se toma como caso de estudio Ciudad Juárez, ubicada en la frontera de Chihuahua con Texas.

Uno de los resultados del análisis describe que la brecha digital afecta de manera significativa el nivel de marginalidad. La falta de teléfonos móviles e internet puede incrementar el nivel de marginalidad hasta en 1%, y la carencia de computadora y de teléfono móvil tiene un efecto menor de 0.5%. Incorporar el efecto de dependencia espacial (la contigüidad o vecindad de las observaciones) mejora el ajuste y coeficientes del modelo.

Entre las aportaciones del análisis predomina la incorporación del efecto espacial en la estimación del efecto de la brecha digital en la marginalidad urbana. Los estudios de Buys, Dasgupta, Thomas y Wheeler (2009), Martínez (2020), Pick, Nishida y Zhang (2013), Pick, Sarkar y Johnson (2015) han advertido la presencia de la dependencia espacial en la estimación de los modelos. El presente artículo demuestra que la marginalidad urbana y la brecha digital están influidas por el efecto espacial que presenta el territorio. Además, el análisis pone en evidencia el efecto diferenciado que presenta cada dimensión de la brecha digital en el nivel de marginalidad urbana.

El artículo se estructura en cuatro apartados. El primero expone los marcos conceptuales de la marginalidad urbana y la brecha digital. En el segundo se describe la estrategia metodológica que se implementó, que consiste en la construcción de un índice de marginalidad mediante el análisis de componentes principales y de la estimación de ocho modelos autorregresivos con variable rezagada en términos espaciales. En el tercero y cuarto apartados se presentan los principales resultados derivados del análisis y las reflexiones finales.

## Revisión de la literatura

### Nuevas perspectivas para entender la marginalidad urbana

Aquí se exponen los marcos analíticos que permiten establecer la relación entre marginalidad urbana y brecha digital. La literatura que trata ambos fenómenos no señala de manera explícita que la brecha sea un factor que agrave la marginalidad urbana. Por lo tanto, el siguiente apartado propone una aproximación analítica desde la perspectiva de la marginalidad urbana avanzada propuesta por Wacquant (2007a). Esta perspectiva posibilita establecer un vínculo entre la marginalidad urbana y el fenómeno de la brecha digital, ya que considera que la inaccesibilidad a las TIC, los efectos que esta tiene en el mercado de trabajo y en los barrios precarios situados lejos del avance tecnológico y la producción informática, son factores que caracterizan las nuevas condiciones de la población que reside en contextos de marginalidad en las ciudades del siglo XXI.

El fenómeno de la marginalidad urbana se ha considerado siempre una condición característica de determinados sectores sociales que exhiben la carencia de bienes y capacidades que limitan su desarrollo. Inicialmente la marginalidad se atribuía a la población que emigraba a las ciudades y que no conseguía adaptarse a las nuevas demandas de la vida urbana moderna. Por consiguiente, esos sectores de la población se fueron desplazando a los barrios precarios de la ciudad, cuyo paisaje de esos espacios era la pobreza y la violencia (Lezama, 2002).

El interés en comprender los fenómenos de la marginalidad, de la segregación y de las desigualdades urbanas llevó a algunos académicos a analizarlos a partir de la construcción de índices. Este tipo de estudios se concentró en el examen de dichos fenómenos y derivó en una larga tradición de investigación que implementa técnicas de análisis factorial para construir los índices y tratar

de explicar la mayor cantidad de variación de un fenómeno multidimensional en pocos factores que sinteticen su complejidad.

Los índices de marginalidad, de segregación y de desigualdad incorporaron al principio las dimensiones asociadas con el aspecto ecológico de donde vivían las personas marginales: falta de servicios, condiciones de la vivienda y características del vecindario. Después la medición incorporó las dimensiones que se relacionan con las capacidades de las personas: la falta de educación y el desempleo. Las modificaciones en las dimensiones y en las variables de los índices de marginalidad se deben en parte al avance de la discusión teórica y conceptual que ha presentado el tema. Un ejemplo es la descripción que hace Martínez (2020) sobre la evolución conceptual de las diferentes perspectivas que han abordado el examen y la medición de la marginalidad urbana.

#### *La constitución de una marginalidad urbana avanzada*

Para fines de este trabajo se recurre a la propuesta teórica-conceptual que ha desarrollado Wacquant (2007a), sociólogo que señala que la marginalidad urbana avanzada es un fenómeno que se presenta en la primera etapa de la época fordista y que se exhibe en su totalidad cuando comienza el nuevo milenio. De acuerdo con Wacquant (2007a, pp. 268-269), esta clase de marginalidad se debe a la expulsión de la población de clase baja al margen físico y social de la ciudad, a raíz del avance de los “sectores avanzados” de las nuevas economías y sociedades en las metrópolis occidentales.

La adición de la categoría “avanzada” modifica la forma en cómo se entiende la marginalidad urbana, ya que esta propuesta considera que el fenómeno se produce por las fuerzas estructurales del crecimiento económico polarizado, las políticas de retroceso social, la fragmentación y la precarización del mercado laboral, factores que se han traducido en la automatización de la economía informal en las zonas urbanas decadentes, en el desempleo de los sectores más vulnerables y en la enajenación urbana (Wacquant, 2007a).

La propuesta de marginalidad urbana avanzada sobresale por la inclusión de dos aspectos fundamentales. El primero es la reincorporación de la dimensión espacial como elemento que interviene en la concepción de la marginalidad, aspecto que se dejó de lado en los debates sobre el fenómeno y sobre el efecto que tiene el entorno físico en la concepción de la marginalidad (Martínez, 2020). Sabatini (1981) dice que el carácter ecológico, o el medio ambiente construido, contribuye a poner en evidencia la marginalidad en las ciudades latinoamericanas, porque esta se verifica mediante el estatus de la tenencia de suelo y las características de las viviendas.

La dimensión espacial incorpora aspectos como la relegación, el estigma y la alienación de la población en el territorio, como elementos constitutivos de la marginalidad urbana avanzada. Dicho de otra forma, el proletario de la nueva marginalidad se asienta en barrios que tanto la sociedad interna como la externa ha degradado y aislado, situación que los convierte en un microuniverso territorial aglomerado, concentrado y muy definido (Wacquant, 2007a y 2007b). El Estado y las fuerzas del mercado “establecen” quién, cómo, dónde y por cuánto tiempo quedan las personas expulsadas al margen de la ciudad,

ya sea de forma simbólica, mediante la estigmatización, o de forma literal a través del desempleo y la distribución desigual de los bienes y servicios públicos (Wacquant, 2007a y 2014), o, en su defecto, el lugar en donde la población debe residir en la ciudad.

Una característica de las ciudades de América Latina que se vincula a la propuesta de Wacquant (2007a; 2014), es la forma en que se ha dado el proceso de urbanización, ya que en gran parte de ellas se han creado asentamientos informales en la periferia urbana producto del arribo de la población migrante que no tiene la posibilidad económica para adquirir o alquilar una casa en las áreas consolidadas de la ciudad. Esta circunstancia se vive con mayor intensidad en las ciudades de la frontera norte de México. Tal es el caso de Ciudad Juárez y Tijuana, donde hay un gran porcentaje de asentamientos que surgieron en la informalidad y que se han consolidado a través del tiempo (Alegria y Ordóñez, 2005).

El segundo aspecto que propone Wacquant (2007a) se orienta a la importancia del avance tecnológico, la economía informacional y la terciarización del trabajo. Aunque el autor no dice de manera explícita que la inaccesibilidad a las TIC representa una nueva dimensión de la marginalidad o que incrementa tal condición, de forma implícita sugiere que la incapacidad técnica de la población para manejar las herramientas tecnológicas interviene en la conformación de la marginalidad o a incrementarla.

La modernización económica que resulta de la nueva división del trabajo, de la aparición de industrias con base tecnológica y de la producción masiva de datos, posibilitó que se originara una clase de empleos que ha polarizado el mercado de trabajo. Lo que se traduce en un aumento paulatino de la mano de obra calificada con grandes remuneraciones, y en la baja o nula calificación de los obreros, lo cual hizo crecer el desempleo debido a que las personas no cumplían con los requerimientos del mercado laboral (Sassen, 2007; Wacquant, 2007a). Por consiguiente, el asalariado en la marginalidad avanzada queda inmerso en la precarización y la flexibilidad laboral, que se caracterizan por la ausencia de protección social, la informalidad laboral y el desempleo que enmarcan las nuevas condiciones del empleo (Wacquant, 2007a).

