

Diseño de mapas interactivos como herramienta para los observatorios

Designing interactive maps as a tool for observatories

Cesar David Monroy Rodríguez¹

Mónica Liset Valbuena Porras²

Ángela María González Amarrillo³

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Resumen

Este artículo presenta el diseño de mapas interactivos como herramienta para los observatorios, a partir de la experiencia desarrollada en el Observatorio Cultural de Boyacá⁴ en el marco del convenio de cooperación interinstitucional con el Centro Interactivo de Historia, Patrimonio y Cultura (CIHPC)⁵. La propuesta se fundamenta en el uso de tecnologías abiertas como Leaflet.js, GeoJSON

¹ Ingeniero en multimedia, magister en E-learning y Redes Sociales. Docente del programa Ingeniería en Multimedia de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI, UNAD, <https://orcid.org/0000-0003-2087-2976/> cesard.monroy@unad.edu.co

² Licenciada en Ciencias Sociales, magister en Historia de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y doctoranda en Ciencias Humanas de la Universidad del Cauca. Docente de la Unidad de Socio-Humanística, líder del Semillero PESOA de la Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades – ECSAH, UNAD, <https://orcid.org/0000-0002-0647-3832/> monica.valbuena@unad.edu.co

³ Ingeniera de sistemas, magister of Business Administration. Líder Zonal de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI Zona Centro Boyacá, UNAD, <https://orcid.org/0000-0002-3568-7530/> angela.gonzalez@unad.edu.co

⁴ El Observatorio de Cultura y Patrimonio de Boyacá se reglamentó a través de la resolución 0017 de octubre de 2019, establece que su estructura está dada por:

- a. Un Sistema de Información, comprende el conjunto de elementos que permiten el tratamiento y administración de información en forma organizada, disponibles para ser utilizados, con el propósito de satisfacer una necesidad. El sistema de información comprende cuatro actividades: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de la información.
- b. Sistema de Información Geográfica. Es un software que permite utilizar información de localización cómo direcciones, zona postal, coordenadas de latitud y longitud facilita la representación de la información en mapas.
- c. Proceso de investigación. Al indagar sobre situaciones culturales, se debe identificar la existencia de una problemática que requiere solución. Se tendrá en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos: planteamiento del problema; diseño metodológico; recolección y procesamiento de la información; y análisis e interpretación.
- d. Divulgación. Consiste en la elaboración de documentos como boletines.

⁵ El presente proyecto de investigación, en desarrollo desde el año 2023, se encuentra actualmente en fase de ejecución y cuenta con la participación activa de investigadores pertenecientes a las escuelas ECSAH, ECBTI, ECJP y ECACEN. Este equipo interdisciplinario ha consolidado un trabajo articulado con la Secretaría de Cultura del Departamento de Boyacá, lo que ha permitido la construcción de escenarios estratégicos para la Apropiación Social del Conocimiento (ASC). Dichos escenarios se orientan a fortalecer la interacción entre la academia, la institucionalidad y las comunidades, promoviendo la circulación, comprensión y uso social del

y OpenStreetMap, que permiten construir prototipos rápidos, sostenibles y replicables. La metodología se estructuró en cuatro fases: selección de herramientas, preparación de datos, diseño del prototipo y validación. Los resultados evidencian la representación de 123 municipios, la integración de filtros dinámicos y el funcionamiento en entornos con baja conectividad. Asimismo, se resalta la utilidad de los mapas interactivos para la planeación cultural, la educación patrimonial y la apropiación social del conocimiento. Se concluye que el enfoque abierto fortalece la transparencia y la participación, y proyecta su integración con indicadores internacionales como los propuestos por la Unesco en el marco *Culture|2030*.

Palabras clave: mapas interactivos, datos abiertos, observatorio cultural, Boyacá, Leaflet.js

Abstract

This article presents the design of interactive maps as a tool for observatories, based on the experience developed within the Boyacá Cultural Observatory and the Interactive Center for History, Heritage and Culture (CIHPC). The proposal is grounded in the use of open technologies such as Leaflet.js, GeoJSON, and OpenStreetMap, which enable the construction of rapid, sustainable, and replicable prototypes. The methodology was structured in four phases: tool selection, data preparation, prototype design, and validation. The results highlight the representation of 123 municipalities, the integration of dynamic filters, and functionality in low-connectivity environments. Furthermore, the study emphasizes the usefulness of interactive maps for cultural planning, heritage education, and the social appropriation of knowledge. It is concluded that the open approach strengthens transparency and participation and projects its integration with international indicators such as those proposed by Unesco in the *Culture|2030* framework.

Keywords: Interactive maps, open data, cultural observatory, Boyacá, Leaflet.js

1. Introducción

Los observatorios culturales se han consolidado en la última década como instrumentos clave para la gestión del conocimiento, el seguimiento de políticas públicas y la mediación educativa. A nivel internacional, diversas experiencias en América Latina han demostrado su importancia. El Observatorio Cultural de Buenos Aires (Argentina) centra su trabajo en la medición de la participación y el consumo cultural, mientras que en Chile el Observatorio de Políticas Culturales se orienta al seguimiento y evaluación de normativas y planes. En México, el Observatorio de Industrias Creativas se enfoca en el análisis de la economía cultural y creativa, generando información estratégica para la formulación de políticas y la competitividad del sector (Crespo, 2017; García Canclini, 2019). En todos estos casos, los observatorios no solo cumplen un rol de recopilación de datos, sino también de *articulación entre conocimiento, territorio y ciudadanía*.

