Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5

EFECTO DE UNA INTERVENCIÓN EDUCATIVA EN EL NIVEL DE CONOCIMIENTO DEL PROTOCOLO DE ATENCIÓN CÓDIGO INFARTO

EFFECT OF AN EDUCATIONAL INTERVENTION ON THE LEVEL OF KNOWLEDGE REGARDING THE "CODE HEART ATTACK" CARE PROTOCOL

Omar Alexandro Texon Olguín
Universidad Veracruzana, Xalapa, México.

Narda María Garrido Martínez
Universidad Veracruzana, Xalapa, México.

Yazmín Casandra Ayala Ferreira
Universidad Veracruzana, Xalapa, México.

Noé Cortés Viveros
Universidad Veracruzana, Xalapa, México.

Anabel Galván Sarabia
Universidad Veracruzana, Xalapa, México.

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5.26618

Desarrollo de una aplicación geoespacial interactiva en R Shiny para la exploración territorial de indicadores sociodemográficos en Veracruz

Omar Alexandro Texon Olguín[1]
omtexon@uv.mx
https://orcid.org/0009-0004-2127-8690
Universidad Veracruzana, Xalapa, México.

Narda María Garrido Martínez
nagarrido@uv.mx
https://orcid.org/0009-0004-4855-9708
Universidad Veracruzana, Xalapa, México.

Yazmín Casandra Ayala Ferreira
yayala@msev.gob.m
https://orcid.org/0009-0006-9525-7563
Secretaría de Educación de Veracruz, Xalapa, México.

Noé Cortés Viveros
nocortes@uv.mx
https://orcid.org/0009-0000-7888-3091
Universidad Veracruzana, Xalapa, México.

Anabel Galván Sarabia
anagalvan@uv.mx
https://orcid.org/0009-0005-7864-9162
Universidad Veracruzana, Xalapa, México.

RESUMEN

El análisis geoespacial permite explorar cómo se distribuye la población y cómo varían sus características entre municipios. El objetivo de este trabajo es desarrollar una aplicación interactiva en R Shiny para consultar indicadores sociodemográficos de Veracruz y apoyar su interpretación territorial. Se realizó un desarrollo tecnológico de alcance descriptivo, con datos secundarios del Censo de Población y Vivienda 2020 y geometrías municipales. Se integraron archivos espaciales y tabulares mediante nombres municipales; se validaron geometrías, se calcularon porcentajes por sexo y se representaron cinco indicadores mediante mapas coropléticos clasificados por cuantiles. La aplicación incorpora etiquetas, ventanas emergentes y un resumen interpretativo que inicialmente presenta resultados generales y se actualiza al seleccionar un municipio. El resumen describe valores y comparaciones municipales y adapta su explicación al indicador seleccionado. La implementación convierte la consulta cartográfica en una exploración acompañada de explicaciones descriptivas, sin incorporar inferencia espacial ni predicción. La herramienta constituye una base replicable para la docencia y la consulta territorial. Su contribución se concentra en integrar visualización, interacción e interpretación contextual en un entorno accesible, cuyo impacto sobre la comprensión de los usuarios requiere evaluación posterior.

Palabras clave: análisis geoespacial; Shiny; indicadores sociodemográficos; visualización interactiva; análisis territorial.

[1] Autor principal
Correspondencia: omtexon@uv.mx

Development of an interactive geospatial application in R Shiny for the territorial exploration of sociodemographic indicators in Veracruz

ABSTRACT

Geospatial analysis supports the exploration of population distribution and demographic differences across municipalities. This study aims to develop an interactive R Shiny application for consulting sociodemographic indicators in Veracruz and supporting territorial interpretation. A descriptive technological development was conducted using secondary data from the 2020 Population and Housing Census and municipal geometries. Spatial and tabular files were joined using municipal names; geometries were validated, sex-specific percentages were calculated, and five indicators were displayed through quantile-based choropleth maps. The application includes labels, popups, and an interpretive summary that initially displays general information and updates when a municipality is selected. The summary describes municipal values and comparisons and adapts its explanation to the selected indicator. The implementation combines cartographic exploration with descriptive explanations without performing spatial inference or prediction. The application provides a replicable foundation for teaching and territorial consultation. Its contribution lies in integrating visualization, interaction, and contextual interpretation within an accessible environment. Further evaluation is needed to determine its effects on user understanding and decision-making.

Keywords: geospatial analysis; Shiny; sociodemographic indicators; interactive visualization; territorial analysis.

Artículo recibido 15 agosto 2026
Aceptado para publicación: 23 setiembre 2026

INTRODUCCIÓN

El análisis de fenómenos sociodemográficos desde una perspectiva territorial permite reconocer diferencias que se pierden cuando la información se presenta únicamente como un agregado estatal. La distribución de la población y su composición por sexo adquieren sentido al relacionarse con la localización de los municipios. Esta lectura exploratoria puede orientar preguntas posteriores, aunque la identificación visual de contrastes no equivale a demostrar agrupamientos estadísticamente significativos (Anselin, 1995).

La visualización geoespacial transforma datos tabulares en representaciones que facilitan la comparación. Su utilidad depende de la selección de escalas, colores y mecanismos de interacción, así como de la claridad con que se comunican sus límites. La geovisualización integra representación y exploración como actividades complementarias (MacEachren & Kraak, 2001), mientras que la secuencia de vista general, selección y consulta de detalles constituye una referencia para diseñar interfaces de información (Shneiderman, 1996).