El surgimiento de la nueva economía o *economía informacional* redujo la desigualdad entre los miembros privilegiados de la sociedad y las clases desplazadas que viven en barrios populares, porque el modo de producción informativo trajo consigo la aparición de “agujeros negros” en el centro y en la periferia de las ciudades (Castells, 2001b; Wacquant, 2007a; Srnicek, 2019).

Wacquant (2007a) señala que la modernización de la economía está acompañada de una miseria modernizada, percibida como el ascenso de nuevas desigualdades, que, a diferencia de la marginalidad y la pobreza tradicional, son muy evidentes en las metrópolis occidentales a través de la indigencia, el deterioro de barrios populares, la desocupación y el subempleo. La conformación de este conjunto de áreas urbanas relegadas es ajena al desarrollo de los servicios avanzados, de los sistemas de telecomunicaciones y de los flujos informáticos, debido a la selecta concentración espacial de los nodos estratégicos de las prin-

cipales ciudades globales, los cuales tienen un determinado poder en servicios e información (Castells, 2000 y 2001b; Wacquant, 2007a).

### *La brecha digital como efecto de la marginalidad urbana*

La brecha digital se entiende como la desigualdad que hay entre las personas que pueden tener acceso a las tecnologías y las que lo tienen limitado o no lo tienen en absoluto (Castells, 2001a; Dijk, 2017). Por lo general, se piensa en primer término en la carencia de internet y de computadora, pero la carencia suele extenderse a otros dispositivos, como el teléfono móvil, los *smartphones* o incluso el *hardware* y el *software* (Dijk, 2017).

El concepto de brecha digital apareció por primera vez en los estudios publicados por el Departamento de Comercio de Estados Unidos, a mediados de la década de 1990. El reporte mostraba la penetración que tenía en aquel entonces el acceso a internet en los hogares de ese país (Dijk, 2017). La primera aproximación se hizo desde una perspectiva de disponibilidad material, lo que permitió detectar los factores que limitaban el acceso a las TIC: el ingreso económico, el estrato social, la raza, la etnia, el género y la edad (Dijk, 2017; DiMaggio y Hargittai, 2001).

En el avance conceptual sobre la brecha digital se pueden considerar dos debates. El primero corresponde a la brecha de primer nivel, en el que el interés se enfoca en el acceso físico, esto es, en la capacidad para obtener la conexión a internet, las herramientas y los medios digitales (Dijk, 2005 y 2017; DiMaggio y Hargittai, 2001). El segundo debate corresponde a la brecha digital de segundo nivel. Esta discusión se ha redireccionado hacia las habilidades que se requieren para usar internet y los medios digitales, pues se enfatiza que la brecha digital comienza en realidad cuando se logra el acceso material a las TIC, porque el problema principal es que la persona no tiene la capacidad para usar las herramientas tecnológicas en la vida cotidiana (Dijk, 2005 y 2017).

Si bien el debate sobre la brecha digital en los últimos años dirigió su interés hacia las capacidades de uso de las TIC (Dijk, 2017 y 2005; DiMaggio y Hargittai, 2001; Toudert, 2016), en el presente análisis se considera que en el contexto mexicano el acceso a un dispositivo electrónico o a internet es todavía difícil para un sector considerable de la población, en particular para las personas que viven en entornos marginales. Por ejemplo, en Ciudad Juárez aún hay colonias en las que 50% de las viviendas no tienen acceso a internet y 70% no dispone de computadora (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020).

Las contribuciones conceptuales de Castells (2000, 2001a y 2001b), Graham y Marvin (1996 y 2001) sobre las TIC y la brecha digital posibilitan establecer un vínculo analítico con la marginalidad urbana. Los autores consideran que hay una relación palpable entre dicha brecha y la marginalidad urbana, puesto que la carencia de bienes y servicios y el bajo nivel socioeconómico de los barrios marginales limita el acceso de su población a las herramientas tecnológicas (Castells, 2000, 2001a y 2001b; Graham y Marvin, 1996 y 2001).

Los barrios marginales son considerados, bajo estas perspectivas, “agujeros negros” (Castells, 2000 y 2001a) o espacios con conexiones débiles (Graham y Marvin, 2001). Ambas categorías suponen que las condiciones estructurales del

mercado limitan la posibilidad de tener acceso a las TIC, por las bajas rentabilidad y capitalización que representan los barrios marginales para proveerlos de infraestructura tecnológica (Castells, 2000; 2001a y 2001b; Graham y Marvin, 1996 y 2001). Estas propuestas entienden que las TIC solo se localizan en áreas, barrios y manzanas que constituyen un nodo estratégico para la conexión con la economía global, lo que hace que se formen enclaves urbanos que capitalizan una amplia conectividad tecnológica y que por lo general están rodeados por áreas grandes que no tienen servicios o medios tecnológicos (Graham y Marvin, 2001).

La inaccesibilidad a los equipos de cómputo y de telefonía, a la par de la falta de cobertura de internet y de telefonía, implica que las personas paguen costos adicionales y que tengan barreras que inhiben la posibilidad de mejorar su posición social y económica ante las dinámicas digitales (Graham, 2002). Cuando se establece un vínculo entre la brecha digital y la marginalidad urbana, se reduce la capacidad de los individuos de sortear los obstáculos de los barrios populares decadentes, lo que disminuye la posibilidad de ascender en la escala social. Por estas razones la sociedad del conocimiento, la era de la información y la nueva economía solo quedan en ideas falsas de las sociedades del primer mundo (Wacquant, 2007a).

#### *Evidencia empírica de la brecha digital y de las desigualdades urbanas*

La literatura empírica sobre el análisis de la relación entre la brecha digital y la marginalidad urbana es muy variada. Sobresale el análisis que elaboraron Chakraborty y Bosman (2005) sobre la disponibilidad de computadoras en función del ingreso de los hogares en Estados Unidos. Los autores identifican que en los hogares de población blanca que disponen de una computadora tienen mayor ingreso que aquellos de población afroamericana que también poseen una computadora. Además, identifican que las mayores desigualdades en los ingresos se presentan en los hogares de los estados sureños estadounidenses que disponen de computadora.

Hay otros análisis, como los de Buys et al. (2009), Pick et al. (2013) y Pick et al. (2015), cuya perspectiva analítica se ha orientado a incluir la dimensión espacial del fenómeno de la brecha digital. Buys et al. (2009) estudian los países del África Subsahariana y determinan que, independientemente de los niveles de pobreza del continente, las disparidades regionales en relación con el acceso a los sistemas de telefonía celular se incrementan. Aplicar una política que incentive instalar antenas telefónicas podría reducir bastante la inaccesibilidad a la telefonía móvil.

Pick et al. (2013) y Pick et al. (2015) han utilizado el índice de Moran y de conglomerados. En el primer estudio se examinan las provincias de China y se determina la aglomeración geográfica de las provincias con altos niveles de tecnología entre 2006 y 2009. En el segundo estudio, los autores se ocupan de cada estado de Estados Unidos, y sostienen que disponer de tecnología se relaciona con el capital social, la educación universitaria, el origen étnico y las zonas urbanas.

El estudio de Sarkar, Pick y Rosales (2023) demuestra que en los condados metropolitanos de Estados Unidos la población negra e hispana se correlaciona de modo negativo con el uso de internet en el hogar y con la disponibilidad de computadora. Los autores detectan autocorrelación espacial en los residuos del modelo mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y subrayan que los valores del índice de Moran son más altos para el uso de internet y más bajos para los hogares que solo tienen teléfono celular. También dicen que la autocorrelación espacial se reduce a medida que se realiza una desagregación en las unidades de análisis.

La evidencia empírica en el contexto mexicano ha sido más limitada. El análisis de marginalidad y brecha digital lo ha desarrollado sobre todo Toudert (2013, 2016 y 2022). El autor ha detectado que el nivel de marginalidad urbana es característico de las localidades cuya población no supera los cincuenta habitantes. Además, ha constatado que la inaccesibilidad a internet, computadora, teléfono móvil y telefonía fija se relaciona con los estratos de mayor marginalidad.

Martínez (2020) halló que en Tijuana las áreas geoestadísticas básicas que tienen altos niveles de marginalidad tienden a presentar mayor inaccesibilidad a internet, computadora y teléfono móvil. El estudio destaca porque trata de hacer un análisis a escala de desagregación geográfica de área estadística.