En Colombia, el Ministerio de Cultura ha impulsado iniciativas como el Observatorio de Cultura y Economía y el Observatorio de Políticas Culturales, orientados a la medición de impactos

conocimiento generado por los procesos investigativos. De esta manera, se busca no solo la democratización del saber, sino también el impulso a dinámicas participativas que integren saberes científicos, técnicos y tradicionales, favoreciendo la innovación social y cultural en el territorio para la salvaguarda de lo que somos y tenemos en el departamento.

culturales y al diseño de estrategias sectoriales (Ministerio de Cultura de Colombia, 2022, 2023). Adicionalmente, el Decreto 1622 de 2023 establece lineamientos claros para la participación comunitaria en la gestión cultural, reconociendo los aportes de organizaciones sociales, secretarías municipales de cultura y actores locales en la consolidación de diagnósticos y planes de acción. Esto implica que, más que un vacío, en departamentos como Boyacá, con 123 municipios que concentran una amplia diversidad de festividades, patrimonio material e inmaterial y prácticas comunitarias, se han venido gestando procesos participativos de base que buscan garantizar la gestión cultural de manera democrática y territorializada. En este sentido, los procesos de *story-telling* y cartografía cultural fortalecen la identidad comunitaria en torno al territorio (Jeannotte, 2016).

A nivel global, además de los observatorios culturales tradicionales, emergen iniciativas vinculadas al diseño de museos virtuales y plataformas interactivas que incorporan modelos avanzados de análisis de la experiencia del usuario. Por ejemplo, Wang & Li (2025) desarrollaron un enfoque para interfaces museográficas basadas en *Kansei Engineering* y optimizadas mediante Entropy Weight TOPSIS y PSO-SVR, con el fin de mejorar la respuesta emocional de los visitantes en entornos inmersivos. Estos avances demuestran cómo las tecnologías interactivas pueden trascender la simple visualización de datos, aportando dimensiones cognitivas y afectivas al diseño de plataformas culturales digitales.

Este panorama plantea un problema central: ¿Cómo el uso de tecnologías abiertas contribuye al diseño de mapas interactivos como herramienta para los observatorios fortaleciendo la gestión cultural en el departamento de Boyacá?

La relevancia de este trabajo se sustenta en tres dimensiones complementarias: la dimensión social, el Observatorio Cultural de Boyacá en articulación con el Centro Interactivo de Historia, Patrimonio y Cultura (CIHPC) se constituyen en espacios de apropiación social del conocimiento, donde comunidades, gestores y autoridades locales pueden acceder a información organizada y confiable. La literatura sobre cartografía social y PPGIS (Public Participation GIS) demuestra que la participación en la producción y uso de mapas fortalece la cohesión social y promueve la incidencia comunitaria en las políticas públicas (Brown & Kyttä, 2014; Haklay, 2010), y estos procesos se relacionan con lo que Duxbury, Garrett-Petts & MacLennan (2015) definen como *cultural mapping*, que busca documentar prácticas y representaciones sociales en los territorios.

En la dimensión educativa, el CIHPC se plantea como un centro de ciencia que puede llegar a conecta la cultura y el territorio con la tecnología, ofreciendo recursos para la enseñanza y el aprendizaje significativo, Como lo muestran las investigaciones sobre *dashboards* educativos, estas interfaces promueven la autonomía y el aprendizaje significativo (Bodily & Verbert, 2017). Los mapas interactivos favorecen la educación patrimonial, al permitir a docentes y estudiantes explorar el territorio cultural en entornos digitales que promueven el aprendizaje autónomo (Paulsen *et al.*, 2024). De este modo, el mapa no es únicamente una herramienta de consulta, sino también un mediador didáctico que articula la práctica cultural con la formación ciudadana.

Finalmente, desde la dimensión tecnológica, el uso de librerías y formatos abiertos como Leaflet.js, GeoJSON, OpenStreetMap, QGIS y PostGIS garantiza accesibilidad, sostenibilidad y replicabilidad (Butler *et al.*, 2016; Horbiński & Lorek, 2020; OpenStreetMap, 2019). Estos estándares, reconocidos internacionalmente, permiten superar las restricciones de plataformas privativas y facilitan la interoperabilidad entre diferentes sistemas, fortaleciendo la transparencia y la reproducibilidad científica (Bucklin *et al.*, 2018; Kitchin *et al.*, 2016).

El propósito de este trabajo es desarrollar e implementar un mapa interactivo basado en tecnologías abiertas, integrado al Observatorio Cultural de Boyacá y al CIHPC, que aporte a la planeación cultural, la educación patrimonial y la apropiación social del conocimiento, en concordancia con los lineamientos de MinCiencias y los indicadores de la Unesco *Culture|2030*.