Parte del reto es social y político, además de técnico. Harley (2001) muestra que las representaciones cartográficas participan en relaciones de conocimiento y poder. Las interfaces interactivas pueden reducir la distancia entre los datos y quienes los consultan, aunque no resuelven por sí mismas la desigualdad en el acceso a la información.

La accesibilidad también tiene una dimensión social. Santos (2000) entiende el espacio como una articulación de objetos y acciones; desde esta perspectiva, una interfaz puede actuar como mediación para nuevas formas de consulta territorial. Sin embargo, abrir una plataforma no garantiza por sí mismo participación o equidad: la alfabetización digital y la capacidad de interpretar los datos siguen condicionando su aprovechamiento (Elwood, 2006; Kitchin, 2014).

La expansión de la información geográfica en la web amplía las posibilidades de consulta. En este trabajo se aprovechan herramientas de visualización para presentar información censal oficial, manteniendo explícitos su periodo de referencia y su carácter agregado.

R ofrece un entorno programable para documentar procesos estadísticos y espaciales (R Core Team, s. f.). El ecosistema tidyverse facilita la transformación de datos (Wickham et al., 2019); sf permite manejar geometrías vectoriales (Pebesma, 2018), y Shiny proporciona el modelo reactivo que vincula

selecciones del usuario con resultados actualizados (Posit, s. f.). Estas herramientas permiten construir una aplicación sin exigir que quien la consulta escriba código.

El problema abordado no consiste solo en dibujar un mapa, sino en acompañar su lectura. Una escala cromática puede mostrar diferencias relativas sin explicar qué representa cada valor o si existen faltantes. Por ello, la versión actual integra un resumen del indicador que responde tanto a la variable elegida como a la selección municipal. Estas explicaciones se generan con reglas descriptivas explícitas, no mediante un modelo de lenguaje.

El objetivo general es desarrollar una aplicación geoespacial interactiva en R Shiny para consultar, visualizar e interpretar indicadores sociodemográficos a nivel municipal en Veracruz. De manera específica, se busca integrar datos espaciales y tabulares, representar cinco indicadores mediante cuantiles y ofrecer explicaciones generales y municipales sobre sus valores y coherencia. El estudio no plantea una hipótesis causal ni una prueba de superioridad frente a otras plataformas, pues su alcance es tecnológico y descriptivo.

Vale aclarar el alcance de este trabajo. No se trata todavía de un observatorio institucional consolidado, sino de una herramienta tecnológica orientada a fortalecer procesos de consulta y exploración de indicadores territoriales. En esta primera etapa el énfasis está en integrar datos espaciales y tabulares, y en diseñar una interfaz que funcione. La arquitectura, sin embargo, está pensada para crecer: versiones futuras podrán incorporar métodos estadísticos avanzados, análisis espaciales y nuevos módulos de procesamiento territorial.

METODOLOGÍA

Enfoque y diseño

Se realizó un desarrollo tecnológico aplicado, con enfoque cuantitativo y alcance descriptivo y exploratorio. El diseño es no experimental y de corte transversal, dado que utiliza información censal de un periodo de referencia. La unidad de análisis es el municipio. Se considera el conjunto de 212 municipios de Veracruz y no una muestra probabilística; por tanto, no se calculó tamaño muestral ni se aplicó un procedimiento de selección de participantes. La cobertura efectiva del indicador depende de la integración correcta de los archivos.

Fuentes y criterios de integración

Se utilizaron un shapefile con delimitaciones municipales y un archivo Excel construido con datos abiertos del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). Los indicadores de entrada son población total, población de hombres y población de mujeres. A partir de ellos se calculan los porcentajes de hombres y mujeres respecto al total municipal. La fecha censal se mantiene como referencia: la consulta en línea no convierte estas cifras en estimaciones actuales.

Se incluyeron las geometrías municipales presentes en el archivo espacial y se conservaron mediante una unión izquierda. Los nombres se convierten a texto y se eliminan espacios al inicio y al final antes de relacionar las columnas Municipios y Municipio. Este procedimiento exige revisar diferencias ortográficas y homónimos. No se eliminan silenciosamente municipios sin coincidencia: sus valores permanecen ausentes. Los resúmenes excluyen valores no finitos y utilizan únicamente la información disponible.

La unión por nombre constituye una limitación operativa. En una siguiente etapa conviene utilizar claves geoestadísticas estables y documentar la procedencia exacta de la cartografía, sus fechas y condiciones de uso. La trazabilidad de los archivos y los metadatos favorece la reutilización, de acuerdo con los principios FAIR (Wilkinson et al., 2016).

Entorno de desarrollo

El procesamiento se implementó en R. Shiny organiza la interfaz y el servidor; sf permite leer, validar y transformar las geometrías; dplyr realiza la unión y las transformaciones tabulares, y readxl lee el archivo de Excel (Pebesma, 2018; Posit, s. f.; Wickham et al., s. f.; Wickham & Bryan, s. f.). Leaflet para R proporciona el mapa, las etiquetas, las ventanas emergentes y los eventos de selección (Cheng et al., s. f.). shinycssloaders y htmltools complementan la presentación y el contenido HTML.

Las geometrías se validan y se transforman a EPSG:4326 para su representación web. Estas operaciones forman parte del flujo habitual de trabajo con datos espaciales en R (Lovelace et al., 2025). La versión descrita utiliza Leaflet; tmap constituye una alternativa documentada para mapas temáticos y un antecedente del ecosistema, no una dependencia ejecutada en el código actual (Tennekes, 2018). Del

mismo modo, reticulate y el aprendizaje automático se consideran posibilidades de ampliación, no funcionalidades implementadas.

