

# SIG Y BASES DE DATOS. OPORTUNIDADES Y RETOS EN LA TRANSICIÓN DE LOS SISTEMAS TRADICIONALES AL *BIG DATA*

## GIS AND DATABASES. OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN THE TRANSITION FROM TRADITIONAL SYSTEMS TO *BIG DATA*

Laura García Juan<sup>1</sup> & Alejandro Vallina Rodríguez<sup>2</sup>

Recibido: 26/06/2019 · Aceptado: 27/07/2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/etfvi.12.2019.25124>

### Resumen

La universalización y democratización de diversas geotecnologías, sumada a la creación y consumo de grandes cantidades de geodatos, ha generado un impulso para lograr soluciones tecnológicas que satisfagan las nuevas necesidades surgidas. El debate actual se centra en la disyuntiva de la continuidad de operar con sistemas tradicionales, o bien apostar por el surgimiento y consolidación de nuevas tecnologías, como es el caso del *Big Data*. A todo ello se suma la necesidad de evaluar y analizar el encaje de los SIG, herramienta fundamental del geógrafo en estos nuevos planteamientos.

Dentro de todo este complejo universo, se tomará como ejemplo la transición que se está produciendo en el campo de las bases de datos, verdadero corazón de un SIG. Tradicionalmente se ha venido empleando modelos relacionales, que están actualmente en pugna con opciones más novedosas, entre las que destaca el ya citado *Big Data*, con una potente irrupción en el mundo geográfico, y con un gran peso fuera de él.

A través de una revisión crítica, realizada de forma empírica, mediante el desarrollo de una matriz multicriterio y de la aplicación de un análisis DAFO, con este trabajo se pretenden evaluar las opciones tecnológicas, actuales y futuras, más adecuadas para dar respuesta a este nuevo paradigma.

### Palabras clave

Sig; *Big Data*; Bases de datos; DAFO; TIG

- 
1. Profesora Ayudante Doctor. Dto de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid. Orcid/0000-0002-8450-9909/; <[laura.garciaj@uam.es](mailto:laura.garciaj@uam.es)>.
  2. Personal Investigador en Formación. Dto de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid. Orcid/0000-0001-7855-4263/; <[alejandro.vallina@predoc.uam.es](mailto:alejandro.vallina@predoc.uam.es)>.

## Abstract

The universalization and democratization of diverse geotechnologies, added to the creation and consumption of large amounts of geodata, has generated an impulse to achieve technological solutions that meet the new needs that have arisen. The current debate focuses on the dilemma of the continuity of operating with traditional systems, or betting on the emergence and consolidation of new technologies, such as Big Data. To all this is added the need to evaluate and analyze the fit of GIS, a fundamental tool of the geographer in these new approaches.

Within this complex universe, we will take as an example the transition that is taking place in the field of databases, the true heart of a GIS. Traditionally they have been using relational models, which are currently in conflict with newer options, among which the Big Data stands out, with a strong irruption in the geographical world, and with a great weight outside it.

Through a critical review, conducted empirically, through the development of a multicriteria matrix and the application of a SWOT analysis, this paper aims to evaluate the technological options, current and future, more appropriate to respond to this new paradigm.

## Keywords

Sig; Big Data; Databases; SWOT; GIT.

.....

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde su surgimiento, los SIG han vivido un largo y profundo proceso de transformación. Podemos afirmar que esta geotecnología se ha ido adaptando a las necesidades que han ido surgiendo, tratando de ser una potente herramienta que diera solución a los nuevos planteamientos y retos sociales que se presentaban. En esta línea, en las últimas décadas este proceso de evolución se ha acelerado, pudiendo hablar de una revolución, todo ello motivado fundamentalmente por el gran influjo tecnológico al que estamos asistiendo. Hoy los SIG son la parte de un conjunto mayor denominado *Tecnologías de la Información Geográfica* (TIG), y de ello deriva que a lo largo de este trabajo se haga referencia tanto a los SIG como al conjunto de las TIG, un sector con una gran transcendencia social como iremos desgranando, y que justifica la necesidad de investigaciones como la que se presenta.

Es precisamente este factor tecnológico, el que, por su continua y profunda transformación, hace que de forma cíclica los profesionales deban enfrentarse a nuevos retos (Ruiz, 2013), que necesitan que herramientas tradicionales como los SIG tengan que buscar nuevas opciones de futuro para encajar los nuevos requerimientos. Los planteamientos actuales a los que se debe prestar atención, más allá del citado avance tecnológico, se concentran en los cambios en los patrones sociales, ya que se está produciendo un proceso de democratización de TIG (García *et al.*, 2011), a la par que se está demandando geoinformación fiable y de calidad. Todo este nuevo panorama, ejemplificado por un contexto de gran flujo de geodatos (se crean, pero también se demandan), trae parejo, como principal reto, el manejo de la gran cantidad, variedad y heterogeneidad de geodatos, que se generan en períodos de tiempo casi instantáneos. Como respuesta a este fenómeno, no exclusivo de la geografía, surge el denominado *Big Data*, tecnología de la que se puede afirmar que ha supuesto uno de los grandes hitos en la sociedad digital del siglo XXI, pero que ya comienza a ser una realidad consolidada que cada vez cobra más fuerza y que, más allá del *marketing*, principal motivo de su nacimiento, se está empleando de forma más extendida en diversos campos relacionados con la toma de decisiones y en análisis de tendencias y patrones. El concepto *Big Data* no responde a una única acepción, siendo múltiples las definiciones existentes. Dentro de las diversas áreas de conocimiento en las que está penetrando, la geografía es una de las que más ventajas puede obtener, al incluir en su estudio (Gutiérrez, 2018) este aspecto, potenciado en el entorno *Big Data* debido a la ineludible característica espacial de los datos con lo que se trabaja. Un ejemplo de ello sería, entre otros, el *geomarketing*.

A este fenómeno han contribuido distintos movimientos desarrollados más allá de la escala social, y que se concretan en algunos sectores, con acciones como la apertura de la información contenida en archivos o el desarrollo de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), campo que hunde su génesis en la geografía, pero con cada vez más repercusiones fuera de ella. Esta tecnología ha supuesto una apertura y una democratización de geodatos, que se complementa con la actual demanda de información geolocalizada, la denominada por algunos autores, como A. Moreno (2015), sociedad de la geoinformación, que representa la transferencia a la sociedad de los procesos que hemos descrito anteriormente (Figura 1).

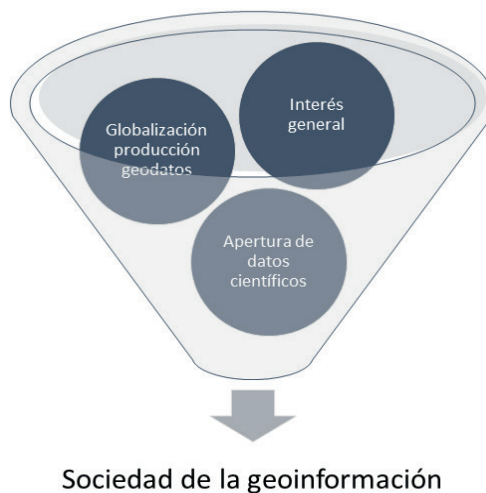


FIGURA 1. ESQUEMA DE ELEMENTOS ASOCIADOS A LA SOCIEDAD DE LA GEOINFORMACIÓN. Fuente: (Moreno, 2015)

Actualmente, como se desprende del uso de las API's de Google (Maps, Earth...), la sociedad de la información encuentra un sólido asentamiento en la democratización de las TIG, juntamente a la alta accesibilidad a los datos.