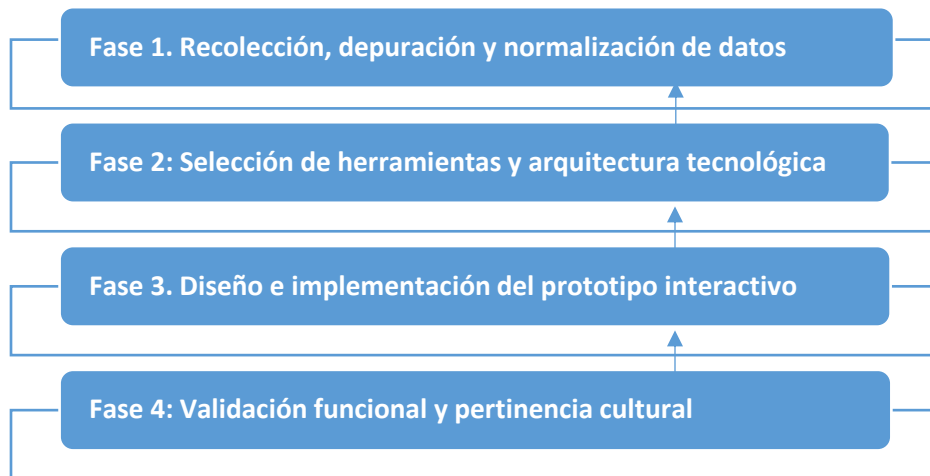
En concreto, el estudio busca: (i) integrar y normalizar datos culturales de los municipios y provincias de Boyacá en formatos abiertos (CSV/GeoJSON); (ii) implementar un prototipo de mapa interactivo utilizando tecnologías libres como Leaflet.js, OSM y HTML/CSS/JS (Butler *et al.*, 2016; OpenStreetMap, 2019); (iii) evaluar la usabilidad del prototipo en escenarios de baja conectividad y su pertinencia para comunidades locales; y (iv) analizar el aporte de este tipo de herramientas a la apropiación social del conocimiento, comparándolas con experiencias desarrolladas en otros observatorios latinoamericanos (Brown & Kytä, 2014; Paulsen *et al.*, 2024).

En este sentido, el Observatorio Cultural de Boyacá en su trabajo articulado con el CIHPC constituyen una apuesta estratégica para articular cultura, ciencia y tecnología en el territorio. El presente documento ofrece un aporte inédito al evidenciar el uso de tecnologías abiertas en la construcción de mapas interactivos aplicados a la gestión cultural, fortaleciendo la planeación territorial, la apropiación social del conocimiento y la educación patrimonial. Con ello, se busca no solo responder a las necesidades locales de Boyacá, sino también generar una experiencia replicable en otros contextos de Colombia y América Latina, alineada con los lineamientos de MinCiencias y los indicadores internacionales de Unesco *Culture|2030* (Unesco, 2019).

En coherencia con este propósito, el documento se organiza en cinco apartados principales. En primer lugar, la Introducción contextualiza el marco internacional y regional de los observatorios culturales, además de plantear el problema, la relevancia y los objetivos del estudio. El segundo apartado, correspondiente a la Metodología, describe las fases de recolección y preparación de datos, la selección de tecnologías abiertas, el diseño e implementación del prototipo y su validación funcional. Posteriormente, en Resultados y discusión, se presentan los hallazgos obtenidos, acompañados de figuras y tablas que ilustran la visualización territorial, la usabilidad y la comparación con experiencias latinoamericanas. El apartado de Conclusiones sintetiza los principales aportes, limitaciones y proyecciones del trabajo, destacando su pertinencia para la gestión cultural y la educación patrimonial. Finalmente, se incluyen las Declaraciones y Referencias, que garantizan la transparencia, la ética investigativa y la reproducibilidad científica del estudio.

2. Metodología

La investigación se enmarca en un enfoque aplicado de carácter exploratorio y descriptivo, orientado al diseño, implementación y validación de una plataforma tecnológica para la gestión cultural. El estudio integra perspectivas provenientes de los observatorios culturales y del diseño de sistemas interactivos, articulando el análisis social con metodologías de ingeniería de software. La estrategia metodológica se estructuró en cuatro fases interdependientes:



Fase 1. Recolección, depuración y normalización de datos

Se utilizaron como insumo principal los registros oficiales suministrados por la Secretaría de Cultura de Boyacá, reportados por las dependencias municipales de cultura y secretarías de gobierno. Los datos incluyeron festividades, patrimonio inmaterial, eventos artísticos y actividades comunitarias. Este insumo fue sometido a un proceso de depuración (eliminación de duplicados, corrección de inconsistencias), normalización (unificación de categorías culturales) y conversión de formatos (Excel → CSV → GeoJSON), asegurando interoperabilidad con sistemas web y plataformas de análisis espacial. La georreferenciación se realizó mediante la asociación de cada registro al polígono municipal correspondiente, garantizando la coherencia territorial.

Fase 2. Selección de herramientas y arquitectura tecnológica abiertas

El diseño de la plataforma se fundamentó herramientas Open Source, en principios de accesibilidad, sostenibilidad y replicabilidad, (Horbiński & Lorek, 2020; OpenStreetMap, 2019), priorizando tecnologías abiertas. Se adoptaron librerías y estándares internacionales como Leaflet.js (Horbiński & Lorek, 2020), para la visualización cartográfica, GeoJSON (RFC 7946), (Butler et al., 2016), para la representación de datos espaciales, y OpenStreetMap (OpenStreetMap, 2019), como fuente base colaborativa. Para el procesamiento previo se emplearon QGIS y PostGIS (Bucklin et al., 2018), lo que permitió integrar capacidades de análisis geoespacial avanzadas. La interfaz fue desarrollada en HTML5, CSS3 y JavaScript vanilla, siguiendo lineamientos de diseño responsivo y usabilidad. Esta arquitectura ligera buscó optimizar la experiencia del usuario en contextos de baja conectividad, condición frecuente en zonas rurales de Boyacá (Leaflet, 2025).