Cálculo y representación de indicadores

Los porcentajes se calculan como cien veces la población del grupo dividida entre la población total, únicamente cuando el denominador es positivo. Los cinco indicadores disponibles son población total, hombres, mujeres, porcentaje de hombres y porcentaje de mujeres. Se emplean mapas coropléticos con cinco clases por cuantiles y paletas secuenciales diferenciadas por indicador. La clasificación resalta posiciones relativas, pero sus intervalos pueden variar entre variables y la presencia de valores iguales puede producir clases desiguales.

La elección cromática forma parte de la comunicación estadística: los colores deben permitir distinguir orden y magnitud sin sugerir relaciones que no fueron calculadas (Brewer, 1997; Wickham, 2016). En la implementación se conserva la leyenda de cuantiles de Leaflet. Sus intervalos de 0–20 %, 20–40 % y siguientes representan posiciones de la distribución, no participaciones de población; esta distinción se explica en el resumen. Los valores originales se consultan en las etiquetas y ventanas emergentes.

El fondo cartográfico utiliza OpenStreetMap. Se conserva la atribución y el uso del servicio de teselas debe ajustarse a su política, particularmente si aumenta el tráfico (OpenStreetMap Foundation, s. f.). El fondo funciona como referencia de localización; la información temática corresponde a los archivos censales y municipales integrados.

Arquitectura reactiva e interpretación dinámica

La aplicación separa la interfaz de usuario del procesamiento en el servidor. Al iniciar, el resumen presenta una lectura general del indicador seleccionado. Cada polígono recibe un identificador que permite relacionar el evento de clic con el registro municipal. La selección se almacena en un estado reactivo y actualiza el resumen del indicador sin requerir un botón de activación. Un clic sobre el fondo del mapa devuelve el resumen a la lectura general. Si cambia el indicador, la interpretación utiliza la nueva variable y mantiene como contexto el municipio seleccionado.

El resumen general informa municipios con máximos y mínimos, media y mediana. Para variables absolutas calcula, cuando no se detectan nombres repetidos y los valores son no negativos, la participación de los cinco municipios con cifras más altas en la suma disponible. Para porcentajes indica

cuántos municipios superan el 50 % y expresa el rango en puntos porcentuales. La media de porcentajes se identifica como promedio municipal simple, distinto del porcentaje estatal ponderado por población. El resumen municipal muestra el valor seleccionado, su posición descendente entre los registros disponibles, la diferencia respecto al promedio y la mediana de referencia. Los empates comparten posición. En variables absolutas se incorpora su participación en la suma disponible cuando se cumplen las comprobaciones previstas; en porcentajes se explica si el grupo representa más, menos o exactamente la mitad de la población municipal. Esta lectura corresponde al análisis exploratorio: ayuda a describir y formular preguntas, sin sustituir inferencias ni atribuir causalidad (Tukey, 1977).

Alcance de la evaluación y consideraciones éticas

La descripción de resultados se basa en los componentes y reglas implementados en la aplicación y en las representaciones documentadas. No se dispone de una evaluación experimental de usabilidad, de mediciones comparativas de tiempos ni de pruebas de comprensión con participantes. En consecuencia, no se reportan mejoras significativas ni efectos comprobados sobre decisiones institucionales. La validación posterior debe incluir pruebas con archivos originales y usuarios, además de revisar concordancia de los textos con sus valores de referencia.

El sistema trabaja con datos públicos agregados a nivel municipal y no recoge identificadores personales de habitantes. La publicación debe mantener la atribución de las fuentes y evitar deducir características individuales a partir de agregados territoriales. La apertura del código analítico y el registro de decisiones de limpieza favorecen la reproducibilidad, aunque la disponibilidad pública de la interfaz no equivale por sí misma a disponibilidad de todos los insumos (Wilkinson et al., 2016).

Desarrollo y organización de la aplicación

La aplicación se concibe como una plataforma de exploración territorial que integra información espacial y estadística. No pretende sustituir los observatorios existentes: puede funcionar como un módulo de visualización y consulta que fortalezca sus procesos de explicación de datos e interpretación territorial.

La interfaz se organiza mediante un panel lateral de control y un área principal de visualización. El primero reúne la selección del indicador y su descripción; la segunda muestra la representación cartográfica correspondiente. La separación entre controles y resultados busca reducir la complejidad

de la navegación y permitir la consulta por personas con distintos niveles de experiencia. El encabezado identifica las instituciones y las personas autoras con sus ORCID.

Los mapas coropléticos representan cada municipio mediante una categoría cromática asociada con el valor del indicador. El método de cuantiles favorece la comparación relativa entre unidades territoriales; las paletas diferenciadas ayudan a reconocer la variable activa. Las ventanas emergentes y las etiquetas permiten consultar detalles sin abandonar la representación del conjunto.

La interactividad comprende acercamiento, desplazamiento, cambio de indicador y selección municipal. La consulta puede comenzar en la distribución general y continuar con los detalles de una unidad territorial. El resumen textual acompaña esa secuencia y se actualiza automáticamente con las selecciones, por lo que amplía la explicación que inicialmente proporcionaban las ventanas emergentes.