### 1.1. SIG Y GEODATOS, EVOLUCIÓN Y RETOS

Como ya se ha indicado, los SIG en particular, y las TIG en su conjunto, han experimentado en las últimas décadas un auténtico proceso de revolución (Siabato, 2018). De los primeros estadios de esta herramienta, condicionados por un entorno tecnológico muy limitado, y con unas *interfaces* de usuario poco desarrolladas, se ha ido evolucionando hacia sistemas más potentes, con unos entornos de trabajo muy amigables y accesibles. Esta transformación ha permitido que las TIG hayan llegado a un mayor número de usuarios, un auténtico fenómeno que se ha complementado y agrandado por su gran capacidad de análisis en relación con el tratamiento de geodatos. En todo este proceso de transformación, de manera indefectible, la tecnología viene jugando un papel fundamental. Este aporte tecnológico no solo se produce a nivel de *hardware* y *software*, sino que ha ido tomando más fuerza y protagonismo a través de la generalización de Internet como campo de operaciones, tanto para la difusión de geodatos como para el cada vez menos novedoso y más asentado trabajo en la nube.

En relación con los geodatos, hablar del cambio de tendencia que ha supuesto el aumento y disponibilidad de grandes fuentes de datos, con el consiguiente aumento del volumen de información, no supone una novedad. Desde hace más de una década, este cambio de paradigma en la búsqueda, tratamiento y análisis de datos de tipo geográfico se ha convertido en el centro de la actividad investigadora a nivel mundial. Así lo pone de manifiesto la exponencial aparición de estas temáticas, tanto en congresos como en publicaciones científicas y en blogs especializados (Ramos, 2018).



FIGURA 2. PORTAL DE INSPIRE INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES EN EUROPA. Fuente: Inspire EU

Es un hecho constatable que cualquier rama de investigación requiere una amplia variedad de datos a recopilar y tener en cuenta, así como un ingente volumen de información a considerar para poder extraer conclusiones, que, por otro lado, también han adquirido un creciente componente de especialización y complejidad. La ya citada democratización producida en relación con el acceso a los datos (Chuvieco *et al.*, 2005) no ha hecho más que acrecentar las tendencias mencionadas, obteniendo respuestas heterogéneas a lo largo de estos últimos años. En conclusión, puede afirmarse que, en la actualidad, el reto al que debe enfrentarse el investigador en cualquier disciplina de estudio en ciencias sociales (García *et al.*, 2018b) está en la gestión de un mundo que cada vez crece más en cuanto a información disponible, en cuya producción toda la sociedad se encuentra implicada a tiempo real, siendo este un aspecto fundamental y de gran transcendencia.

Como respuesta a esta situación, las ciencias sociales se han dotado de unos avances tecnológicos nunca vistos y que aún no han tocado techo (Chun *et al.*, 2019), entre los cuales pueden citarse, por su gran proyección, la implementación de nuevas tecnologías, como el caso de la inteligencia artificial, combinada con Realidad virtual, que permiten el desarrollo de modelos de simulación, de gran utilidad en campos de tanta aplicabilidad para la geografía como la ordenación del territorio o el estudio del paisaje.

Debe remarcarse que, pese haber realizado múltiples referencias a los aspectos tecnológicos, dar un peso protagonista y único a la tecnología no es el objetivo prioritario del presente trabajo, aunque resulta indudable la relevancia que ésta ha adquirido a la hora de trabajar o investigar sobre cualquier tema en la sociedad del siglo XXI. La investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) suponen grandes retos, a los cuáles el mundo de la investigación se enfrenta a diario (García *et al.*, 2018a), y de cuyas aplicabilidades y oportunidades dependen directamente los resultados obtenidos por los investigadores. Ejemplificando lo anterior, resultaría adecuado detenerse en el caso de las IDE, las cuáles permiten un ciclo completo de recopilación, organización y análisis de información actualizada y fiable, de gran interés para la ya mencionada sociedad de la geoinformación (Figura 2).

## 1.2. LA IMPORTANCIA DE LAS BASES DE DATOS

Dado que este trabajo se centra en analizar el peso que tiene la nueva producción de geodatos en los SIG más tradicionales, se hace necesario analizar el potencial de las bases de datos, corazón y motor de estas herramientas, y el elemento más relacionado con el cambio en la tendencia. Como podrá observar el lector, se ha prestado especial interés a este campo, tomando como objetivo prioritario del análisis el viraje de los denominados *modelos tradicionales* hacia la era del *Big Data*. Las fuentes de datos que nutren en la actualidad a la geografía (Leszczynski y Crampton, 2016) se han conformado como gran conjunto de datos, con capacidad y potencialidad como fuente de conocimiento no sólo de la estructura del medio en el que surgen, sino también como base para otro tipo de investigaciones, de carácter multidisciplinar y transversal. En todo este proceso, la democratización de los datos a la que se viene aludiendo, es una pieza clave para el nuevo paradigma de producción de datos. Más allá de las iniciativas desarrolladas en los entornos de datos actuales, la apertura de los archivos en la red está inundando el espectro científico- social con un volumen ingente de datos, hasta ahora ocultos a la sociedad. (Figura 3).

A pesar del auge del universo *Big Data*, debe hacerse referencia a la relación entre esta tecnología y su validez para la generación de conocimiento sobre fenómenos del mundo real, puesto que la procedencia de grandes conjuntos de datos es a menudo desconocida (Lansley *et al.*, 2018) y puede ser difícil vincular registros a bases de datos alternativas. La naturaleza no estructurada y no regulada de algunos conjuntos de datos ha supuesto un freno al uso intensivo de geoinformación en el mundo de la investigación, debido a que estas limitaciones, además, no se aplican a cada fuente de datos en la misma medida. Desde la geografía y su quehacer actual,



debe reconocerse que una gran parte del tiempo que se consume a la hora de enfrentarse a un proyecto SIG está destinado a la búsqueda y selección de datos. Y si esta etapa se considera trascendental, más aún lo es el diseño e implementación de una base de datos (García *et al.*, 2017), ya que será ésta quien transforme el dato en información, y de su correcto desarrollo dependerán los resultados obtenidos.

De este modo, un equipo podrá contar con una correcta selección de datos y una herramienta potente para su análisis, pero, si los datos no están procesados correctamente, no se obtendrán los resultados deseados. Los SIG, en esta línea, han ido evolucionando y actualmente facilitan la conexión con diferentes sistemas gestores de bases de datos, como ocurre con la herramienta ArcGIS, que permite, además de trabajar con bases de datos en modo local y conectarse con distintos servidores de bases de datos. De igual modo, QGIS también posibilita el trabajo con distintos sistemas gestores de bases de datos, tanto en local como en red. Tradicionalmente este *software* ha estado vinculado a PostgreSQL.