La mayoría de los estudios que examinan la brecha digital y la marginalidad urbana han tratado de incorporar la dimensión espacial en la modelación del fenómeno, pero ninguno ha realizado una estimación mediante un modelo de regresión espacial. A esto se añade que la mayoría de los estudios analizan ambos fenómenos a escala nacional o regional por país, dejando de lado el nivel local. El presente artículo recurre a un modelo de regresión espacial para saber qué relación hay entre la brecha digital y la marginalidad urbana.

## Metodología

### Construcción de un índice de marginalidad urbana

Entre los métodos más recurrentes para analizar fenómenos multidimensionales, como la marginalidad urbana, está el análisis factorial en su derivación de componentes principales (ACP). En términos generales, el método sintetiza la variabilidad de un conjunto de variables en dos o más factores sin tener una gran pérdida de información relevante (López y Fachelli, 2016).

El primer paso para construir el índice mediante el ACP es seleccionar las variables que constituyen el fenómeno de la marginalidad urbana. Se emplearon cuatro dimensiones para integrar el índice: laboral, vivienda, bienes y servicios y entorno urbano. En segunda instancia se procede a corroborar que haya una correlación entre las variables, para concluir con la normalización y la estratificación del resultado del índice.



## Modelo de regresión espacial

Para comprobar el efecto de la brecha digital en la marginalidad urbana, se realiza una primera estimación mediante un modelo de regresión por el método de MCO. La aplicación del método por MCO exige que los errores del modelo no presenten independencia entre sí, porque ello ocasionaría que los estimadores del modelo sean ineficientes y las varianzas estén sesgadas (Dubin, 1988 y 1998). Para solucionarlo es necesario incorporar al modelo la dependencia espacial presente, lo cual se lleva a cabo a partir de una segunda estimación mediante la implementación de un modelo autorregresivo espacial (SAR) con variable rezagada *rho* o con término de error. La tabla 1 exhibe las variables de brecha digital que se incorporan como regresoras al modelo de regresión por MCO y al modelo SAR.

Es importante tener en cuenta que, además de las variables regresoras de interés, es necesario identificar covariables que tengan una correlación con un signo opuesto a las variables de índice de marginación y de brecha digital, ya que estas pueden suprimir la evidencia de cualquier efecto positivo de las variables de dicha brecha en el indicador de marginalidad urbana. Las variables control que se seleccionaron para los modelos fueron *la población masculina*, *la población femenina* y *la población de 60 años o más*. Para los modelos de regresión por MCO y SAR se utilizó el software GeoDa subversión 1.20.0.8 de acceso libre.

Tabla 1. Variables incluidas en el modelo

Concepto	Dimensión	Variables
Marginalidad urbana	Laboral	Porcentaje de población no derechohabiente a servicios de salud (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020) Porcentaje de población desocupada (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020)
	Vivienda	Porcentaje de viviendas con un solo cuarto (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020) Porcentaje de viviendas con piso de tierra (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020)
	Bienes y servicios	Porcentaje de viviendas sin agua entubada (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020) Porcentaje de viviendas sin drenaje (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020) Porcentaje de viviendas particulares que no disponen de refrigerador (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020)
	Entorno urbano	Porcentaje de vialidades que no disponen de banquetas (Características del entorno urbano, INEGI, 2020) Porcentaje de vialidades que no disponen de alumbrado público (Características del entorno urbano, INEGI, 2020)

Concepto	Dimensión	Variables
Distancia digital	Indisponibilidad a TIC	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de internet (PVPHSI) (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020) Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de computadora (PVPHSC) (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020) Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de teléfono móvil (PVPHSTM) (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020) Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen de teléfono fijo (PVPHSTF) (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020)
Variables de control		Población masculina (PobMasc) (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020) Población femenina (PobFem) (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020) Población de 60 años o más (Pob60+) (Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2020)

Fuente: elaboración propia con base en Martínez (2020).

El efecto de dependencia espacial se puede entender como “la existencia de una relación funcional entre lo que sucede en un punto del espacio y lo que sucede en otro lugar” (Anselin, 1988, p. 11). En términos empíricos, se puede entender como la relación funcional que presentan las observaciones dada la forma en cómo se distribuyen en el territorio, ya que las observaciones con mayor cercanía (vecindad) presentan una mayor relación; en contraste, las observaciones con una menor cercanía tienden a estar menos relacionadas. Esto se debe en parte a la forma en que se recolectan y añaden los datos, ya que estos siguen una estructura vinculada a la ubicación de las observaciones. En otras palabras, los datos que se observan en un territorio suelen estar ordenados a partir de unidades contiguas, áreas censales o delimitaciones político-administrativas, por lo cual la covariación entre las observaciones depende de la configuración espacial de estas (Anselin, 1988).

Un ejemplo de lo anterior son las fuentes de información censal, cuyas observaciones desagregadas a escala de área geoestadística urbana están vinculadas con la vecindad y la construcción de las unidades. Esto también puede estar presente según el tipo de fenómeno que se analiza, puesto que la marginación urbana y la brecha digital tienden a ser problemas muy concentrados en ciertas áreas de la ciudad. Prueba de ello es el análisis de Martínez (2020), quien demuestra que en Tijuana las áreas geoestadísticas que no tienen acceso a internet, a computadora ni a teléfono móvil tienden a presentar una contigüidad geográfica.

El procedimiento que sugiere Anselin (1988) para estimar un modelo SAR consiste en hacer un primer diagnóstico mediante el modelo de regresión MCO. La especificación del modelo es la siguiente:

$$\ln y = \ln \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_k + \varepsilon$$

Donde  $\ln y$  es el índice de marginalidad urbana en términos logarítmicos,  $\ln \beta_0$  es un término constante por estimar y  $\beta_k (k = 1, \dots, K)$  indica el cambio del índice de marginalidad de la *kaésima* variable de  $X_k$ ,  $X_k$  y representa una matriz de las variables de brecha digital y de control, y  $\varepsilon$  es el término de error aleatorio.

Una vez estimado el diagnóstico mediante MCO, se prosigue con las pruebas de dependencia espacial a partir del índice de Moran aplicado a los residuos del modelo. Si la prueba de la hipótesis del índice de Moran es significativa, indica que el modelo presenta autocorrelación espacial y, por lo tanto, se determinará la aplicación de un modelo espacial con variable rezagada o con estructura de error. El tipo de especificación se determina a partir de los multiplicadores de Lagrange. Si se obtiene un multiplicador significativo o robusto  $LM_\rho$ , el modelo se especifica con variable rezagada. En el caso de obtener un multiplicador de Lagrange de error el modelo se especifica con estructura de error. Para realizar los diagnósticos de dependencia espacial es necesario construir una matriz de pesos espaciales  $W_{n \times n}$ . Para el caso de modelo se optó por un criterio de vecindad tipo reina, de primer orden de contigüidad, ya que solo se pretende considerar los vecinos que rodean la unidad espacial. Esta misma matriz de pesos espaciales se emplea también en la estimación del modelo autorregresivo espacial.

En los resultados de los diagnósticos de dependencia espacial aplicados a los residuos de los modelos OLS, se observó la presencia de autocorrelación espacial. Del mismo modo, las diferentes pruebas confirmaron que la presencia de autocorrelación espacial fue de tipo sustantiva *rho*, por lo cual se aplicaron modelos autorregresivos espaciales con variable rezagada (véanse tablas 2 y 3).

Es importante señalar que el modelo autorregresivo espacial se estima mediante el método de máxima verosimilitud, por lo cual, para comprobar la eficiencia del modelo, se recurre a la comparación de los criterios de Akaike y Bayesiano y a las pruebas de hipótesis del logaritmo de máxima verosimilitud. La especificación del modelo autorregresivo espacial está dada como:

$$\ln y_i = \rho W \ln y + X \beta + u$$

Donde  $y_i$  es un vector de  $n \times 1$  de observaciones sobre la variable dependiente;  $X$  es una matriz  $n \times K$  de observaciones sobre las variables independientes empleadas en el modelo;  $W$  indica la matriz de pesos espaciales  $n \times n$ ;  $u$  es el vector  $n \times 1$  de términos de error independiente e idénticamente distribuidos;  $\rho$  es el coeficiente autorregresivo espacial y  $\beta$  es un vector  $k \times 1$  de coefi-

cientes de regresión. El término  $Wl_{ny_i}$  representa una variable dependiente espacialmente retrasada, o retraso espacial (Anselin, 1988).