El diseño modular permite ampliar el catálogo de indicadores ajustando las fuentes, las transformaciones y las reglas de presentación. Esta extensibilidad conserva la intención original de evolucionar hacia un sistema integral de análisis territorial. La incorporación de cada nueva variable exige documentar su definición, periodo, unidad de medida y tratamiento de faltantes, además de revisar la interpretación que recibe el usuario.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Integración funcional y acceso a la aplicación

El resultado principal es una aplicación web que integra cartografía municipal, datos censales y una interfaz de selección de cinco indicadores. El panel lateral presenta la descripción de la variable y el número de registros cargados; el área principal muestra el mapa con herramientas de acercamiento y desplazamiento. Las etiquetas permiten consultar valores al recorrer los municipios, y las ventanas emergentes muestran su composición poblacional. La dirección de acceso se conserva en la tabla 1.

Tabla 1 Dirección de acceso a GeoShiny Veracruz

Dirección web de la aplicación	Acceso mediante código QR
https://xbarra.shinyapps.io/geoshiny/	

Nota. Acceso a GeoShiny Veracruz mediante navegador web.

La clasificación por cuantiles permite examinar contrastes relativos entre municipios. Esta representación no identifica automáticamente conglomerados espaciales ni demuestra diferencias causales. Para responder preguntas sobre dependencia espacial se requieren métodos específicos, como los indicadores de asociación local propuestos por Anselin (1995). La figura 1 documenta la representación cartográfica y la figura 2 muestra su organización en la interfaz.

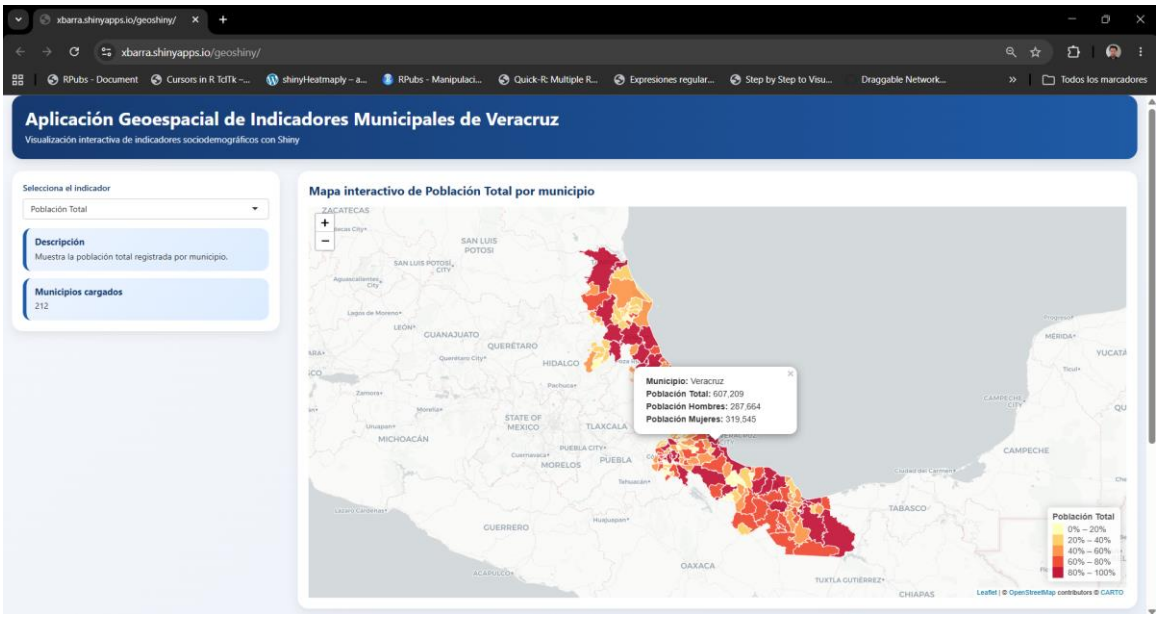


Figura 1. Mapa coroplético de población total por municipio en Veracruz.

Nota. Clasificación por cuantiles. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2020).

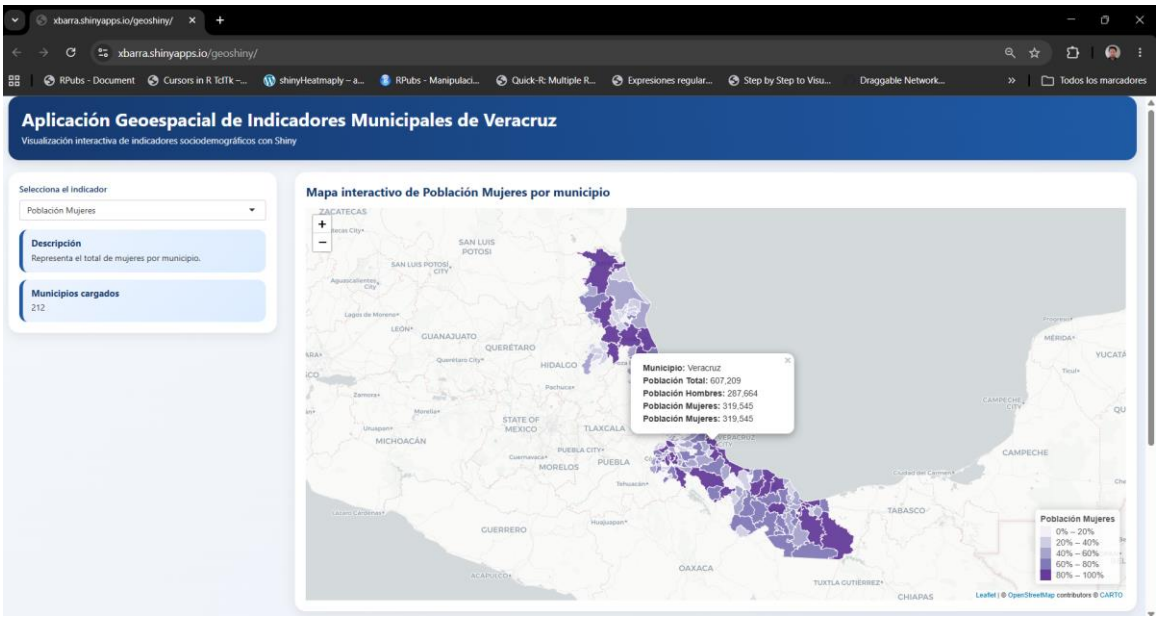


Figura 2. Interfaz de la aplicación geoespacial en Shiny.