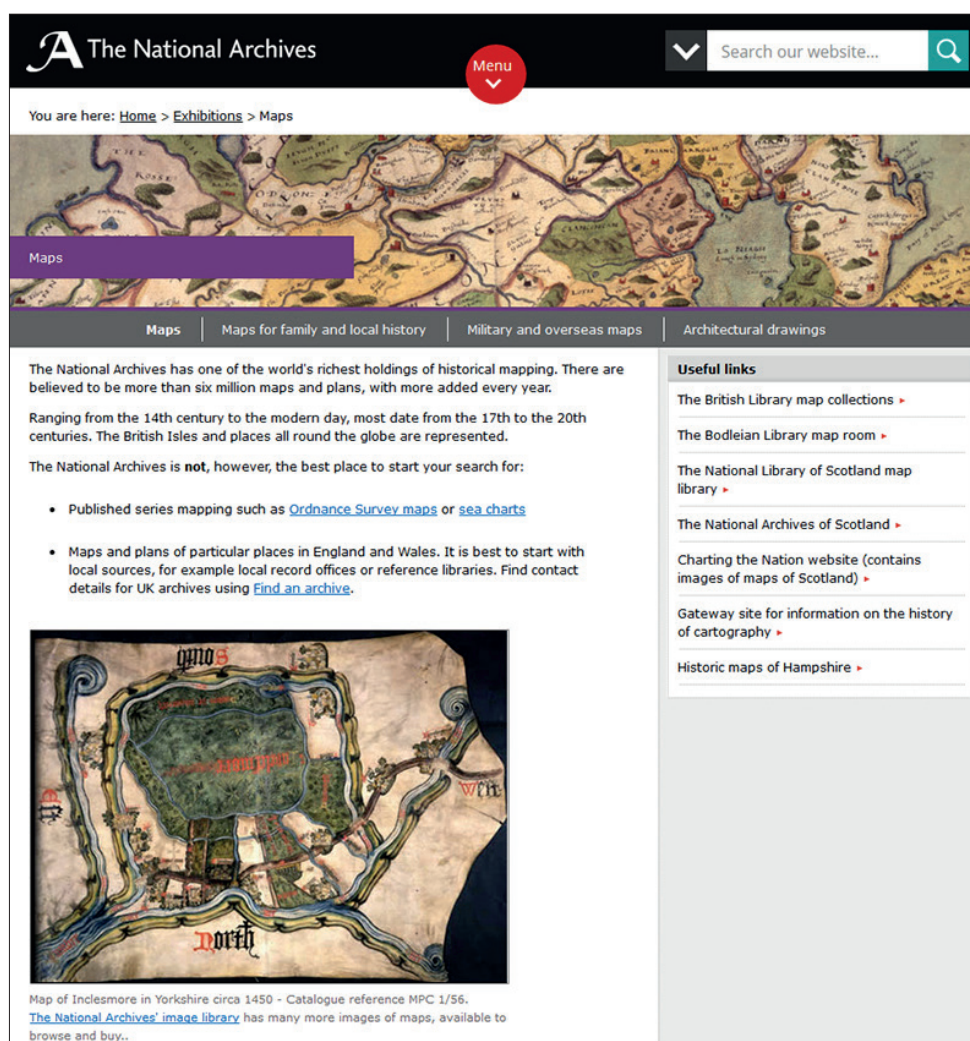


FIGURA 3. WEBSITE DE LOS ARCHIVOS NACIONALES DE REINO UNIDO. Fuente: The National Archives UK

## 2. OBJETIVOS Y PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

Del estado de la cuestión planteado anteriormente se extrae, como punto de partida, que la revolución propiciada por los nuevos paradigmas lleva aparejado el necesario cambio en las soluciones tecnológicas, así como en los *softwares* tradicionalmente empleados para el manejo de geodatos, fundamentalmente en el caso de los SIG (Kwan, 2012). Los nuevos retos que imperan deben abrir un debate, en el que se planten cuáles son las mejores opciones, y si se debe apostar por una evolución o bien por un cambio radical, a sabiendas que el tratamiento de la información, cuando se organiza, selecciona y trata, lleva aparejado valoraciones ideológicas y cualitativas, que a menudo condicionan los resultados e interpretaciones. Para acometer estas tareas, como paso previo, y teniendo en cuenta nuestra disciplina de estudio, la geografía, interesará conocer en detalle cómo se han venido integrando las diferentes tendencias dominantes en la práctica diaria (Santos, 2015), esto es, cómo se comportan y hasta qué punto se han adaptado los *softwares* de empleo generalizado en los trabajos e investigaciones del geógrafo actual.

Esta cuestión no es fácil de estudiar, por lo que, con objeto de ofrecer una respuesta objetiva a la cuestión sobre la adaptación de los métodos tradicionales, frente a la evolución de los sistemas modernos de investigación, en el presente estudio se propone el establecimiento de un análisis DAFO de las principales soluciones tecnológicas empleadas. Para la ejecución de esta tarea se ha contado con la supervisión de personal investigador del grupo CSO2015-68441-C2-IP Mineco-España, integrado por profesionales de la geografía y de las TIG de universidades españolas y extranjera. De esta forma, se aclararán las aplicabilidades, metodologías, potencialidades y limitantes que ofrece cada una de ellas, ya no solo en el momento actual de la investigación geográfica, sino especialmente atendiendo a su futuro.

En la elección de las tecnologías a analizar, se ha seguido un doble criterio, ya que se tuvo en cuenta que fueran tecnologías con una clara utilidad y aplicabilidad en los estudios vinculados con la geografía y, por otro lado, que fueran tecnologías con una implantación probada dentro de la comunidad científica (Chun *et al.*, 2019). De forma paralela se advirtió, desde el primer momento, que las TIG analizadas presentan una relación indiscutible con otro campo de conocimiento en plena efervescencia, el *Big Data*, el cual está sirviendo a la geografía como campo de operaciones básico en la comprensión de la sociedad del siglo XXI (Buzai, 2011).

### 2.1. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el análisis DAFO señalado, previamente y debido a la gran diversidad de opciones tecnológicas existentes, ha sido necesario diseñar un método de selección cuyo objetivo fuera identificar los objetos de estudio en este análisis, buscando que el resultado fuera ecuaníme. El proceso de trabajo se muestra mediante un diagrama de flujos en el siguiente gráfico (Figura 4).



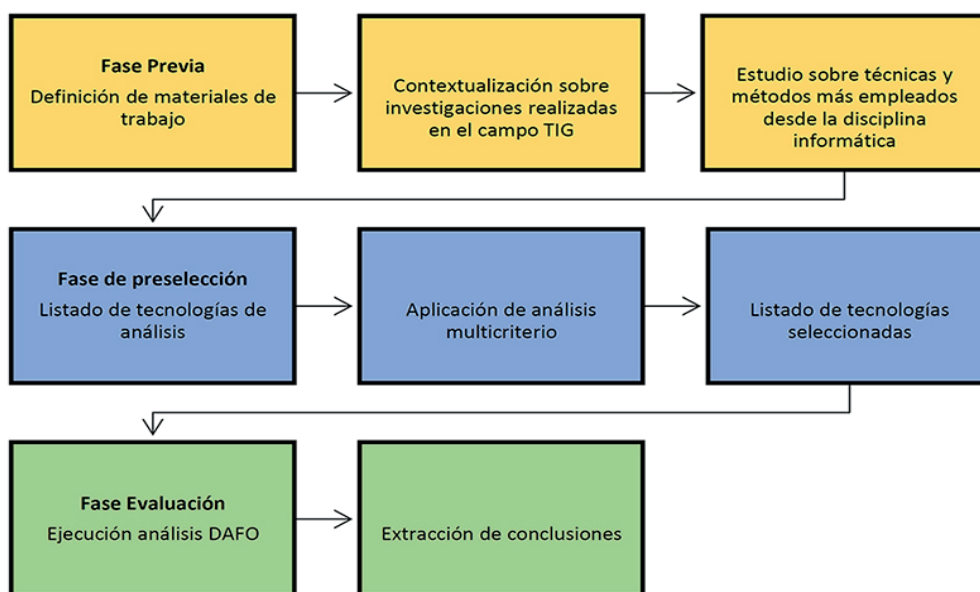


FIGURA 4: DIAGRAMA DE FLUJOS DEL MÉTODO PROPUESTO. Elaboración propia

Como se puede observar, la metodología propuesta parte de un estudio prospectivo acerca de cuáles son, en la actualidad, las tecnologías más extendidas en los campos que se vinculan con el tema propuesto. A tal efecto, el universo utilizado en esta investigación se compone de un conjunto de profesionales con formación y afinidad por tipo de investigación, concretamente 70 investigadores vinculados a los grupos de investigación CSO2015-68441-C2-1P y CSO2015-68441-C2-2-P, grupos nacionales de investigación en Historia Económica, grupos internacionales sobre geohistoria en Polonia, Rusia e Italia y contactos con diversos especialistas en foros internacionales, como la *Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica 2019*, el *International Conference of Historical Geographers 2018* o el *Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles 2017*.