### Fuentes de información

La publicación del Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020) es la principal fuente de información que se usó para obtener las variables que constituyen el índice de marginalidad urbana y las variables de inaccesibilidad a las TIC que miden la relación en los modelos de regresión. Además, se consultaron las características que registra el *Entorno urbano del inventario nacional de vivienda* (INEGI, 2020) para complementar la información que compete a la última dimensión de marginalidad.

### Resultados y discusión

A partir de la década de 1970, Ciudad Juárez, en conjunto con otras ciudades de la frontera norte, experimentó un rápido proceso de urbanización. El área urbana de la ciudad se extendió 151.6%, mientras que la población presentó un crecimiento de solo 64.6% entre 1990 y 2015 (López y Peña, 2017). El crecimiento de esta área y de la población se vincula con el proceso de industrialización ocasionado sobre todo por la cercanía de la ciudad al mercado de consumo norteamericano (Fuentes y Cervera, 2006). En este contexto, Ciudad Juárez se posiciona entre las principales ciudades receptoras de migración interna e internacional que quiere cruzar a Estados Unidos y que, si no lo logra, se queda en la ciudad y se emplea en la industria manufacturera.

Producto de la situación señalada en el párrafo anterior, la base económica de la ciudad está concentrada en tres sectores: el industrial, que representa 59% de la población económicamente activa (PEA), el del comercio y servicios con 37% y el de la construcción con 4% (Instituto Municipal de Investigación y Planeación, 2010). La mayoría de los empleos industriales están en la industria maquiladora. Su proporción es alta en cuanto a bajos ingresos, lo que contribuye a que los trabajadores no tengan acceso al mercado formal del suelo y a vivienda y que tengan que establecerse en la periferia urbana para entrar en el mercado del suelo de bajo costo e informal (López y Peña, 2017). Este desplazamiento a los márgenes se convirtió en un patrón de crecimiento urbano: grandes rezagos en servicios públicos, como agua, drenaje, electricidad y caminos, entre otros. No es de sorprender que en esa zona de la ciudad la primera componente<sup>1</sup> de marginalidad urbana se relacione con las características ecológicas del fenómeno, pues incluye aspectos de vivienda, de dotación de servicios públicos y de entorno urbano. Las áreas con puntuaciones más altas se localizan en la periferia, sobre todo en el norponiente y surponiente de la ciudad, ubicación

1 El análisis de componentes principales identificó dos componentes. La primera incluye variables vinculadas a las características de la vivienda, a la dotación de servicios y al entorno urbano. La segunda se vincula con la parte laboral y los bienes de la vivienda.

que agudiza las condiciones de precariedad de los residentes de ese sector y la formación de barrios marginales (véase figura 1).

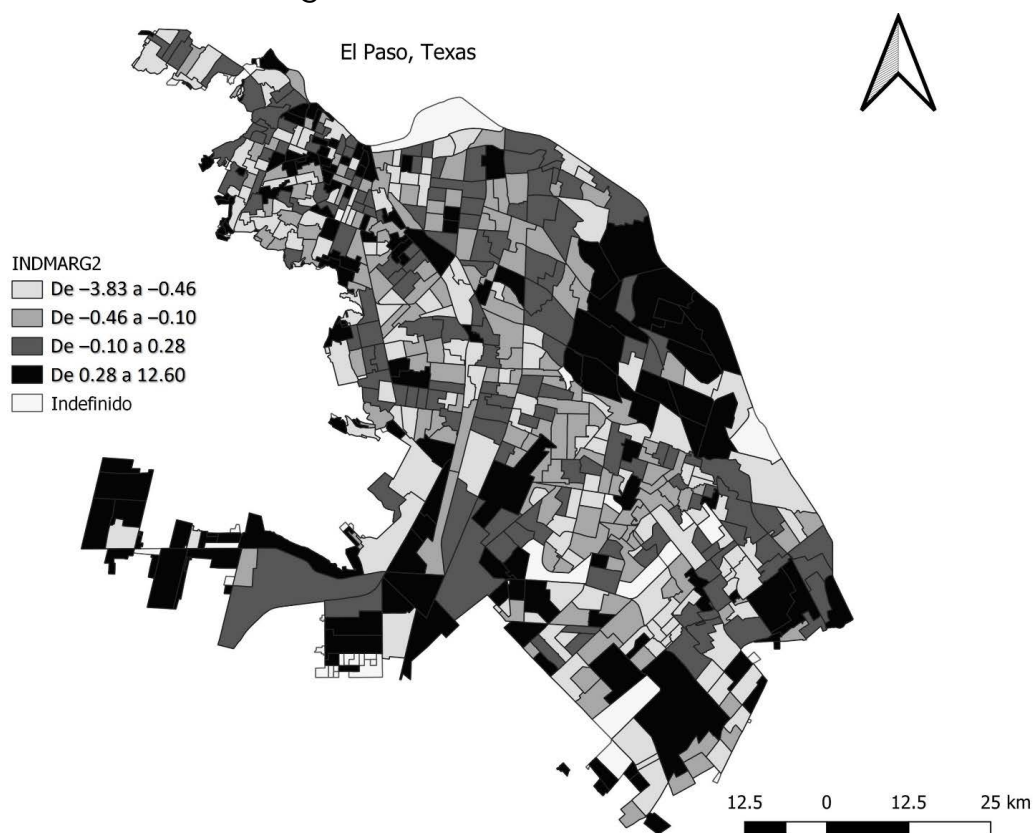
La distribución de las puntuaciones del segundo factor corresponde a la estructura laboral y a los bienes de la vivienda, lo cual puede apreciarse en la figura 2. A diferencia del primer factor, este presenta un predominio de cuartiles bajos y una distribución de mayor aleatoriedad en las puntuaciones elevadas, sobre todo en el surponiente y suroriente de la ciudad. Al comparar la distribución territorial entre ambas puntuaciones factoriales, se exhibe nula correspondencia entre la localización de ambos factores, pues son pocas las áreas geostatísticas en las que se ubican los mismos cuartiles.

Figura 1. Cuartiles de la primera componente del índice de marginalidad en Ciudad Juárez, 2020



Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

Figura 2. Cuartiles de la segunda componente del índice de marginalidad en Ciudad Juárez, 2020



Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

La distribución de los niveles de marginación sigue forma de gradiente desde el nororiente de la ciudad y se incrementa hacia la periferia de esta. En esta zona predominan las áreas geoestadísticas con niveles bajos, y es donde se ubican la línea fronteriza y la cercanía con la ciudad de El Paso. Se puede decir que la distribución de los niveles de marginalidad sigue una forma concéntrica, en particular, por la localización de las áreas geoestadísticas con bajos niveles de marginalidad en las áreas vecinas del nororiente, que están rodeadas por niveles más altos de marginalidad en el norponiente y sur poniente. Estas áreas son asentamientos que surgieron por mecanismos de acceso a suelo informal.

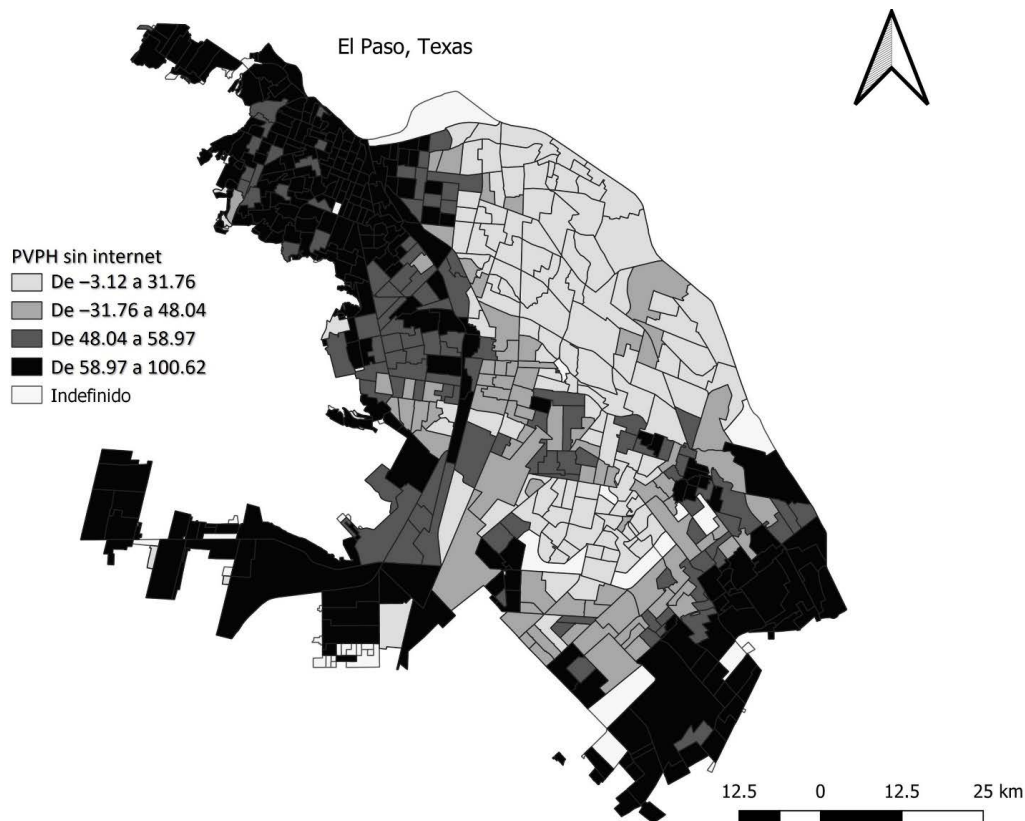
En la parte poniente de la ciudad se pueden observar los valores altos del primer factor por la presencia de áreas degradadas. Por ende, estos espacios pueden considerarse barrios marginados, enmarcados por la falta de integración a la ciudad, lo que demuestra la carencia de servicios y el posible deterioro del entorno urbano. Por lo tanto, puede seguirse el planteamiento conceptual según el cual los barrios marginales suelen desarrollarse en los márgenes de la ciudad o periferia urbana.