Nota. Panel de selección y mapa interactivo. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2020).

Del mapa al resumen interpretativo

La ampliación funcional incorpora una lectura textual vinculada al territorio. Inicialmente el resumen presenta la distribución general; al seleccionar un municipio, sustituye esa lectura por su valor, posición y comparación con el conjunto. El cambio no depende de un botón adicional. El retorno a la vista general

se realiza al pulsar sobre el fondo cartográfico. La interacción mantiene la lógica de pasar de una visión general a detalles contextualizados (Shneiderman, 1996).

Además de las ventanas emergentes y la exploración visual, la plataforma incorpora estadísticos descriptivos y textos generados automáticamente mediante reglas. Sin embargo, no produce un reporte descargable, no ejecuta modelos predictivos y no utiliza inteligencia artificial generativa. Los mensajes son reproducibles a partir de los datos y de las condiciones programadas.

La interpretación distingue magnitud y composición. Un municipio puede concentrar muchos habitantes y, al mismo tiempo, presentar un porcentaje por sexo cercano al de otros municipios pequeños. Por ello, los textos evitan equiparar el número de habitantes con densidad, bienestar o desigualdad económica. Las diferencias entre porcentajes se expresan en puntos porcentuales y no como variaciones relativas. Esta separación ayuda a mantener coherencia entre la medida calculada y su explicación.

Interpretación por indicador. Al seleccionar población total, hombres o mujeres, el resumen describe cantidades absolutas y su comparación entre municipios. Al seleccionar porcentaje de hombres o de mujeres, interpreta la composición por sexo y expresa las diferencias en puntos porcentuales. De esta forma, el texto se adapta a la naturaleza de la variable y no repite una explicación idéntica para todos los mapas.

La explicación se calcula con los valores disponibles y explicita sus referencias. La ausencia de un dato no se interpreta como cero; si el municipio seleccionado no dispone del indicador, el resumen informa que no es posible compararlo. La figura 3 ilustra el cambio entre indicadores como parte de esta exploración. La trazabilidad de los insumos sigue siendo necesaria para sustentar la interpretación (Wilkinson et al., 2016).