Tabla 1. Tecnologías utilizadas en el desarrollo del prototipo

Herramienta	Función	Justificación
Leaflet.js	Mapas interactivos	Open source, ligero, adaptable a dispositivos
GeoJSON	Almacenamiento de datos geográficos	Estándar abierto, interoperable

Herramienta	Función	Justificación
OpenStreetMap	Mapa base y datos cartográficos	Libre, colaborativo y actualizado
HTML/CSS/JS	Interfaz y lógica de interacción	Flexibilidad y personalización total
QGIS/PostGIS	Procesamiento y análisis espacial	Herramientas SIG avanzadas y libres

Nota: elaboración propia (2025).

Fase 3. Diseño e implementación del prototipo interactivo

La construcción de la plataforma se desarrolló bajo un enfoque de iteración ágil y prototipado incremental. El sistema incluyó:

- Mapa base centrado en Boyacá con capas diferenciadas por municipios y provincias.
- Filtros dinámicos por categoría cultural, municipio y provincia, que actualizan en tiempo real la visualización.
- Ventanas emergentes (pop-ups) con información detallada de cada evento.
- Modo de funcionamiento offline para garantizar operatividad en territorios con conectividad limitada.

En esta fase se siguieron buenas prácticas de diseño de interfaces y usabilidad, considerando criterios de navegación intuitiva, legibilidad y consistencia visual, con el fin de posicionar la plataforma no solo como un repositorio de datos, sino como un instrumento interactivo para la apropiación social del conocimiento.

Fase 4. Validación funcional y pertinencia cultural

La validación inicial se realizó con registros de la provincia de Sugamuxi, tomando como caso emblemático el Festival Internacional de la Cultura en Sogamoso. Se aplicaron criterios de evaluación en cuatro dimensiones: (i) usabilidad, relacionada con la facilidad de navegación y comprensión de la interfaz; (ii) accesibilidad, evaluando la operatividad en escenarios de baja conectividad y en distintos dispositivos; (iii) pertinencia cultural, verificando la coherencia entre las categorías propuestas y la realidad territorial; y (iv) escalabilidad, valorando la capacidad de incorporar nuevas fuentes de información y su alineación con los indicadores internacionales de Unesco Culture|2030.

3. Resultados y discusión

El prototipo consolida, en una interfaz cartográfica, información cultural proveniente de los 123 municipios de Boyacá y habilita filtros dinámicos y consulta offline. Esto materializa los objetivos de usabilidad, accesibilidad, pertinencia cultural y escalabilidad: normalización de datos abiertos; implementación con tecnologías libres; evaluación en baja conectividad; y análisis del aporte a la apropiación social del conocimiento, con diálogo comparado frente a observatorios de la región. La lectura integrada de estos cuatro frentes permite valorar el prototipo no solo como producto tecnológico, sino como infraestructura cívica de datos culturales. Modelos como los propuestos por Santos *et al.* (2017) demuestran cómo los observatorios pueden evolucionar hacia sistemas de indicadores enlazados con grafos de conocimiento.

3.1 Visualización territorial geográfica. Mapear eventos a reconocer patrones

El prototipo representó los municipios de Boyacá mediante polígonos en formato GeoJSON, asociados a registros culturales consolidados a partir del instrumento oficial diligenciado por las

dependencias municipales de cultura y secretarías de gobierno. En las pruebas iniciales se cargaron festividades tradicionales, manifestaciones de patrimonio inmaterial y eventos artísticos; con ello se evidenció una mayor densidad de registros en las provincias de Sugamuxi, Tundama y Centro, sugiriendo corredores culturales con potencial de programación articulada. Entre los ejemplos consignados en las planillas figuran el Festival Internacional de la Cultura en Sogamoso (Sugamuxi) y el Aguinaldo Boyacense en Tunja (Centro), junto con festividades y actividades municipales recurrentes reportadas por las entidades locales. Este patrón trasciende la simple difusión: ofrece insumos para priorizar inversión en mediación, movilidad y turismo cultural en temporadas de mayor afluencia. Complementariamente, se propone acompañar el mapa con indicadores de densidad (eventos/km², eventos/10.000 hab.) y de estacionalidad (eventos por mes), con el fin de orientar de manera más precisa las agendas y presupuestos municipales.