Para la selección de las tecnologías se han usado los datos publicados por la consultora tecnológica Gartner (Gartner, 2018), plasmado en los informes *Hype Cycle de Tecnologías Emergentes 2013 a 2018*, los cuáles muestran tanto las tecnologías con mayor potencial y aquellas que se están consolidando. A este primer bloque más generalista, se han sumado el resultado obtenido del análisis prospectivo, emanado de las entrevistas al universo anteriormente descrito. Con la finalidad de organizar los resultados obtenidos, se ha agrupado todo ello en los siguientes bloques propuestos, cada uno con sus propios objetivos, tal y como se enumeran a continuación:

- \* **SIG:** se ha buscado crear una muestra tecnológica lo más representativa posible en cuanto a las soluciones disponibles en el mercado, centrando el análisis, sobre todo, en el tipo de licencia. De esta forma, se analizan soluciones enmarcadas en el mundo del software libre y del propietario. Además de atender a la licencia, también se han seguido otros criterios, como es el caso del entorno de trabajo, seleccionando productos escritorio

y, como no, también teniendo presentes las nuevas propuestas en la nube (*cloud computing*).

- \* **Bases de datos:** el corazón de un SIG, como es sobradamente conocido y como ya se ha señalado, está constituido por una base de datos. Los distintos SIG permiten conectarse a prácticamente todos los gestores de bases de datos presentes en el mercado. En este caso, se han seleccionado opciones que abarcan desde el software libre al propietario, así como una representación tanto de modelos tradicionales (relacionales), como las tendencias más actuales (*Big Data*).
- \* **Tecnologías *Big Data*:** este ítem refleja la tendencia a la que se está virando desde las ya consolidadas bases de datos relacionales, y que se centran en la necesidad de un análisis masivo de datos heterogéneos. La distribución o clasificación de las opciones posibles existentes en el mercado no está tan clara como en los bloques anteriores. En este campo no se está tendiendo a una única solución, sino que se están abriendo distintas líneas de trabajo. Aunque en el apartado anterior ya se han seleccionado tecnologías relacionadas con este campo, aquí, más que en bases de datos, el análisis se centra en los *framework* más empleados.
- \* **Lenguajes de programación:** más allá del empleo de soluciones tecnológicas ya creadas, la programación de entornos personalizados permite adaptarse y desarrollar soluciones propias adaptadas a problemas y necesidades concretas. Cada lenguaje tiene fortalezas y debilidades, que en este estudio se ha buscado captar de la forma más holística posible. En esta línea, se han evaluado opciones más consolidadas, así como soluciones de implantación más reciente.

## 2.2. ANÁLISIS MULTICRITERIO Y MULTIVARIANTE

Dentro de cada uno de los grupos propuestos, se han seleccionado las diversas tecnologías aplicadas, de manera más o menos directa, en el desarrollo de la disciplina geográfica. El número y variedad de opciones en cada uno de los campos puede llegar a resultar abrumador, complicando la aplicación de un análisis DAFO. Para dar respuesta a esta problemática se ha generado, en la metodología propuesta, una segunda fase denominada de preselección, representada por el diseño de una matriz con la que aplicar un análisis multicriterio, que dará como resultado la selección final sobre la que se aplica la fase de evaluación. En la Figura 5, el lector puede observar las tecnologías seleccionadas para la aplicación de la matriz.

Ha de insistir en que, como criterios generales, se han seleccionado aquellas soluciones que se pueden considerar más universales, alejándose de casuísticas determinadas, con el objetivo de focalizar el estudio en aquellas tecnologías y/o funcionalidades con aplicación más extendida y accesible en los estudios relacionados con la geografía, en función de los siguientes criterios de clasificación:

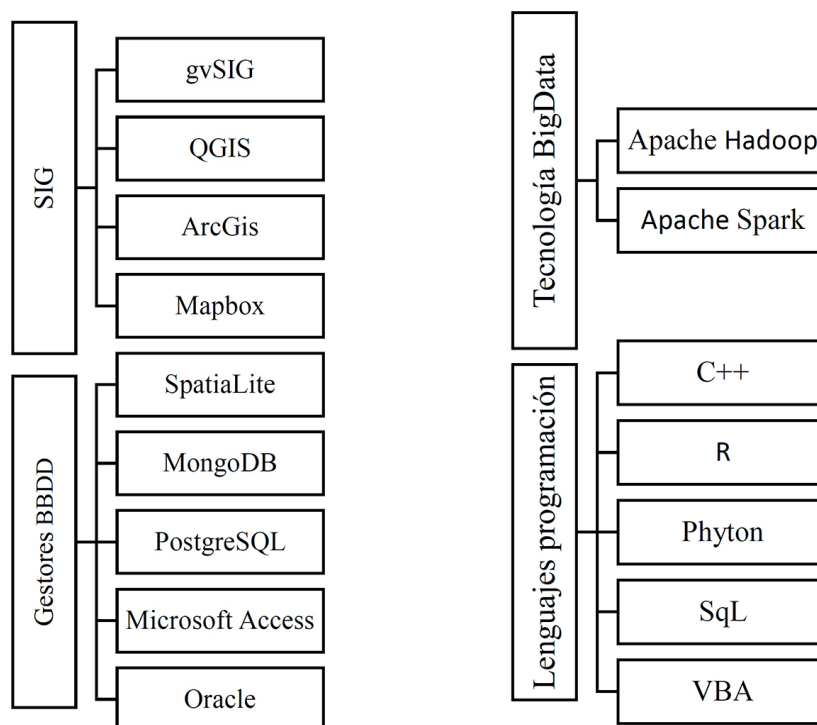


FIGURA 5. TECNOLOGÍAS ANALIZADAS EN LA FASE PREVIA AL DAFO. Elaboración propia

- \* **Facilidad y accesibilidad de uso:** mediante este criterio se están ponderado de forma más positiva aquellas tecnologías que poseen una interfaz de usuario amigable y accesible, según la información recogida en webs y foros de especialistas y la experiencia personal aportada por los firmantes y los otros miembros del equipo de investigación *CSO2015-68441-C2-IP Mineco-España*. A mayor accesibilidad y facilidad de uso, mayor valoración se le dará a este criterio.
- \* **Grado de uso general fuera del sector TIG:** bajo este criterio de clasificación se han seleccionado, y ponderado de forma positiva, aquellas tecnologías que *a priori* no son específicas del campo de las TIG, pero que se emplean de forma generalizada en otras áreas, cuantificando positivamente su uso general. Abrir las posibilidades a aquello no tan extendido, pero consolidado fuera de nuestra área, permite estudiar opciones que pueden aportar soluciones ya consolidadas.
- \* **Tipo de lenguaje/desarrollo:** mediante la ponderación de este criterio, se valoran de forma más positiva aquellos lenguajes y métodos de desarrollo de las tecnologías analizadas que presentan una curva de aprendizaje más corta; es decir, se tiene en cuenta la menor inversión de tiempo y de costes de investigación, destinada al manejo de estas tecnologías, según la información especializada y la experiencia de los miembros del equipo en el que trabajan los autores de este estudio.
- \* **Tipo de licencia de trabajo:** en lo referente a las características de los entornos de trabajo analizados, este criterio valora de forma positiva la generalización

y uso de software libre y/o los desarrollos en comunidades colaborativas, debido a que actualmente el software libre se ha convertido en una alternativa real y competitiva con respecto al software propietario. En relación con el posible desarrollo de tecnologías, el software libre también está muy por encima del propietario.