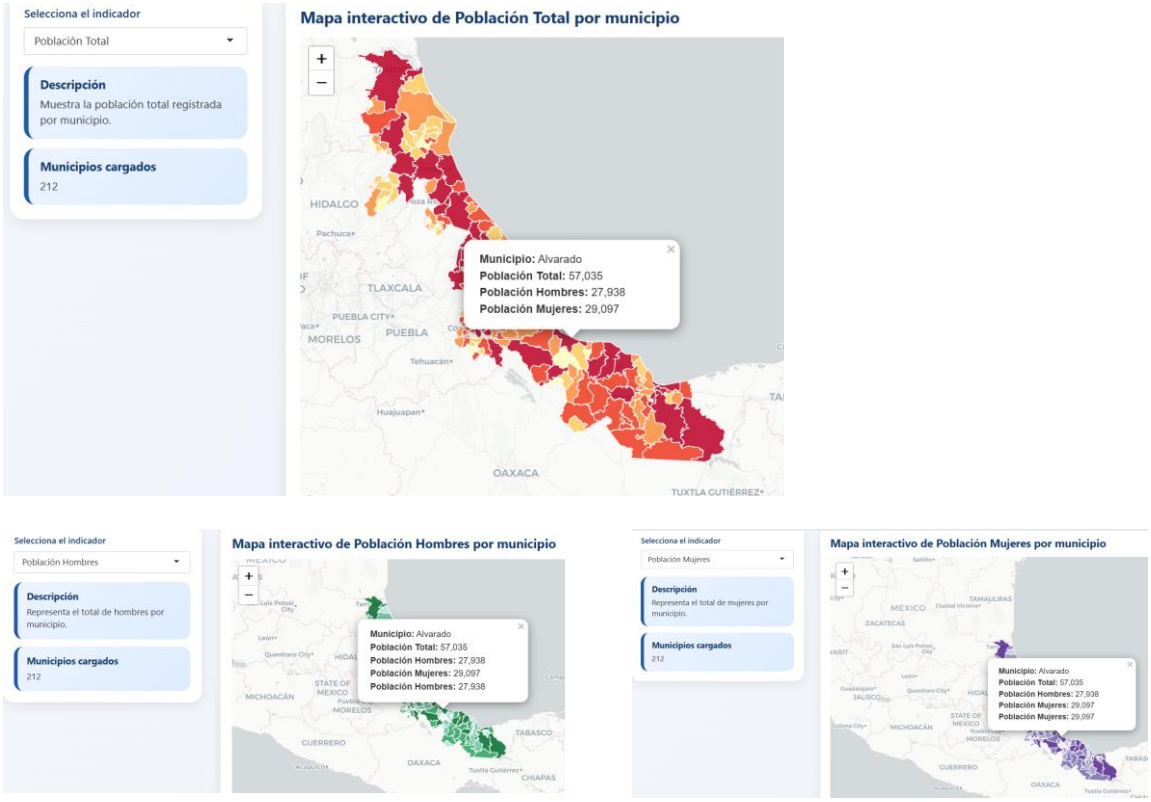


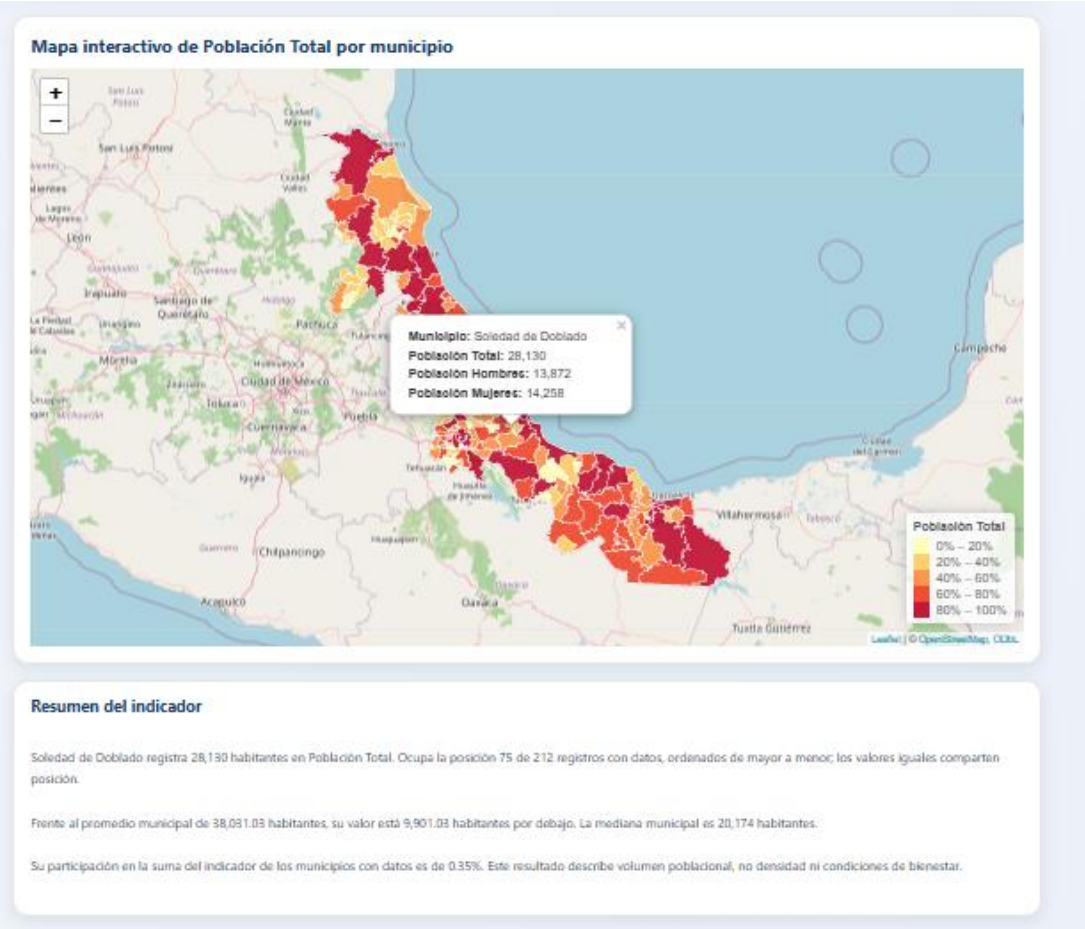
Figura 3. Comparación dinámica de indicadores sociodemográficos.

Nota. Cambio de variable mediante interacción del usuario. Fuente: elaboración propia con datos del INEGI (2020). El resumen del indicador se vincula con la selección municipal.

La tabla 2 documenta el resumen que acompaña al indicador seleccionado y su relación con el municipio señalado en el mapa. El ejemplo corresponde a población total en Soledad de Doblado, tal como se muestra en la captura proporcionada.

Tabla 2 Resumen dinámico del indicador y ejemplo de interpretación municipal

Componente	Contenido del resumen
Valor y posición	Para población total, muestra los habitantes del municipio y su posición entre los registros con datos.
Referencias municipales	Compara el valor con el promedio y la mediana. En porcentajes, expresa las diferencias en puntos porcentuales.
Participación e interpretación	En cantidades absolutas informa la participación en la suma disponible. En porcentajes interpreta la proporción de hombres o mujeres dentro del municipio.



Nota. Captura del mapa y del resumen del indicador de población total para Soledad de Doblado. El texto se actualiza al seleccionar un municipio o cambiar el indicador; el clic en el fondo devuelve la lectura general. Fuente: aplicación GeoShiny Veracruz, con datos del INEGI (2020).

Aportación territorial y relación con antecedentes

La contribución no reside en producir cifras censales nuevas, sino en conectar información oficial, geometrías y explicaciones dentro de una misma consulta. La propuesta conserva el interés por acercar el análisis territorial a públicos que no utilizan programas especializados. En términos de geovisualización, el mapa y el texto cumplen funciones complementarias: el primero localiza contrastes y el segundo explicita medidas y límites de interpretación (MacEachren & Kraak, 2001).