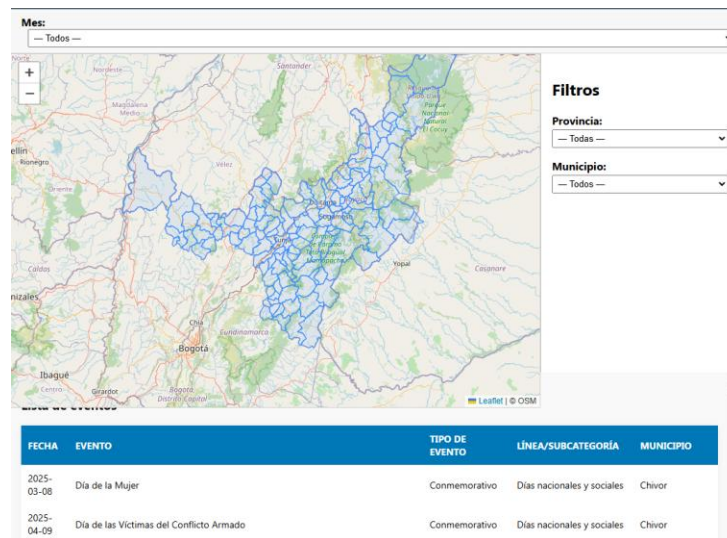


Figura 1. Vista general del mapa interactivo del Observatorio Cultural de Boyacá. Nota: elaboración propia (2025) a partir de datos reportados por las Secretarías de Cultura municipales y procesados en formato GeoJSON.

3.2 Interacción y filtros dinámicos

Los filtros por provincia, municipio y categoría convierten la consulta en respuestas operativas: ¿dónde concentrar logística? ¿qué sublíneas están subrepresentadas?, lo cual permite registrar métricas de uso (tasa de clics por filtro, tiempo hasta encontrar un evento, rutas de navegación) con el fin de mantener una retroalimentación en el diseño de la interfaz y documentar beneficios de eficiencia como reducción del tiempo de búsqueda de información para oficinas de cultura, entre otras).

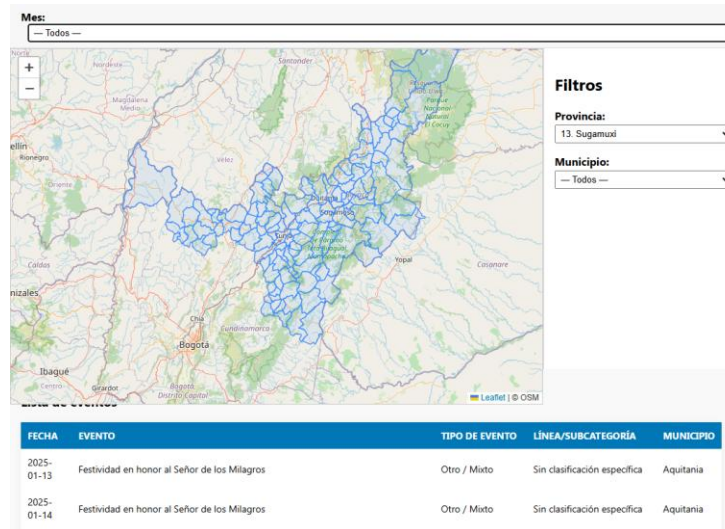


Figura 2. Ejemplo de filtro aplicado por provincia (Sugamuxi). Nota: elaboración propia (2025). El mapa muestra los eventos registrados en la provincia de Sugamuxi, filtrados mediante la herramienta interactiva Leaflet.js.

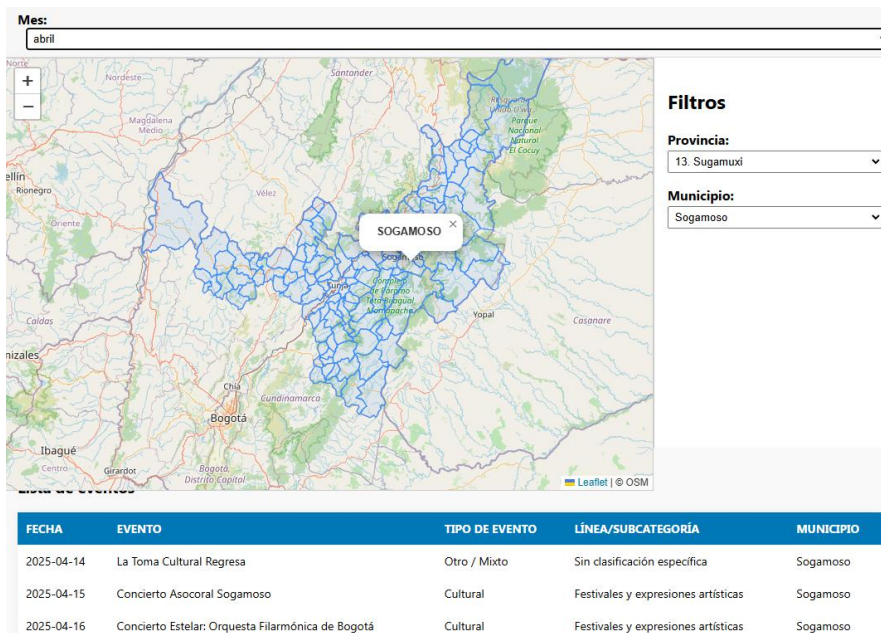


Figura 3. Ventana emergente (pop-up) con información de un evento cultural.

Nota: elaboración propia (2025). Se ilustran los eventos culturales destacados en Sogamoso durante el mes de abril, evidenciando la funcionalidad de los pop-ups en el prototipo.