- \* **Posibilidad de extensión espacial:** como cualidad básica de cualquier tecnología de generación, uso y análisis de datos de contenido espacial, este criterio valora positivamente la presencia de extensiones espaciales de las tecnologías analizadas, y de manera negativa su ausencia.
- \* **Adecuación del entorno profesional e investigador:** en la conformación de este criterio, se ha considerado de forma positiva aquellas tecnologías que figuran, de forma más clara y en mayor número, en ofertas lanzadas en los principales portales de empleo. Con esta acción se busca vincular la práctica de la investigación con el mundo profesional, persiguiendo que las soluciones que se oferten sigan la misma línea que los productos fuera del campo.
- \* **Posibilidad de especialistas:** este criterio, en conjunción con el anterior, valora de forma más positiva tanto mayor es el número de profesionales que manejan, o pueden manejar, las distintas tecnologías seleccionadas, ponderando de forma positiva aquellas que cuentan con un mayor número de usuarios. Este criterio estaría en relación con el primero.

EMPLEO EN SECTOR TIG	Bajo (1)
	Medio (2)
	Alto (3)
USO GENERAL FUERA TIG	Bajo (1)
	Medio (2)
	Alto (3)
FACILIDAD/ACCESIBILIDAD	Baja (1)
	Media (2)
	Alta (3)
TIPO LENGUAJE/DESARROLLO	Corto (1)
	Medio (2)
	Alto (3)
TIPO LICENCIA	Propietaria (1)
	Mixta (2)
	Abierta (3)
POSIBILIDADES ESPECIALISTAS	Baja (1)
	Media (2)
	Alta (3)
EXTENSIÓN ESPACIAL	No (1)
	Si (3)

TABLA 1. CRITERIOS DE SELECCIÓN Y VALORACIÓN CUANTITATIVA/CUALITATIVA. Elaboración propia

Establecidos los criterios de clasificación bajo los que se evalúa cada una de las tecnologías, de acuerdo a los objetivos mencionados anteriormente, se procede a implantar una matriz de valoración. En el ejercicio de normalización de valoraciones, se ha optado por un modelo mixto cualitativo, al que acompaña una valoración

cuantitativa que ayudará a la sistematización de resultados. Todas las valoraciones se realizarán de acuerdo con el sistema de escala Likert, método de evaluación que agrega valoraciones de varias cuestiones referidas, en este caso, a los criterios de selección de las tecnologías arriba recogidas. Para resultar efectivo, las respuestas dadas a los criterios deben ser las mismas, teniendo en cuenta que todos los elementos deben valorarse por igual, de forma que pueda construirse una escala rápida y sencilla de analizar (Tabla 1).

Una vez bien establecido el método y los criterios de valoración, se propone la cuantificación de todas las tecnologías, de acuerdo con los valores ya establecidos. Para ello, se presentan los resultados en una matriz de valoración (Tabla 2). Del sumatorio de resultados numéricos realizado en la anterior tabla, se desprenden unas conclusiones bastante nítidas para cada una de las tecnologías consideradas. De este modo, la obtención de valores puntualmente más altos en cada uno de los criterios seleccionados determina, a su vez, una valoración más elevada en global. Los productos tecnológicos que presentan una valoración global mayor serán los utilizados en el análisis pormenorizado propuesto, compuesto por los siguientes tipos (Tabla 3). El estudio ha tenido en cuenta variables de corrección basadas en las tecnologías y en el quehacer diario de la actividad genérica de los investigadores en geografía, los componentes técnicos y humanos del sistema de trabajo, a saber, la inexistencia de grandes máquinas, los presupuestos limitados o la falta de profesionales del área con un perfil técnico potente.

	TECNOLOGÍA	USO SECTOR	USO GENERAL	FACILIDAD USO	LENGUAJE	POSIBILIDADES ESPECIALISTAS	TIPO LICENCIA	EXTENSIÓN ESPACIAL	PUNTUACIÓN TOTAL
SIG	GVSig	2	1	2	2	2	3	3	15
	Qgis	3	3	2	3	2	1	3	17
	ArcGis	3	2	2	3	3	1	3	17
	Mapbox	1	2	2	2	2	3	3	15
BBDD	SpatialLite	1	2	2	2	2	2	3	14
	Mongo DB	2	2	2	3	3	3	3	18
	Postgre SQL	3	3	2	3	3	3	3	20
	Access	3	3	3	2	2	3	1	17
	Oracle	2	2	2	2	3	2	1	14
BigData	Hadoop	2	2	2	3	3	3	3	18
	Mongo DB	2	2	2	3	3	3	3	18
	Spark	1	1	2	2	2	3	1	12
Lenguaje/ programación	C++	2	2	2	2	2	3	1	14
	R	3	3	3	3	3	3	3	21
	Phyton	3	3	3	3	3	3	3	21
	SQL	3	3	2	3	3	3	3	20
	VBA	2	2	3	2	2	3	3	17

TABLA 2. MATRIZ DE VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS Y SUS VALORACIONES. Elaboración propia



TECNOLOGÍA	PRODUCTOS
Sistemas de información geográfica	ArcGIS / QGIS
Bases de datos	MongoDB, PostgreSQL
<i>BigData/ Framework</i>	Haadoop, Spark
Lenguajes y programación	R, Phytón

TABLA 3. ESQUEMA CON LAS TECNOLOGÍAS SELECCIONADAS PARA EL ANÁLISIS. Elaboración propia

Las características básicas, y el uso en el campo de la geografía, de cada una de las tecnologías que resultaron con mejor puntuación dentro de la valoración propuesta quedan expresados en las siguientes tablas. Realizadas en aras de una mejor comprensión de las implicaciones de diseño tecnológico, las tablas (Tablas 4 a 7). A partir de un estudio sistemático e individualizado sobre cada una de las opciones tecnológicas presentadas a través de las tablas anteriores, se han recogido los datos más relevantes, a saber:

- fecha de creación (permite valorar la antigüedad y el tiempo de desarrollo).
- licencia de uso.
- modo de desarrollo.
- principales ventajas e inconvenientes.

TABLAS 4 A 7. ANÁLISIS DE CARACTERÍSTICAS DE LAS TECNOLOGÍAS EVALUADAS. Elaboración propia

TABLA 4. CAMPO TECNOLÓGICO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA		
DATO	ARCGIS	QGIS
¿Qué es?	Software en el campo de los SIG.	Software SIG.
¿Cuándo?	Consolidado desde década de 1980.	Inicios año 2002.
Modo de desarrollo	Software propietario.	Software libre, opera bajo la licencia GNU GPL.
Uso	Permite ejecutar las principales funcionalidades de un SIG: captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Permite conectar con distintas conexiones de bases de datos.	Permite manejar formatos raster y vectoriales a través de las bibliotecas GDAL y OGR, así como la conexión con distintos gestores de bases de datos.
Ventajas	Gran versatilidad Procesamiento de datos geoestadísticos	Una de las más destacadas es el gran número de plugins disponibles de forma gratuita y abierta Multiplataforma y fácil instalación
Inconvenientes	Capacidad de tratamiento de geodatos, ya que limita a una base de datos de Access de 2 Gb, o su propia file geodatabase.	Diseñador de mapas