## Inaccessibilidad a las TIC en Ciudad Juárez

La inaccesibilidad a internet y a computadora contribuyen en mayor medida a explicar el atraso digital desde una perspectiva geográfica, afirmación que se halla en distintos estudios en los que se encontró que el número de casas que tienen computadora conectada a internet desciende conforme aumenta el nivel de marginalidad (Martínez, 2020; Toudert, 2013 y 2016). Esta situación indica que es más difícil tener acceso a la conexión a internet y a un dispositivo de cómputo en conjunto, que tener acceso a ellos de manera individual (Martínez, 2020).

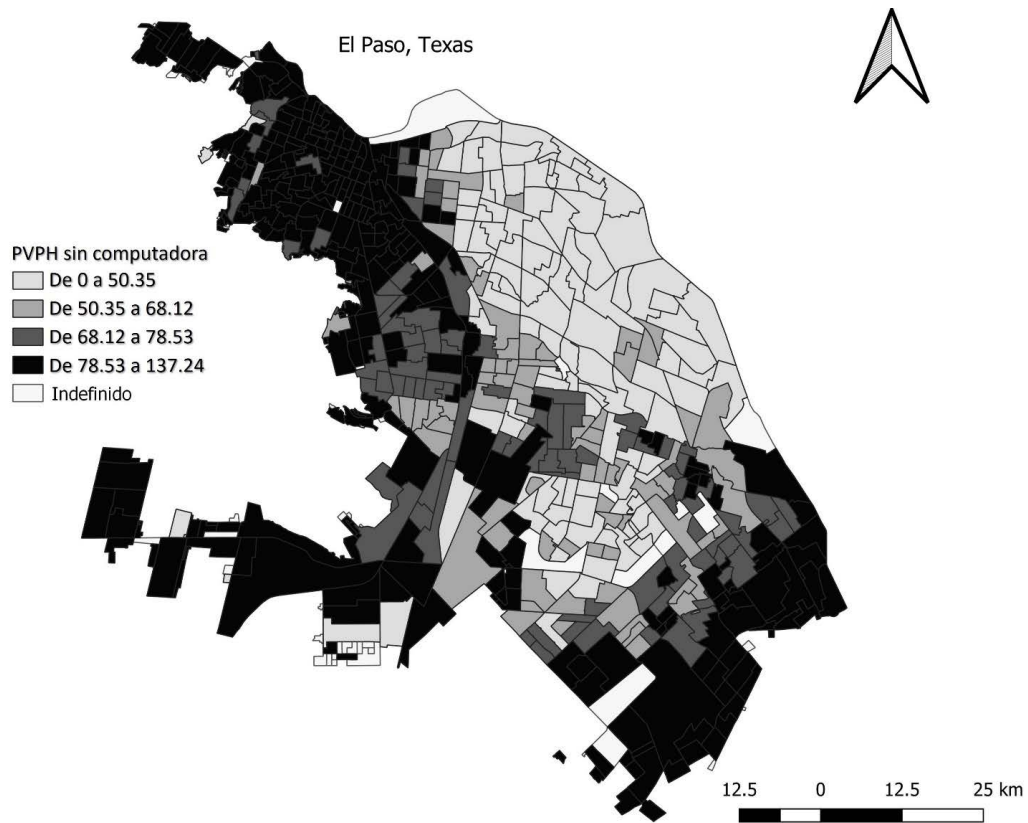
Respecto a la distribución territorial de las variables de las TIC, se puede afirmar que la inaccesibilidad a internet no se presenta de forma homogénea en toda la ciudad, ya que el problema se distribuye a lo largo de una franja que va desde el norponiente hasta el surponiente. Otra gran concentración de inaccesibilidad a internet ocurre en la parte suroriente de la ciudad. Hay que subrayar que la inaccesibilidad a computadora y a telefonía fija presenta una distribución similar que la que hay para internet, puesto que las áreas con el cuartil más alto de inaccesibilidad presentan una colocación geográfica (véanse figuras 3 y 4).

Figura 3. Porcentaje de las viviendas particulares habitadas sin internet



Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

Figura 4. Porcentaje de las viviendas particulares habitadas sin computadora

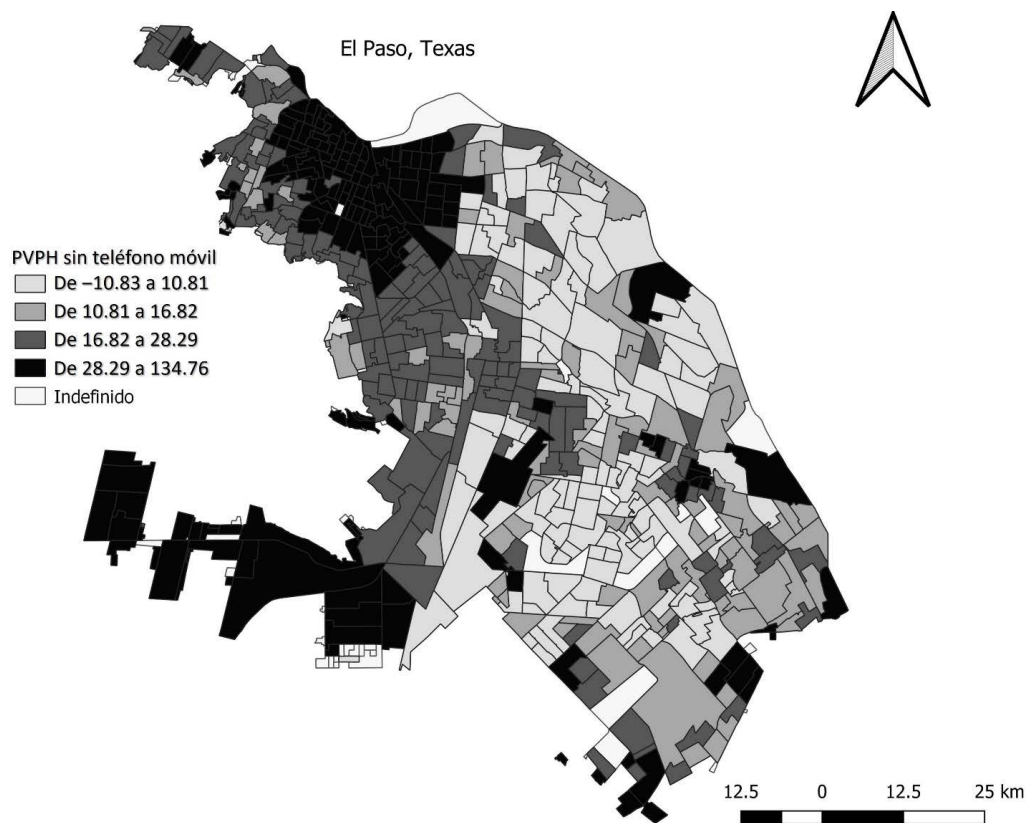


Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

Por otra parte, se puede constatar que la distribución de la inaccesibilidad a los teléfonos móviles se localiza más en la franja oriente de la ciudad, hecho que puede estar vinculado a la presencia de población de la tercera edad que reside en estas zonas (véase figura 5). En el caso de las viviendas particulares sin teléfono fijo, se observa que presentan una distribución muy similar a las que no tienen acceso a internet, lo cual se debe, en parte, a la estrecha relación que se mantiene entre el servicio de internet y de telefonía porque, por lo general, las empresas brindan internet y telefonía fija en un mismo servicio (véase figura 6).