El carácter programable de R permite documentar limpieza, unión y representación, mientras que Shiny organiza la respuesta a las selecciones (R Core Team, s. f.; Posit, s. f.). Los antecedentes de tmap y de geocomputación muestran que la plataforma se inserta en un ecosistema de herramientas abiertas para analizar información territorial (Tennekes, 2018; Lovelace et al., 2025). Frente a un sistema de información geográfica de propósito general, esta aplicación ofrece una consulta específica y acotada; no sustituye todas sus funciones ni se ha demostrado superior mediante una evaluación comparativa.

Desde la perspectiva social del manuscrito, la mediación tecnológica puede ampliar oportunidades de acceso al conocimiento territorial. Harley (2001) permite problematizar la autoridad de las representaciones cartográficas; Santos (2000), la relación entre técnicas y acciones, y Elwood (2006), las condiciones de participación en los sistemas geográficos. Estos enfoques justifican diseñar interfaces comprensibles, pero no permiten afirmar que el prototipo haya reducido desigualdades sociales sin estudiar su uso real.

La publicación de datos requiere herramientas de interpretación y contextos de uso, no solo disponibilidad técnica (Kitchin, 2014). Por ello, la interpretación dinámica representa una aportación concreta de diseño: hace visibles las referencias utilizadas para describir un municipio y las advertencias que acompañan sus cifras. Su efecto sobre alfabetización estadística o decisiones públicas permanece como una pregunta de investigación.

Flexibilidad del desarrollo y posibilidades de ampliación

El lenguaje R constituye el núcleo analítico del sistema: la lectura, depuración, integración y transformación de los archivos se documentan mediante código. Shiny aporta la capa de interacción entre el usuario y ese procesamiento; de esta forma, las decisiones de consulta se traducen en

actualizaciones del mapa y del resumen. Esta organización conserva el carácter abierto y reproducible de la propuesta original (R Core Team, s. f.; Posit, s. f.).

La contribución del trabajo no se limita a representar información del INEGI en un mapa, sino al desarrollo de una plataforma personalizable y escalable que puede adaptarse a necesidades de investigación, docencia y consulta institucional. El acceso mediante navegador permite explorar los datos sin instalar un sistema especializado en el equipo de consulta.

Las herramientas de propósito general y las aplicaciones específicas atienden necesidades diferentes. La propuesta se concentra en un flujo municipal delimitado, con controles y explicaciones diseñados para sus indicadores. Su flexibilidad proviene de que los procedimientos pueden modificarse en el código, aunque esta característica no demuestra superioridad sobre otros sistemas ni sustituye una evaluación comparativa.

Como ampliación futura, la conexión con Python mediante reticulate permitiría combinar el entorno estadístico de R con bibliotecas de modelado y aprendizaje automático. Esta posibilidad conserva el planteamiento de evolución tecnológica del manuscrito original y no debe confundirse con una integración ya implementada. Los modelos espaciales, predictivos y de inteligencia artificial requerirían objetivos y validaciones propios.

La incorporación posterior de ingreso, empleo, educación, salud e índices sociales permitiría examinar otras dimensiones del territorio. Asimismo, tablas descriptivas, reportes descargables y métodos de autocorrelación o segmentación podrían ampliar el alcance de la plataforma. El resumen interpretativo actual constituye una primera ampliación efectiva del componente descriptivo; las demás funciones permanecen como líneas de desarrollo.

Limitaciones y perspectivas

Las principales limitaciones son el uso de un único periodo censal, la unión por nombres municipales y la ausencia de una evaluación sistemática con usuarios. Las clases de cuantiles se recalculan para cada indicador y no representan intervalos absolutos comparables entre variables. Los colores dependen de la distribución disponible; tampoco corrigen errores de los archivos de entrada. El resumen interpreta los valores disponibles, pero no sustituye la revisión previa de los archivos ni bloquea todas las operaciones que podrían involucrar datos problemáticos.

La accesibilidad web también depende de conectividad, recursos de alojamiento y disponibilidad del fondo cartográfico. La aplicación pública reduce la necesidad de instalar software para consultar el mapa, aunque ello no garantiza accesibilidad universal ni continuidad del servicio. El uso de teselas de OpenStreetMap exige respetar atribución y condiciones operativas (OpenStreetMap Foundation, s. f.).

Se propone ampliar el sistema con claves geoestadísticas, metadatos de cartografía, series temporales y nuevos indicadores oficiales. Las futuras técnicas de autocorrelación, segmentación o predicción deben presentarse como módulos diferenciados y evaluados. Asimismo, una prueba de usabilidad podría comparar la comprensión de los resultados con y sin resumen interpretativo, mediante tareas y criterios definidos previamente. Estas extensiones deben mantener la distinción entre descripción, inferencia y explicación causal.

CONCLUSIONES

Se desarrolló una aplicación geoespacial en R Shiny que integra datos municipales de Veracruz, mapas coropléticos y explicaciones descriptivas. La incorporación del resumen dinámico por indicador amplía la consulta: al seleccionar una unidad territorial, el texto contextualiza su valor y lo compara con el conjunto de municipios; al pulsar el fondo, se recupera la lectura general. La aportación tecnológica consiste en vincular estas operaciones dentro de una interfaz de consulta accesible desde un navegador.

La esencia de la propuesta permanece en acercar información territorial pública a quienes necesitan explorarla sin programar. Ese propósito se concreta en mecanismos de selección e interpretación explícitos, no en una demostración de impacto social ya alcanzado. La versión actual no sustituye análisis espaciales inferenciales ni certifica la calidad de la fuente, y sus resultados deben leerse como descripciones de los datos disponibles.