TABLA 5. CAMPO TECNOLÓGICO DE BASES DE DATOS

DATO	MONGODB	POSTGRESQL
¿Qué es?	Base de datos <i>NoSQL</i> Orientada a documentos/ objetos.	Sistema de base de datos relacional orientado a objetos
¿Cuándo?	Mediados del año 2009	Desde mediados de la década de 1980 con el proyecto <i>post-ingres</i> , como antecedente
Modo de desarrollo	<i>Open Source</i> .	Comunidad de desarrolladores.
Uso	MongoDB cuenta con el apoyo de un <i>framework</i> para ejecutar consultas, y también tiene la opción de usar <i>MapReduce</i>	Sistema denominado <i>MVCC</i> (Acceso concurrente multiversión) Cuenta con <i>pgAdmin</i> como herramienta de administración de bases de datos
Ventajas	Especialmente útil en entornos que requieran escalabilidad. Rapidez, volúmenes de datos y variabilidad.	Es considerada uno de los sistemas más potentes. Genera bases de datos robustas Multiplataforma
Inconvenientes	No existen los <i>JOINS</i> . Para consultar datos relacionados en dos o más colecciones, hay que hacer más de una consulta.	Lento en inserciones y actualizaciones en bases de datos pequeñas. Sintaxis poco intuitiva
Herramientas de extensión espacial	MongoDB permite pequeñas operaciones de consulta en datos geoespaciales con el formato <i>geo/SON</i> .	Cuenta con una potente extensión espacial, <i>PostGIS</i> , compatible con los estándares <i>OGC</i> y una alternativa al <i>shapefile</i> .

TABLA 6. CAMPO TECNOLÓGICO BIGDATA

DATO	HADOOP	SPARK
¿Qué es?	<i>Framework</i> .	<i>Framework</i> .
¿Cuándo?	2006 lanzado por Google, posteriormente Yahoo toma el relevo, y hoy es Apache.	<i>Spark</i> fue desarrollado en el AMPLab de la UC Berkeley en 2009, y liberado como código abierto en 2010.
Modo de desarrollo	Comunidad de desarrolladores <i>Open Source</i> .	<i>Clúster Open source</i> .
Uso	Sistema de código abierto que se utiliza para almacenar, procesar y analizar grandes volúmenes de datos a través del gestor <i>Map reduce</i> .	Spark proporciona una interfaz para la programación de <i>clusters</i> completos con Paralelismo de Datos implícito
Ventajas	Escalabilidad, poca administración.	Está integrado con Hadoop. Permite trabajar en memoria y en disco, con lo que se consigue mucha mayor velocidad de procesamiento. Proporciona API para Java, Scala, Python y R, y permite el procesamiento en tiempo real.

Inconvenientes	<i>Map reduce</i> no es eficiente para realizar tareas analíticas iterativas e interactivas.	Necesita cantidad de memoria para el almacenamiento, y su rendimiento puede verse mermado debido a la necesidad de utilizar aplicaciones pesadas.
Herramientas de extensión espacial	<i>Spatial Hadoop</i> es una extensión del <i>framework MapReduce</i> para manejar datos espaciales en <i>Apache Hadoop</i> . Se trata de la segunda versión de <i>CG_Hadoop.Esri, Gis Tools for Hadoop</i> , está formado por una serie de librerías y utilidades que conectan ArcGIS con el entorno Hadoop.	Aunque no cuenta con un gestor de extensión espacial como tal, posee componentes de utilidad, tales como <i>MLlib</i> , donde se pueden encontrar multitud de algoritmos de clasificación, regresión, análisis cluster, reducción de dimensionalidad y estadísticos descriptivos; y <i>GraphX</i> , la capa de procesamiento gráfico distribuido sobre el <i>core</i> .

TABLA 7. CAMPO TECNOLÓGICO DE LENGUAJES Y PROGRAMACIÓN

DATO	R	PHYTON
¿Qué es?	Entorno y lenguaje de programación para el análisis estadístico de grandes bases de datos.	Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional.
¿Cuándo?	Primeros años de la década de 1990.	Finales de la década de 1980.
Modo de desarrollo	Proyecto abierto, que se encuentra bajo la licencia GPL ( <i>General Public License</i> ), que cuenta con una comunidad de desarrolladores.	Licencia de código abierto, denominada <i>Python Software Foundation License.2</i> compatible con <i>GNU</i>
Uso	Surge como una reimplementación del <i>software libre</i> de los lenguajes de programación estadística, por lo que sus funciones principales están dirigidas al análisis estadístico y minería de datos.	Es un lenguaje de escritura rápido, escalable, robusto y de código abierto.
Ventajas	Con R se puede trabajar con esos volúmenes inmensos de información de manera gratuita, constantemente se crean y actualizan las paqueterías que mejoran la herramienta y permiten adaptar a necesidades particulares.	Permite varios estilos: programación orientada a objetos, programación imperativa y programación funcional. Posibilidad de crear un código con gran legibilidad, que ahorra tiempo y recursos, lo que facilita su comprensión e implementación.
Inconvenientes	A diferencia de los <i>softwares</i> de licencia, este carece de menús, por lo que, si no se tienen nociones de programación, R más que un programa útil, resulta un entorno complejo.	Su curva de no es tan sencilla. La mayoría de los servidores no tienen soporte a <i>Python</i> , y si lo soportan, la configuración es un poco difícil.

### 3. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

A la hora de analizar los resultados obtenidos en la aplicación de la matriz multicriterio creada, nos encontramos ante un claro binomio, que permite ir anticipando el alcance de esta investigación. Por un lado, la investigación se haya ante sistemas tradicionales, tecnologías con un amplio recorrido tanto en su aplicación dentro como fuera del campo de los SIG. Frente a este bloque, encontramos las que se seguirán denominando nuevas tecnologías, por su carácter emergente, aunque algunas de ellas ya se encuentren consolidadas (más fuera del campo de la geografía que dentro de él).

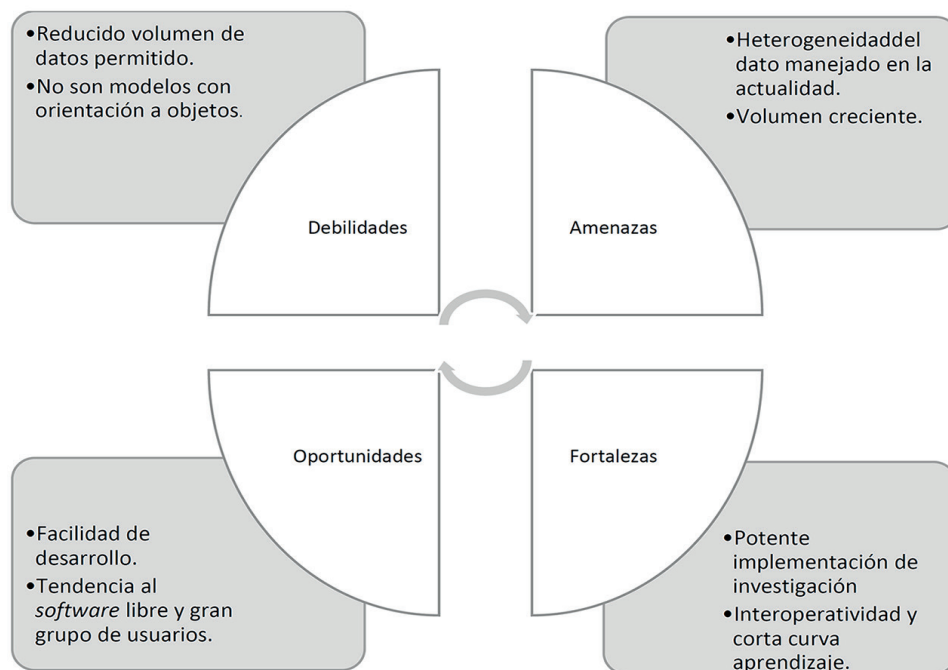


FIGURA 6. MATRIZ DAFO BASADA EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS TRADICIONALES. Elaboración propia