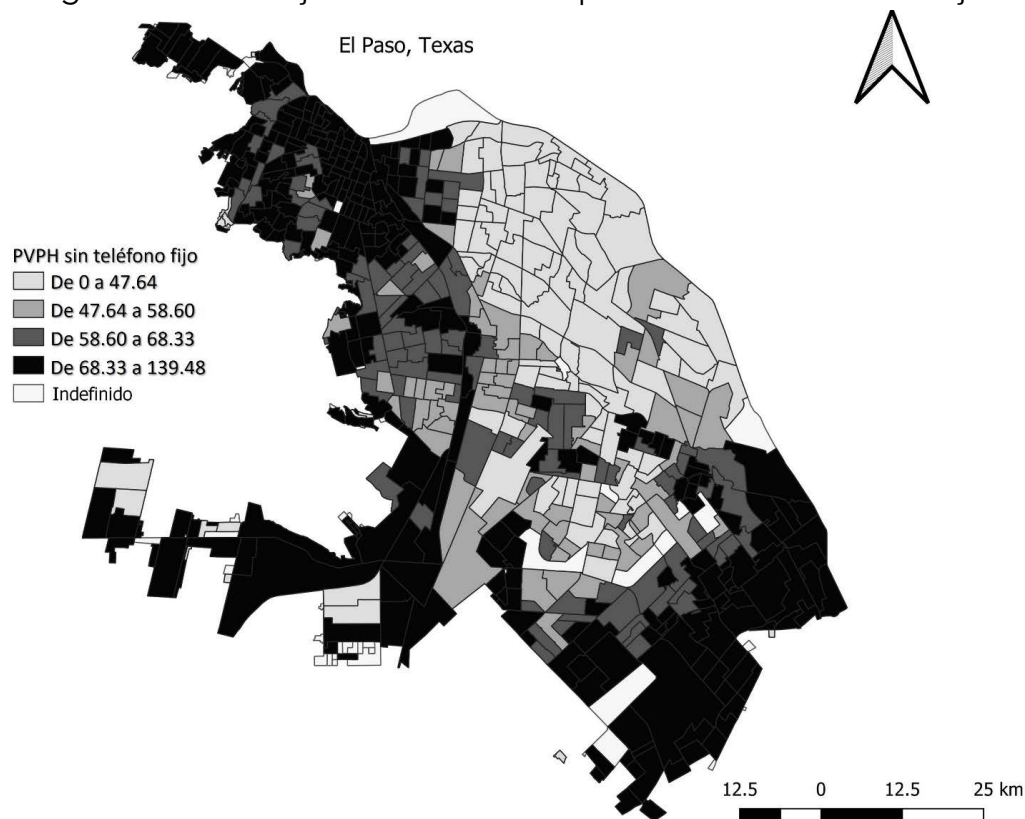


Figura 5. Porcentaje de las viviendas particulares sin teléfono móvil



Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

Figura 6. Porcentaje de las viviendas particulares sin teléfono fijo



Fuente: elaboración propia con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2020).

Contrastando las distribuciones territoriales de los componentes del índice de marginalidad urbana con las variables de la brecha digital, puede verse que los altos valores tienden a localizarse en el área nororiente de la ciudad, en las zonas cercanas al centro histórico, en las del cruce hacia El Paso en EE. UU. y a extenderse hasta la periferia de esta. Para profundizar en la relación espacial entre la marginación urbana y la brecha digital, a continuación, se consignan los resultados del análisis exploratorio de los datos espaciales.

### El efecto espacial de la brecha digital en la marginalidad urbana de Ciudad Juárez

Las tablas 2 y 3 presentan los resultados del modelo de regresión lineal múltiple, los cuales muestran el efecto de las variables de la brecha digital en el índice de marginalidad urbana. Dada la gran correlación entre las variables de las casas particulares habitadas sin internet, sin computadora, sin telefonía fija y sin telefonía móvil, se optó por realizar ocho modelos para cada variable. Los primeros dos incluyen como variable independiente el porcentaje de las casas particulares habitadas sin internet. Los modelos subsecuentes incorporan el porcentaje

de las viviendas sin computadora, el porcentaje de las que no tienen telefonía fija ni telefonía móvil.

El modelo 1 mide la brecha digital mediante la inaccesibilidad a internet. Se obtuvo un resultado positivo y significativo en términos estadísticos respecto al índice de marginalidad urbana, lo cual indica que las áreas geostadísticas con alta y muy alta marginalidad urbana también tienen un alto porcentaje de casas particulares sin internet. De las variables de control, solo el porcentaje de la población femenina y el porcentaje de la población de 60 años o más son significativos en términos estadísticos, pero con una relación negativa vinculada al índice de marginalidad urbana.

En el modelo 2 se aprecia que la variable del porcentaje de las casas habitadas sin internet y el índice de marginación se mantiene positiva y significativa en términos estadísticos. El modelo muestra mejoras en la eficiencia de la estimación del rezago espacial para el caso de las viviendas sin internet, debido a la reducción en los criterios de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC). El modelo con rezago espacial redujo la significancia en la variable del porcentaje de la población de 60 años o más.

Tabla 2. Modelos espaciales de las variables aproximadas a la brecha digital: inaccesibilidad a internet y a computadora

Variables independientes	Regresión de mínimos cuadrados (modelo 1)	Modelo de rezago espacial (modelo 2)	Regresión de mínimos cuadrados (modelo 3)	Modelo de rezago espacial (modelo 4)
PVPH sin internet	0.0107**	0.0077**		
PVPH sin computadora			0.0136**	0.00507**
Variables control				
Población masculina	-0.0060 N. S.	0.00174 N. S.	-0.0087 N. S.	-0.009 N. S.
Población femenina	-0.039**	-0.0202**	-0.0459**	-0.027**
Población de 60 años o más	-0.018**	-0.00668	0.0182**	-0.007**
R <sup>2</sup>	0.171		0.141	
R <sup>2</sup> ajustada	0.165000		0.135341	
Log-Likelihood		-610.74		-624.679
AIC	1474.8	1190.7	1494.72	1261.70
BIC	1483.60	1203.61	1516.71	1287.74
Diagnóstico de dependencia espacial				
Índice de Moran (error)	17.56**		16.63**	
LM error	296.9**		266.26**	
LM del error robusto	2.95**		2.122**	
LM Rezagado	311.04**		299.70**	
LM rezagado robusto	17.05**		35.55**	

Nivel de significancia \*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.001$  (N. S.) No significativa.

Fuente: elaboración a partir de cálculos propios.

El modelo 3 mide el efecto de la brecha digital en la marginalidad mediante la inaccesibilidad a computadora. El modelo exhibe una relación positiva y significativa en términos estadísticos respecto al índice de marginalidad urbana. Además, mostró la presencia de autocorrelación espacial con una dependencia espacial de tipo sustantiva. Al igual que en el modelo 1, solo el porcentaje de la población femenina y el porcentaje de la población de 60 años o más son significativos en términos estadísticos, pero con una relación negativa respecto al índice de marginalidad urbana. El modelo 4 mejora la eficiencia de la estimación, porque incorpora el rezago espacial para el caso de las casas sin computadora, ya que de forma similar al modelo 2, los criterios de AIC y BIC disminuyen.

Por último, la relación entre marginalidad urbana y brecha digital, medida a través de las variables de inaccesibilidad a teléfono móvil, es positiva y significativa, al igual que la relación con la variable de inaccesibilidad a teléfono fijo. Tal como en los modelos del rezago espacial de inaccesibilidad a internet y a computadora, la ausencia de teléfono móvil y de teléfono fijo presenta mejoras en las estimaciones ante la disminución en los valores de AIC y BIC (véase tabla 3).