El trabajo establece una base para ampliar el monitoreo territorial y apoyar actividades docentes e institucionales. Las prioridades siguientes son fortalecer la trazabilidad de los insumos, validar la integración por claves oficiales y evaluar la comprensión de los usuarios. Solo con esa evidencia podrá determinarse en qué medida la interpretación dinámica mejora el aprovechamiento de la información y su contribución a decisiones concretas.

Se desarrolló una aplicación geoespacial interactiva en Shiny que permite visualizar y analizar indicadores sociodemográficos a nivel municipal en el estado de Veracruz. La herramienta facilita la

integración de datos espaciales y tabulares, ofreciendo una plataforma intuitiva para la exploración de información territorial. La representación permite explorar contrastes espaciales y diferencias regionales de los indicadores disponibles, que pueden orientar análisis posteriores.

Esta aplicación facilita el acceso de información de manera eficaz y accesible desde un navegador, con potencial para apoyar la justicia espacial al permitir que la información deje de ser exclusiva de expertos y se convierta en una herramienta sencilla para apoyar análisis de interés social. El sistema es escalable, replicable y adaptable a distintos contextos, lo que lo posiciona como una herramienta útil para el monitoreo de indicadores y el apoyo a la toma de decisiones, así como un componente tecnológico que puede integrarse a sistemas de información territorial y observatorios existentes.

El desarrollo presentado sienta las bases para futuras investigaciones orientadas a la incorporación de técnicas de análisis estadístico espacial avanzado y modelado predictivo, consolidando la aplicación como una plataforma con potencial para evolucionar hacia entornos más robustos de análisis territorial.

Aportación científica

La contribución principal de este trabajo radica en la integración de procesamiento de datos, visualización geoespacial e interactividad en tiempo real dentro de una plataforma accesible desarrollada en software libre. Asimismo, se propone un modelo metodológico replicable para la construcción de aplicaciones geoespaciales, el cual puede ser extendido mediante la incorporación de técnicas de análisis estadístico y aprendizaje automático en etapas posteriores.

En la versión ampliada, esta contribución se concreta además en el resumen por indicador y municipio: integra la localización cartográfica con la descripción de magnitudes, proporciones y referencias municipales. Se mantiene así la esencia del proyecto como herramienta de acceso e interpretación territorial, con posibilidades de crecimiento hacia análisis más especializados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical Analysis, 27*(2), 93–115. https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x

Brewer, C. A. (1997). Spectral schemes: Controversial color use on maps. *Cartography and Geographic Information Systems, 24*(4), 203–220. https://doi.org/10.1559/152304097782439231

Cheng, J., Schloerke, B., Karambelkar, B., & Xie, Y. (s. f.). *Leaflet: Create interactive web maps with the JavaScript Leaflet library [Documentación de software]*. https://rstudio.github.io/leaflet/

Elwood, S. (2006). Critical issues in participatory GIS: Deconstructions, reconstructions, and new research directions. *Transactions in GIS, 10*(5), 693–708. https://doi.org/10.1111/j.1467-9671.2006.01023.x

Harley, J. B. (2001). *The new nature of maps: Essays in the history of cartography (P*. Laxton, Ed.). Johns Hopkins University Press.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020 [Conjunto de datos]*. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#datos_abiertos

Kitchin, R. (2014). *The data revolution: Big data, open data, data infrastructures and their consequences*. SAGE. https://doi.org/10.4135/9781473909472

Lovelace, R., Nowosad, J., & Muenchow, J. (2025). *Geocomputation with R (2.ª ed.)*. Chapman & Hall/CRC. https://r.geocompx.org/

MacEachren, A. M., & Kraak, M.-J. (2001). Research challenges in geovisualization. *Cartography and Geographic Information Science, 28*(1), 3–12. https://doi.org/10.1559/152304001782173970

OpenStreetMap Foundation. (s. f.). *Tile usage policy*. https://operations.osmfoundation.org/policies/tiles/

Pebesma, E. (2018). Simple features for R: Standardized support for spatial vector data. *The R Journal, 10*(1), 439–446. https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009

Posit. (s. f.). *Welcome to Shiny [Documentación de software]*. https://shiny.posit.co/r/getstarted/shiny-basics/lesson1/

R Core Team. (s. f.). *What is R? R Foundation for Statistical Computing*. https://www.r-project.org/about.html

Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio: Técnica y tiempo*. Razón y emoción. Ariel.

Shneiderman, B. (1996). The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. En *Proceedings 1996 IEEE Symposium on Visual Languages* (pp. 336–343). IEEE. https://doi.org/10.1109/VL.1996.545307

Tennekes, M. (2018). tmap: Thematic maps in R. *Journal of Statistical Software, 84*(6), 1–39. https://doi.org/10.18637/jss.v084.i06

Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley.

Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis (2.ª ed.)*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24277-4

Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L. D., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T. L., Miller, E., Bache, S. M., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D. P., Spinu, V., … Yutani, H. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open Source Software, 4*(43), Article 1686. https://doi.org/10.21105/joss.01686

Wickham, H., & Bryan, J. (s. f.). *readxl: Read Excel files [Documentación de software]*. https://readxl.tidyverse.org/

Wickham, H., François, R., Henry, L., Müller, K., & Vaughan, D. (s. f.). *dplyr: A grammar of data manipulation [Documentación de software]*. https://dplyr.tidyverse.org/

Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J.-W., da Silva Santos, L. B., Bourne, P. E., Bouwman, J., Brookes, A. J., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C. T., Finkers, R., … Mons, B. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data, 3*, Article 160018. https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18