En esta línea, se ha podido determinar cómo los SIG, en el momento actual, están ya trabajando para adaptarse a los nuevos planteamientos, aunque sin una línea clara de actuación. De esta forma, ESRI, matriz del principal software propietario, apuesta por *Hadoop*, un *framework* que, de forma distribuida y libre, soporta el desarrollo de aplicaciones *BIG Data*. Fuera de las TIG, *Apache Spark* cada vez está tomando más peso por su mayor versatilidad. El mundo del *software* libre, tomando como ejemplo QGIS, está trabajando en la conexión con bases de datos no estructuradas siendo su apuesta el desarrollo de *plugins* para conectar con MongoDB. La búsqueda de soluciones para permitir la introducción de la variable geográfica dentro del mundo *Big Data* no solo se centra en estos ejemplos, puesto que MongoDB, por ejemplo, está desarrollando su propia extensión espacial. En todo caso, las soluciones actuales llevan ya un tiempo prudencial de desarrollo, y aún no han alcanzado resultados en cuanto al trabajo con geodatos que hayan llegado al público general, limitándose a entornos de desarrollo personalizados y no a herramientas extendidas que no

requieran grandes conocimientos de programación. El presente de los SIG más tradicionales no es menos complejo, ya que cada vez se emplean menos soluciones *de escritorio*, por las limitaciones que éstas presentan dentro del contexto actual, y que se han presentado en líneas anteriores.

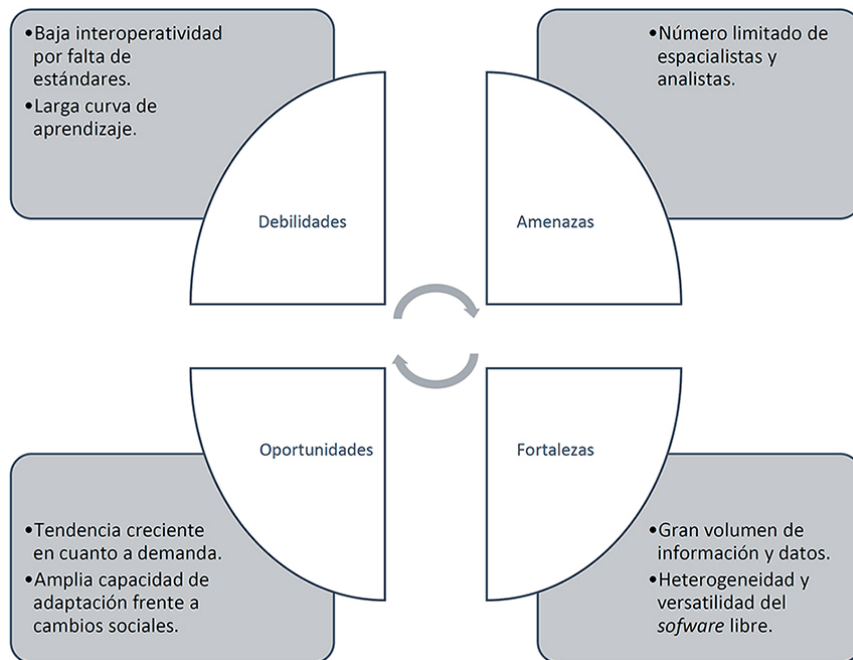


FIGURA 7. MATRIZ DAFO BASADA EN LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS *BIGDATA*. Elaboración propia

A medio camino entre los modelos tradicionales y el *BigData* se encuentra R. Propiamente dicho, se trata de un lenguaje de programación y su principal ventaja estriba en su capacidad para llevar a cabo análisis estadísticos de grandes volúmenes de datos. Respecto a los gestores de bases de datos *PostgreSQL* es la solución con más posibilidades, infrautilizada en los ejemplos analizados en el estado de la cuestión. A medio camino con el *BigData* hay que destacar una solución tecnológica no muy conocida, pero con grandes posibilidades, R. Por último, en relación con el mundo *BigData*, las dos soluciones que aquí se presentan encarnan, a juicio de los investigadores, dos modelos diferentes de desarrollo, aunque con similitudes, ya que ambas pueden desarrollarse empleando un lenguaje común, *Map Reduce*. Ante este panorama cabe preguntarse en clave de futuro, cuáles son las perspectivas, y si realmente estas deben pasar por una confrontación entre lo tradicional y las nuevas irrupciones tecnológicas. Para tratar de dar respuesta a esta cuestión, en la metodología de trabajo, como fase final, y sobre los resultados del análisis multicriterio, se ha aplicado un análisis DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) en los dos campos, sistemas tradicionales frente a nuevas tecnologías.

Los *modelos tradicionales* (Figura 6), están caracterizados por el uso de datos estructurados y por en consecuencia, por el uso de bases de datos relacionales. Tradicionalmente estos modelos han sido los más empleados ya no solo en el campo de los SIG, sino en general, debido fundamentalmente a su facilidad de desarrollo



y a la democratización de los sistemas gestores de bases de datos relacionales, con ejemplos como el caso de *Access*. Actualmente, esta situación de preponderancia está en peligro (Figura 7) debido, sobre todo, a la capacidad para gestionar grandes volúmenes de datos que, por otro lado, es la tendencia con la que se opera hoy en día. En esta línea, como ya se ha avanzado, *Access* es uno de los sistemas gestores de bases de datos más empleados en el mercado, aunque con grandes limitaciones en cuanto al volumen de información que puede manejar. En las últimas décadas, como una alternativa cada vez más potente, se ha ido consolidando *PostgreSQL*, con su extensión espacial *PostGIS*. En proyectos donde se debe gestionar un gran volumen de datos, *Oracle* ha venido siendo la opción más empleada, aunque presenta como gran limitante la pobreza de su extensión espacial.

Un aspecto a destacar es que las fortalezas y oportunidades de un grupo son las debilidades y amenazas del otro, tema que se desarrollará en las conclusiones y que entronca con la cuestión planteada como objetivo de estudio

#### 4. CONSIDERACIONES FINALES

A lo largo de este trabajo se ha presentado un estado de la cuestión y un método de análisis de este, con la intención de crear estrategias de desarrollo. De forma subyacente se han ido planteado diversas cuestiones tales como, si es necesario invertir en la implementación de estas nuevas tecnologías; o bien, si el camino es apostar por la ya consolidadas; también debe reflexionarse hasta qué punto se emplean correctamente conceptos tecnológicos nuevos como el *Big Data*, o cómo podemos introducir metodologías de valoración a la hora de apostar por nuevas tecnologías. Como respuesta a todo ello, desde la propia experiencia, y analizando la tendencia actual de la sociedad, entendemos que es imprescindible apostar por el I+D+i en la disciplina geográfica, y en esta apuesta, la tecnología debe tener un papel clave, ya que son las mejores vías para construir herramientas que faciliten el surgimiento de entornos de trabajo adaptados a las nuevas necesidades y requerimientos. En este sentido, existen una clara relación de necesidad entre la consideración de los encuadres epistemológicos, que son los que marcan los modelos de selección de la información y el tratamiento de estos. La falta de presupuesto es un gran escollo para trabajar en esta línea, aunque se pueden buscar soluciones basadas en el trabajo colaborativo, una línea de trabajo que se viene realizando ya desde hace tiempo, y sobre la que se está basando el desarrollo de algunas soluciones tecnológicas que se han presentado en esta investigación.