Tabla 3. Modelos espaciales de las variables aproximadas a la brecha digital: inaccesibilidad a telefonía móvil y a teléfono fijo

Variables independientes	Regresión de mínimos cuadrados (modelo 5)	Modelo de rezago espacial (modelo 6)	Regresión de mínimos cuadrados (modelo 7)	Modelo de rezago espacial (modelo 8)
PVPH sin teléfono móvil	0.0180**	0.00858**		
PVPH sin teléfono fijo			0.0034**	0.005**
Variables control				
Población masculina	-0.010311 N. S.	-0.004330 N. S.	-0.01637**	-0.005921
Población femenina	-0.0468**	-0.0267**	-0.04676**	-0.025156**
Población de 60 o más años	-0.0295**	-0.0126**	-0.01631**	-0.005318
R <sup>2</sup> :	0.17956		0.13463	
R <sup>2</sup> ajustada:	0.174039		0.12882	
Log-Likelihood		-617.89		-622.27
AIC	1467.25	1247.78	1499.23	1256.54
BIC	1489.24	1274.16	1521.22	1282.93
Diagnóstico de dependencia espacial				
Índice de Moran (error)	16.45**		17.37**	
LM Error	260.37**		290.48**	
LM del error robusto	1.00		0.014	
LM Rezago	279.49**		316.10**	
LM rezagado robusto	20.12**		25.63 **	

Nivel de significancia \* p < 0.05; \*\* p < 0.001 (N. S.) no significativa.  
Fuente: elaboración a partir de cálculos propios.

Los resultados de los ocho modelos apoyan los planteamientos teóricos desarrollados por Castells (2001a), Wacquant (2007a; 2007b) y Graham y Marvin (2001), según los cuales la mayor inaccesibilidad a las TIC se presenta en los sectores de la ciudad donde reside la población marginada. Por lo tanto, es posible presumir que hay una relación y un efecto de las variables de brecha digital respecto al índice de marginalidad urbana, lo cual supone que, conforme mayor sea el grado de marginalidad en las áreas geoestadísticas, mayor probabilidad de que haya un alto porcentaje de casas particulares con inaccesibilidad a las TIC.

Los resultados de los distintos modelos son similares a los que obtuvo Martínez (2020) para la ciudad de Tijuana. Cabe señalar que solo analiza la relación entre la brecha digital y la marginalidad urbana. En el presente análisis los resultados son más contundentes, ya que se demuestra que la brecha digital tiene efectos significativos en la marginalidad urbana.

Es importante subrayar que el estudio mide las relaciones y los efectos de la brecha digital en la marginalidad urbana de manera unidimensional; es decir, se realizan las modelaciones de cada variable de la brecha digital –internet, computadora, telefonía fija y móvil– sobre la primera componente del índice de marginalidad urbana, ya que incluir todas las variables en una sola modelación ocasionaba problemas en la estimación estadística.

Entre los principales resultados, está el que sugiere que la carencia de telefonía móvil es la variable que tiene el mayor efecto en la marginalidad urbana: por cada incremento en una unidad en la carencia de telefonía móvil, el nivel de marginalidad aumentará en 0.90%. En escala de magnitud le siguen la inaccesibilidad a internet con un efecto de 0.77%, y con efectos similares en la inaccesibilidad a computadora y teléfono fijo de 0.51% y 0.5%, respectivamente. Esto deja entrever que la inaccesibilidad material a las distintas variables de la brecha digital promueve el incremento en el índice de marginalidad, principalmente la inaccesibilidad a un teléfono móvil.

Se puede afirmar que en 2020 en Ciudad Juárez la inaccesibilidad a un teléfono móvil tuvo más implicaciones en los niveles de marginalidad, que el hecho de poseer un teléfono fijo o una computadora, lo cual confirma en cierta medida el planteamiento de Zukin (2020), según el cual el acceso a un *smartphone* promueve el desarrollo y la innovación en las ciudades. También se comprueba en cierta medida el planteamiento de Buys et al. (2009), quienes sostienen que la disponibilidad de telefonía móvil podría reducir de manera considerable las disparidades intrarregionales. Los presentes resultados demuestran que, en la actualidad, el acceso a internet es aún un factor que promueve el desarrollo y reduce las desigualdades en las ciudades, pues su efecto en la marginalidad urbana es positivo.

Otro resultado relevante es la pérdida de importancia que exhibe la inaccesibilidad a la telefonía fija en aspectos como la marginalidad, resultado que concuerda con el que obtuvo Toudert (2022), quien observa que dicha inaccesibilidad se ha reducido en las localidades de menor población y con mayor marginalidad. Así, se demuestra que la telefonía fija es una tecnología que ha perdido importancia en el contexto de las TIC, puesto que se ha remplazado casi

en su totalidad por los teléfonos móviles o smartphones. Incluso, dado el efecto que exhibe la variable de inaccesibilidad a la computadora, se podría presumir que la población en contextos de marginalidad urbana no opta por adquirir esa herramienta. Lo cual puede significar que la población marginada trata de sustituir ese aparato por smartphones o tabletas electrónicas de segunda mano.

Es importante advertir que, dado el contexto fronterizo, se supone que la población marginada adquiriría una computadora usada en el mercado de segunda mano, al que se tendría acceso mediante el intercambio de bienes entre las ciudades de El Paso y Juárez. También existe la posibilidad de que, ante la diferencia en los precios entre el mercado de bienes norteamericano y mexicano, la población adquiera cualquier dispositivo a un precio más accesible, ya que evitaría costos de transporte o impuestos. Por ejemplo, el precio de una computadora *Macbook Pro Air* en el mercado mexicano ronda los 25 000 pesos mexicanos, mientras que en el mercado estadounidense el mismo equipo cuesta 1 099 dólares, o sea, 5 000 pesos mexicanos más barato.

Por último, la presencia de dependencia espacial entre el índice de marginalidad y las variables de brecha digital indica la tendencia en ambos fenómenos a formar conglomerados espaciales. Al igual que en el caso de las provincias de China (Pick et al., 2013), de los estados (Pick et al., 2015) y los condados estadounidenses (Sarkar et al., 2023), el análisis a nivel desagregado por área geoestadística en Ciudad Juárez confirma la presencia de un efecto de dependencia espacial en los fenómenos de brecha digital y marginalidad urbana. Esto implica que en ambos fenómenos la contigüidad espacial en las unidades de observación presenta un papel importante para la comprensión de ellos.

## Conclusiones

Los resultados de las pruebas de dependencia espacial confirman el efecto de la brecha digital en la marginalidad urbana, y el efecto de dependencia espacial de las áreas con brecha digital en las áreas marginales.

A pesar de que solo se aborda un aspecto de la brecha digital, en términos de no disponibilidad a internet, a dispositivos tecnológicos, a computadora y a teléfonos, los resultados dan cuenta de que, para las personas que viven en áreas marginales, la ausencia de tecnología puede agravar la condición de marginalidad urbana, en particular en un contexto fronterizo, como es el caso de Ciudad Juárez.

Es posible decir que la marginalidad urbana y la brecha digital presentan una tendencia a formar aglomeración debido a sus condiciones similares, lo que se explica por los resultados de los modelos de rezago espacial. Esto puede ocurrir porque los espacios con altos niveles de marginalidad y altos porcentajes de inaccesibilidad a las TIC tienden a formar áreas homogéneas.

Este artículo demuestra que la marginalidad urbana y la brecha digital están influidas por la vecindad espacial de las observaciones en el territorio, lo que implica considerar que el efecto que ocasiona la brecha en la marginalidad urbana también está influido por los vínculos de los fenómenos en el territorio.

Si bien algunos estudios han notado la presencia de dependencia espacial en la estimación del efecto de la marginalidad urbana en la brecha digital (Buys et al., 2009; Martínez, 2020; Pick et al., 2013; Pick et al., 2015), la presente investigación implementa la estimación de un modelo autorregresivo espacial. Además, identifica el efecto diferenciado que presenta cada dimensión de la brecha digital en el nivel de marginalidad urbana: la disponibilidad a internet es la variable que más afecta.

En términos generales, se pueden extraer tres puntos centrales del análisis. En primer lugar, se observa el efecto de las diferentes variables de la brecha digital en el aumento de la marginalidad urbana. La falta de acceso a teléfonos móviles e internet puede incrementar el nivel de marginalidad hasta en 1%, mientras que la falta de acceso a computadoras y teléfonos móviles parece tener un efecto menor, con un aumento de 0.5%.

En segundo lugar, sobresale el efecto de dependencia espacial en ambos fenómenos, lo cual implica que los análisis y los modelos de marginalidad urbana y brecha digital deben tener en cuenta el efecto espacial. En futuros análisis podría ser necesario incluir tanto el efecto de dependencia espacial como el efecto de heterogeneidad mediante modelos de regímenes espaciales o geográficos ponderados. También es importante señalar que, para mejorar los coeficientes explicativos en el modelo, se sugiere incluir variables de control que reduzcan el sesgo o, en su defecto, implementar variables instrumentales que medien el efecto de la brecha digital y la marginalidad urbana.