3.3 Accesibilidad y usabilidad en baja conectividad: pertinencia contextual comprobable

El modo offline y la ligereza tecnológica son adecuaciones clave para el entorno boyacense. La discusión debe explicitar qué problema resuelven: sostener procesos de planeación y divulgación en territorio (ferias, aulas, bibliotecas públicas) cuando no hay Internet. Se busca con esta estrategia reportar tiempos de carga en dispositivos de gama media y éxito de tareas como por ejemplo encontrar un evento en < 30s para evidenciar usabilidad situada y compararla con soluciones web más pesadas.

3.4 Pertinencia cultural y territorial: validación con valor de política

La validación en Sugamuxi no solo comprueba funcionamiento; genera inteligencia territorial al identificar un corredor Sogamoso–Tibasosa–Iza. Esto sustenta decisiones como: priorizar circuitos de mediación escolar, concentrar señalética y diseñar micro-itinerarios de patrimonio inmaterial. Kitchin *et al.*, 2015; McArdle & Kitchin, 2016). Esto nos permite contar con un análisis de conectividad geográfica (tiempos de desplazamiento entre nodos) y con indicadores Unesco Culture2030 pertinentes como la participación cultural y acceso), preparando la futura integración del tablero de indicadores del Observatorio.

Tabla 2. Categorías culturales y número de eventos registrados (prueba inicial)

Categoría cultural	Ejemplo de evento	N.º registros
Festividades tradicionales	Aguinaldo Boyacense (Tunja)	12
Patrimonio inmaterial	Carnaval de Ráquira	8
Eventos artísticos	Festival Internacional de la Cultura (Sogamoso)	15
Actividades comunitarias	Encuentros de danzas rurales	10

Nota: elaboración propia (2025).

3.5 Comparación internacional

Frente a observatorios latinoamericanos (enfocados en consumo cultural, políticas o industrias creativas), Boyacá aporta una visualización territorial abierta y replicable que opera en baja conectividad. Esta estrategia de “lo suficiente y abierto” es coherente con capacidades institucionales locales y crea una base para, en siguientes iteraciones, incorporar analítica avanzada o experiencias inmersivas cuando existan datos y gobernanza robusta (Crespo, 2017; Ministerio de Cultura de Colombia, 2023).

Tabla 3. Comparativa con observatorios culturales de América Latina

Observatorio	País	Enfoque principal	Herramienta tecnológica
Observatorio Cultural de Buenos Aires	Argentina	Participación y consumo cultural	Tableros estadísticos interactivos
Observatorio de Políticas Culturales	Chile	Seguimiento a políticas culturales	Informes digitales/tableros
Observatorio de Industrias Creativas	México	Economía creativa e industrias culturales	Bases de datos y portales

Observatorio	País	Enfoque principal	Herramienta tecnológica
Observatorio Cultural de Boyacá	Colombia	Visualización territorial abierta de eventos y patrimonio	Mapa interactivo con Leaflet.js

Nota: elaboración propia (2025).

Mientras que en América Latina los observatorios se han enfocado en la recolección de datos y el análisis de políticas culturales, en Asia se observa un interés creciente por la virtualización museográfica y la integración de modelos predictivos en las interfaces digitales. El estudio de Wang & Li (2025) en China constituye un referente de cómo los museos virtuales pueden utilizar metodologías de inteligencia artificial y optimización para personalizar la experiencia del usuario. Este contraste evidencia que, aunque el Observatorio Cultural de Boyacá se centra en la accesibilidad y replicabilidad, existen rutas de evolución hacia experiencias inmersivas y emocionalmente adaptadas.

4. Discusión crítica

Los resultados obtenidos evidencian que la combinación de tecnologías abiertas, diseño ligero y enfoque territorial constituye una alternativa viable para la gestión cultural en contextos como Boyacá, donde las limitaciones de conectividad y recursos dificultan la adopción de plataformas privativas de mayor complejidad. Esta elección metodológica representa un trade-off explícito: se sacrifica la sofisticación analítica inmediata (modelos predictivos, experiencias inmersivas) en favor de la replicabilidad, accesibilidad y sostenibilidad de la solución. Este equilibrio, lejos de ser una desventaja, se alinea con las condiciones institucionales y comunitarias del territorio, y ofrece una propuesta de valor diferencial frente a observatorios de mayor escala y con financiamiento robusto.

El uso de estándares y librerías abiertas reduce costos y barreras de acceso frente a soluciones privativas; además, al incorporar filtros dinámicos y funcionalidad offline, el prototipo responde al contexto boyacense y favorece la inclusión digital (Horbiński & Lorek, 2020; OpenStreetMap, 2019). Recientes desarrollos han demostrado el potencial de Leaflet para integrar visualizaciones 3D avanzadas en entornos web (Horbiński, Raczyński & Kaim, 2023), lo cual abre nuevas posibilidades para futuras versiones del prototipo, incluyendo experiencias inmersivas y analíticas más sofisticadas.

En contraste con experiencias internacionales que integran algoritmos de inteligencia artificial y marcos de diseño emocional para interfaces inmersivas orientadas a la personalización de la experiencia del usuario (Wang & Li, 2025), el prototipo boyacense se centra en la inclusión digital y la usabilidad en entornos rurales. Esta perspectiva resalta la pertinencia de soluciones “suficientes y abiertas”, capaces de garantizar acceso equitativo y apropiación social del conocimiento, incluso en ausencia de infraestructura tecnológica avanzada. De este modo, el proyecto responde al llamado de la Unesco (2019) y de la literatura en PPGIS (Brown & Kytä, 2014; Haklay, 2010), que enfatizan la importancia de vincular datos culturales con procesos participativos de base comunitaria.