Como último punto, se considera que, para el caso de Ciudad Juárez en 2020, la falta de un teléfono móvil con conexión a internet limita la capacidad de salir de un contexto de marginalidad. A pesar de la cercanía con Estados Unidos, la marginalidad urbana y la brecha digital siguen estando bastante presentes, ya que una parte de la ciudad muestra una falta sustancial de acceso a internet y a computadoras.

## Referencias

- Alegria, T., y Ordóñez, G. (2005). *Legalizando la ciudad: asentamientos informales y procesos de regularización en Tijuana*. Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte.
- Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: Methods and models*. Santa Barbara: Springer Science & Business Media.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association-LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Buys, P., Dasgupta, S., Thomas, T. S., y Wheeler, D. (2009). Determinants of a digital divide in Sub-Saharan Africa: A spatial econometric analysis of cell phone coverage. *World Development*, 37(9), 1494-1505. doi: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.01.011>
- Can, A. (1990). The measurement of neighborhood dynamics in urban house prices. *Economic Geography*, 66(3), 254-272. doi: <https://doi.org/10.2307/143400>

- Can, A. (1992). Specification and estimation of hedonic housing price models. *Regional Science and Urban Economics*, 22(3), 453-474. doi: [https://doi.org/10.1016/0166-0462\(92\)90039-4](https://doi.org/10.1016/0166-0462(92)90039-4)
- Castells, M. (2000). *La era de la información: economía, sociedad y cultura* (Vol. I). Madrid: Alianza Editorial.
- Castells, M. (2001a). *La galaxia internet: reflexiones sobre internet, empresa y sociedad*. Madrid: Areté.
- Castells, M. (2001b). *La era de la información economía, sociedad y cultura* (Vol. III). Madrid: Alianza Editorial.
- Chakraborty, J., y Bosman, M. M. (2005). Measuring the digital divide in the United States: Race, income, and personal computer ownership. *The Professional Geographer*, 57(3), 395-410. doi: <https://doi.org/10.1111/j.0033-0124.2005.00486.x>
- Dijk, J. A. G. M. van (2005). *The deepening divide: Inequality in the information society*. Thousand Oaks: SAGE Publications. doi: <https://doi.org/10.4135/9781452229812>
- Dijk, J. A. G. M. van (2017). Digital divide: Impact of access. *The International Encyclopedia of Media Effects*, 1-11. doi: <https://doi.org/10.1002/9781118783764.wbieme0043>
- DiMaggio, P., y Hargittai, E. (2001). From the “digital divide” to “digital inequality”: Studying internet use as penetration increases. *Working Papers 47*, Princeton University, School of Public and International Affairs, Center for Arts and Cultural Policy Studies. Recuperado de <https://EconPapers.repec.org/RePEc:pri:cpanda:15>
- Dubin, R. A. (1988). Estimation of regression coefficients in the presence of spatially autocorrelated error terms. *The Review of Economics and Statistics*, 70(3), 466-474. doi: <https://doi.org/10.2307/1926785>
- Dubin, R. A. (1998). Spatial autocorrelation: A primer. *Journal of Housing Economics*, 7(4), 304-327. doi: <https://doi.org/10.1006/jhec.1998.0236>
- Fuentes, C., y Cervera, L. (2006). Land markets and its effects on the spatial segregation; the case of Ciudad Juárez. *Estudios Fronterizos*, 7(13), 43-62. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/estfro/v7n13/v7n13a3.pdf>
- Fuentes, C., y Peña, S. (2010). Globalization, transborder networks and US-Mexico border cities. En K. Staudt., C. Fuentes y J. Monárrez (eds.), *Cities and citizenship at the US-Mexico border: El Paso del Norte metropolitan region* (pp. 1-19). Nueva York: Palgrave-Macmillan.
- Graham, S. (2002). Bridging urban digital divides? Urban polarisation and information and communications technologies (ICTs). *Urban Studies*, 39(1), 33-56. doi: <https://doi.org/10.1080/00420980220099050>
- Graham, S., y Marvin, S. (1996). *Telecommunications and the city. Electronics spaces, urban places*. Nueva York: Routledge.
- Graham, S., y Marvin, S. (2001). *Splinter urbanism. Networked infrastructures*. Londres: Routledge.
- Instituto Municipal de Investigación y Planeación. (2010). *Plan de Desarrollo Urbano 2010*. Ayuntamiento de Ciudad Juárez.



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Características del entorno urbano 2020. INEGI. Recuperado de [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/microdatos/ceu/Censo2020\\_CEU\\_chh\\_csv.zip](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/microdatos/ceu/Censo2020_CEU_chh_csv.zip)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI. Recuperado de [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/datosabiertos/ageb\\_manzana/ageb\\_mza\\_urbana\\_08\\_cpv2020\\_csv.zip](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/datosabiertos/ageb_manzana/ageb_mza_urbana_08_cpv2020_csv.zip)
- Lezama, J. L. (2002). *Teoría social, espacio y ciudad. Ciudad de México: El Colegio de México.*
- López, P., y Fachelli, S. (2016). *Análisis factorial. En P. López, y S. Fachelli, Metodología de la investigación social cuantitativa (pp. 1-177).* Barcelona: Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona.
- López, J., y Peña, S. (2017). La segregación socioespacial en Ciudad Juárez, Chihuahua 1990-2010. *región y sociedad*, 68, 115-152. doi: <https://doi.org/10.22198/rys.2017.68.a210>
- Martínez, Y. (2020). *Brecha digital en entornos de marginalidad urbana en la ciudad de Tijuana, Baja California, 2010. (Tesis de Maestría en Desarrollo Regional).* El Colegio de la Frontera Norte.
- Pick, J., Nishida, T., y Zhang, X. (2013). Determinants of China's technology availability and utilization 2006-2009: A spatial analysis. *The Information Society*, 29(1), 26-48. doi: <https://doi.org/10.1080/01972243.2012.739266>
- Pick, J. B., Sarkar, A., y Johnson, J. (2015). United States digital divide: State level analysis of spatial clustering and multivariate determinants of ICT utilization. *Socio-Economic Planning Sciences*, 49, 16-32. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2014.09.001>
- Sabatini, F. (1981). La dimensión ambiental de la pobreza urbana en las teorías latinoamericanas de marginalidad. *EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, 8(23), 53-67. Recuperado de <https://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/932/45>
- Sarkar, A., Pick, J. B., y Rosales, J. (2023). Multivariate and geospatial analysis of technology utilization in US counties. *Telecommunications Policy*, 47(7), 102572. doi: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2023.102572>
- Sassen, S. (2007). *Una sociología de la globalización.* Buenos Aires: Editorial Katz.
- Speak, S., y Graham, S. (1999). Service not included: private services restructuring neighbourhoods, and social marginalisation. *Environment and Planning A*, 31(11), 1985-2001. doi: <https://doi.org/10.1068/a311985>
- Srnicek, N. (2019). *Capitalismo de plataformas.* Buenos Aires: Caja Negra.
- Toudert, D. (2013). La brecha digital en los contextos de marginación socioterritorial en localidades mexicanas: exploración y discusión. *Comunicación y Sociedad* (19), 153-180. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34625579007>
- Toudert, D. (2016). Aislamiento geográfico y disponibilidad de la internet en las escuelas mexicanas. *Nova Scientia*, 8(17). doi: <http://dx.doi.org/10.21640/ns.v8i17.557>

- Toudert, D. (2022). Brecha digital y contextos de marginación en México: una década de evolución. *Cuadernos.info*, (53), 318-337. doi: <https://doi.org/10.7764/cdi.53.37763>
- Wacquant, L. (2007a). *Los condenados en la ciudad. Gueto, periferias y Estado*. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Wacquant, L. (2007b). *Parias urbanos: marginalidad en la ciudad a comienzos del milenio*. Buenos Aires: Manantial.
- Wacquant, L. (2014). Marginality, ethnicity and penalty in the neoliberal city: An analytic cartography. *Ethnic & Racial Studies Review*, 37(10), 1686-1711. doi: <https://doi.org/10.1080/01419870.2014.931996>
- Zukin, S. (2020). Seeing like a city: How tech became urban. *Theory and Society*, 49(5-6), 941-964. doi: <https://doi.org/10.1007/s11186-020-09410-4>