Asimismo, la discusión con otros observatorios latinoamericanos permite reconocer que, mientras Buenos Aires y Chile privilegian el seguimiento de políticas culturales mediante tableros estadísticos, y México se orienta al análisis económico de industrias creativas, Boyacá innova al priorizar la visualización territorial abierta como estrategia pedagógica y de planeación cultural. Comparado con observatorios latinoamericanos, el de Boyacá aporta una innovación pedagógica al integrarse con el CIHPC, posicionándose como laboratorio vivo para la apropiación social del conocimiento (Pabón-Correa, 2018). A la par, la literatura sugiere que los dashboards efectivos

requieren gobernanza de datos, transparencia y enfoque en usuarios (Kitchin *et al.*, 2016; McArdle & Kitchin, 2016), elementos hacia los cuales se proyecta este desarrollo. Como señalan Kitchin, Lauriault & McArdle (2015), los tableros de indicadores permiten nuevas formas de gobernanza urbana, lo cual también puede trasladarse a la gestión cultural regional.

No obstante, persisten desafíos estructurales. La dependencia de los datos reportados por municipios genera riesgos en términos de actualización y calidad de la información. Además, la ausencia de integración con capas socioeconómicas y ambientales limita, por ahora, el alcance de los análisis multivariados que podrían fortalecer la planeación cultural intersectorial. Superar estas limitaciones requiere consolidar un sistema de gobernanza de datos con protocolos claros de actualización, validación y sostenibilidad institucional, condición indispensable para escalar hacia indicadores homologables con el marco Culture|2030 (Unesco, 2019).

En perspectiva, este trabajo aporta evidencia de que los observatorios culturales en contextos de recursos limitados pueden beneficiarse de estrategias graduales: iniciar con plataformas ligeras y abiertas que aseguren apropiación social y, posteriormente, avanzar hacia la integración de analítica avanzada, visualizaciones inmersivas y dashboards en línea. Este enfoque secuencial constituye una contribución relevante al debate internacional sobre la digitalización de la cultura, pues demuestra que la innovación no depende exclusivamente de la complejidad tecnológica, sino de la adecuación contextual y la capacidad de generar valor social.

5. Conclusiones

El desarrollo del prototipo de mapa interactivo como parte del Observatorio Cultural de Boyacá y el Centro Interactivo de Historia, Patrimonio y Cultura (CIHPC) demuestra que la convergencia entre tecnologías abiertas, participación social y estándares internacionales constituye una estrategia viable y sostenible para la gestión cultural en el contexto colombiano.

En primer lugar, la adopción de librerías y estándares open source como Leaflet.js, GeoJSON, OpenStreetMap, QGIS y PostGIS evidenció que es posible construir soluciones tecnológicas accesibles, rápidas de implementar y replicables en otros territorios (Butler *et al.*, 2016; Bucklin *et al.*, 2018; OpenStreetMap, 2019). Este enfoque contrasta con plataformas privativas de alto costo, que suelen excluir a comunidades y gobiernos locales con recursos limitados; además, promueve la transparencia y la reproducibilidad científica (Kitchin *et al.*, 2016).

En segundo lugar, el prototipo potenció la visualización territorial de la cultura, permitiendo asociar datos de 123 municipios de Boyacá con festividades, patrimonio inmaterial y actividades comunitarias. La implementación de filtros dinámicos y pop-ups facilitó la exploración intuitiva de la información y amplió la accesibilidad incluso en entornos de baja conectividad.

Desde la perspectiva social y educativa, el proyecto aportó a la apropiación social del conocimiento y a la educación patrimonial, al articular territorio, cultura y tecnología en procesos formativos (Brown & Kyttä, 2014; Paulsen *et al.*, 2024; Pabón-Correa, 2018).

Como limitaciones, se reconocen: (i) la dependencia de la calidad y disponibilidad de los datos culturales; (ii) la necesidad de avanzar hacia una versión en línea con actualización continua; y (iii) la ausencia de un protocolo institucional de actualización.

Finalmente, se reconoce que el camino hacia la consolidación de observatorios culturales digitales no se limita a la representación cartográfica. El avance de investigaciones como la de Wang

y Li (2025) abre la posibilidad de integrar en el futuro modelos de predicción de experiencia emocional y personalización de interfaces. Para el Observatorio Cultural de Boyacá, ello significa que, además de garantizar el acceso abierto y la sostenibilidad técnica, será posible incorporar dimensiones inmersivas que fortalezcan la conexión afectiva de los usuarios con el patrimonio cultural.

En proyección, el Observatorio Cultural de Boyacá y el CIHPC pueden avanzar hacia: (1) integrar indicadores alineados con Unesco Culture|2030; (2) articularse con otros observatorios temáticos del departamento; (3) desarrollar un sistema en línea de acceso abierto; (4) ampliar la participación comunitaria mediante cartografía social; y (5) consolidar el CIHPC como laboratorio vivo. En síntesis, el caso Boyacá evidencia que la cultura, al integrarse con la ciencia, la tecnología y la innovación, puede contribuir a los ODS, fortalecer la identidad territorial y dinamizar la participación ciudadana (Unesco, 2019; Petti *et al.*, 2020).

Referencias

- Bodily, R., & Verbert, K. (2017). Review of research on student-facing learning analytics dashboards and educational recommender systems. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 10(4), 405–418. <https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2740172>
- Bostock, M., Ogievetsky, V., & Heer, J. (2011). D³: Data-Driven Documents. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 17(12), 2301–2309. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2011.185>
- Brown, G., & Kyttä, M. (2014). Key issues and research priorities for Public Participation GIS (PPGIS). *Applied Geography*, 46, 122–136. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.11.014>
- Bucklin, D. N., Basille, M., & Boulangeat, I. (2018). rpostgis: Linking R with a PostGIS Spatial Database. *The R Journal*, 10(1), 218–232. <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-025>
- Butler, H., Daly, M., Doyle, A., Gillies, S., Schaub, T., & Schmidt, C. (2016). The GeoJSON format (RFC 7946). *Internet Engineering Task Force*. <https://doi.org/10.17487/RFC7946>
- Crespo, C. (2017). Observatorios culturales en América Latina: experiencias y desafíos. *Revista Iberoamericana de Cultura*, 12(2), 45–60.
- Duxbury, N., Garrett-Petts, W. F., & MacLennan, D. (Eds.). (2015). *Cultural mapping as cultural inquiry*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315743066>
- García Canclini, N. (2019). *La cultura en la era digital: políticas y ciudadanía*. Siglo XXI Editores.
- Haklay, M. (2010). How good is volunteered geographical information? *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), 682–703. <https://doi.org/10.1068/b35097>
- Horbiński, T., & Lorek, D. (2020). The use of Leaflet and GeoJSON for developing interactive maps in a GIS course. *Journal of Spatial Science*, 65(3), 401–414. <https://doi.org/10.1080/14498596.2020.1713237>

- Horbiński, T., Raczyński, T., & Kaim, D. (2023). Distortion-free 3D map created with Leaflet and WebGL shaders. *Journal of Imaging*, 9(5), 79. <https://doi.org/10.3390/jimaging9050079>
- Jeannotte, M. S. (2016). Story-telling about place: Engaging citizens in cultural mapping. *City, Culture and Society*, 7(1), 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.ccs.2015.11.002>
- Jia, L., Zeng, W., Cao, J., Li, X., & Zhang, C. (2022). Development of interactive biological web applications with R/Shiny. *Briefings in Bioinformatics*, 23(1), bbab415. <https://doi.org/10.1093/bib/bbab415>
- Kasprzak, P., Mitchell, L., Kravchuk, O., & Timmins, A. (2021). Six years of Shiny in research. *The R Journal*, 12(2), 155–162. <https://doi.org/10.32614/RJ-2021-004>
- Kitchin, R., Lauriault, T., & McArdle, G. (2015). Knowing and governing cities through urban indicators, city benchmarking and real-time dashboards. *Regional Studies, Regional Science*, 2(1), 6–28. <https://doi.org/10.1080/21681376.2014.983149>
- Kitchin, R., Maalsen, S., & McArdle, G. (2016). The praxis and politics of building urban dashboards. *Geoforum*, 77, 93–101. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.10.006>
- McArdle, G., & Kitchin, R. (2016). The Dublin Dashboard: Design and development of a real-time analytical urban dashboard. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, IV-4/W1, 19–25. <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-4-W1-19-2016>
- Ministerio de Cultura de Colombia. (2022). *Observatorio de Cultura y Economía*. <https://www.mincultura.gov.co>
- Ministerio de Cultura de Colombia. (2023). *Observatorios culturales en Colombia: instrumentos de política pública*. <https://www.mincultura.gov.co>
- OpenStreetMap. (2019). *The free wiki world map*. <https://www.openstreetmap.org>
- Pabón-Correa, R. (2018). Apropiación social del conocimiento: la validación social como práctica educativa. *Educación y Humanismo*, 20(34), 137–154. <https://doi.org/10.17081/eduhum.20.34.2629>
- Paulsen, L., & Lindsay, E.. (2024). Learning analytics dashboards in higher education: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 29, 4279–14308. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12401-4>
- Petti, L., Trillo, C., & Makore, B. C. N. (2020). Cultural heritage and SDG targets: A possible harmonisation? *Sustainability*, 12(3), 926. <https://doi.org/10.3390/su12030926>
- Santos, H., Dantas, V., Furtado, V., Pinheiro, P., & McGuinness, D. (2017). From data to city indicators: A knowledge graph for supporting municipal dashboards. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 31(1). <https://doi.org/10.1609/aaai.v31i1.10577>
- Sinkonde, D. O., et al. (2018). PostGIS as a tool for spatial decision-making: Applications and experiences. *International Journal of Geoinformatics*, 14(3), 33–44.

Unesco. (2019). *Culture|2030 indicators: Manual metodológico*. Unesco Publishing.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371562>

Leaflet. (2025). *Leaflet: an open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps*.
<https://leafletjs.com>

Wang, Z., & Li, F. (2025). Design of panoramic virtual museum interactive interface based on entropy weight TOPSIS and PSO-SVR. *NPJ Heritage Science*, 13(201), 1–18.
<https://doi.org/10.1038/s40494-025-01760-5>