Con respecto al debate Sistemas tradicionales vs. *Big Data*, debe mencionarse el salto acaecido en el campo de la Geografía, cuya situación en los setenta del siglo XX trocó intensamente con la emergencia del cuantitativismo y los tramientos estadísticos de la información. Durante la segunda mitad de los ochenta e inicios de los noventa, nuevamente se dio un salto, protagonizado por la aparición de los SIG y la teledetección, y lo que conllevó en el análisis y conceptualización del espacio geográfico. En el contexto de los cambios aquí tratados, y con la vista puesta en los últimos 30- 40 años, es necesario concluir que:

1.- En relación con la unión de nuevas tecnologías y los sistemas de *software* más tradicionales se entiende que, en los contextos de gran parte de las investigaciones, por el volumen de datos que se emplea, no es necesario utilizar tecnologías vinculadas al *BigData*, aunque a nivel tecnológico deben centrarse más esfuerzos en el diseño e implementación de las bases de datos, así como en la georreferenciación espacial con interoperabilidad multiescalar, el mantenimiento con los históricos, y la posibilidad de enlazar espacialmente con otras fuentes de información; y la calidad y fiabilidad de la información existiendo en el mercado soluciones basadas en modelos estructurados. La necesidad de llevar a cabo transacciones y de relacionar tablas es algo primordial en las investigaciones en desarrollo, por lo que no tiene sentido emplear modelos no estructurados cuya principal desventaja es precisamente este punto, ya que no soportan este tipo de operaciones.

2.- Cuando las investigaciones pueden beneficiarse del *Big Data*, tras el análisis realizado, entendemos que no existe una solución única que dé una respuesta global. Este es un campo aún en desarrollo. En relación con este punto hemos alcanzado varias hipótesis de trabajo:

- Se está intentando adaptar estas tecnologías al mundo de las TIG, cuando entendemos que sería más provechoso hacerlo a la inversa. Realizar un nuevo planteamiento de las TIG, sobre todo de sistemas tradicionales, y generar sistemas nuevos que se adapten al mundo *Big Data*.
- En relación con el *Big Data*, nos debemos plantear la forma de consumir los datos, tanto almacenados como en tiempo real, para realmente aprovechar los grandes volúmenes de los mismos que se generan diariamente de manera directa e indirecta. Dejar claro el límite entre *Big Data* y grandes volúmenes de datos estructurados que no llegan a esta categoría. Del mismo modo, es necesario considerar la obsolescencia de muchas de estas fuentes, debido a la pérdida de los históricos, la falta de una consolidación de las fuentes, la inconsistencia espacial, la agrupación de la información en resultados generales o cuadros de mando que espacializan la información.

Para averiguar qué opción es la más apropiada, es necesario considerar los requerimientos del proyecto/investigación que se quiere llevar a cabo. En ese estudio de los requerimientos, es necesario centrarse, principalmente, en el entorno de trabajo y en las fuentes. Esas dos características no deben analizarse desde una perspectiva limitante. Es decir, no se debe optar por limitar las fuentes o el análisis en base a una tecnología, sino que se debe establecer cuál es la óptima. Este planteamiento conduce a la necesidad de desarrollos personalizados, opción en la que el uso de la programación resulta de especial transcendencia por ser la vía óptima para ejecutarlo. Podemos afirmar, por tanto, que la programación cumple un papel protagonista que en muchas ocasiones pasa desapercibido. Y es que, pese a que es un área que usamos cotidianamente, es habitual no darle importancia, o directamente no fijarnos, por tratarse de un área auxiliar a la que por desconocimiento del papel que juega le restamos importancia.

Por último, entendemos que los SIG deben una vez adaptarse y en este caso el cambio debe ser profundo, modificando tanto el entorno de trabajo como las tecnologías auxiliares. El estudio realizado nos ha revelado como el *Big Data* será el elemento protagonista en un necesario cambio de rumbo, y que debe convertirse en una línea de investigación más. Hasta que las soluciones desarrolladas alcancen el mercado, los sistemas tradicionales aún tienen un papel importante, requiriendo de un uso más intensivo, explotando las vías de personalización y mejorando la capacidad de rendimiento de las bases de datos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BUZAI, G.D. (2011): «La geotecnología: ¿Nuevo paradigma de la geografía o paradigma geográfico de la ciencia?», en *Revista Catalana de Geografia*, 42 (16). Disponible en: <<http://www.rcg.cat/articles.php?id=187>>.
- CHUN, Y., KWAN, M.P. y GRIFFITH, D.A. (2019): «Uncertainty and context in GIScience and geography: challenges in the era of geospatial big data», en *International Journal of Geographical Information Science*, 32, págs. 12-24. <<https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1566552>>.
- CHUVIECO SALINERO, E., PONS, X., CONESA GARCÍA, C., SANTOS PRECIADO, J.M., BOSQUE SENDRA, J., GUTIÉRREZ PUEBLA, J., RIVA FERNÁNDEZ, J.R. de la, SALDO GARCÍA, M.J., OJEDA ZÚJAR, J., MARTÍN ISABEL, P. y PRADOS VELASCO, M.J. (2005): «¿Son las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) parte del núcleo de la Geografía?», en *Boletín de la AGE*, 40, págs. 35-55. Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1308488>>.
- GARCÍA JUAN, L. y AGUILAR CUESTA, A.I. (2017): «Big Data una tecnología del hoy para el análisis del pasado», en VV.AA: *Geografía, Naturaleza, territorio y ciudad en un mundo global*. Madrid, AGE y UAM Ediciones, pp. 2594-2602.
- GARCÍA JUAN, L., ÁLVAREZ MIGUEL, A. J., CAMARERO BULLÓN, C. y ESCALONA MONGE, J. (2011): «Modelo de datos para la digitalización y gestión de fuentes Catastrales Geohistóricas Textuales: Aplicación al Catastro de ensenada», en *CT Catastro*, 72, págs 3-98.
- GARCÍA JUAN, L., VALLINA RODRÍGUEZ, A. y AGUILAR CUESTA, A.I. (2018a): «¿Hacia una IDE para fuentes geohistóricas?», en *Mapping*, 191 (27), págs. 38-48. Disponible en: <<http://revistamapping.com/2018/12/22/hacia-una-ide-para-fuentes-geohistoricas/>>.
- GARCÍA PALOMARES, J.C., SALAS OLMEDO, M.H., MOYA GÓMEZ, B., CONDEÇO MELHORADO, A.M. y GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (2018b): «City dynamics through Twitter: relationships between land use and spatio temporal demographics», en *Cities*, 72, págs. 310-319. <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.09.007>>.
- GARTNER (2018): «2018 Emerging Technologies Hype Cycle Garners Insights from More Than 2,000 Technologies». Disponible en: <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-08-20-gartner-identifies-five-emerging-technology-trends-that-will-blur-the-lines-between-human-and-machine>>.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. (2018): «Big Data y nuevas geografías: la huella digital de las actividades humanas», en *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, vol. 64 (2), págs. 195-217. Disponible en: <[https://ddd.uab.cat/pub/dag/dag\\_a2018v64n2/dag\\_a2018v64n2p195.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/dag/dag_a2018v64n2/dag_a2018v64n2p195.pdf)>
- KWAN, M.P. (2012): «The uncertain geographic context problema» en *Annals of the Association of American Geographers*, 102 (5), págs. 958-968. doi:10.1080/00045608.2012.687349
- LANSLEY, G. y CHESHIRE, J. (2018): «Challenges to Representing the Population from New Forms of Consumer Data», en *Geography Compass*, 12 (7), págs. 1-13. Disponible en: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gec3.12374>>
- LESZCZYNSKI, A. y CRAMPTON, J. (2016): «Introduction: spatial big data and everydaylife», en *Big Data & Society*, 3 (2), págs. 1-6. doi:10.1177/2053951716661366
- MORENO JIMÉNEZ, A. (2015): «Sociedad de la geoinformación y conducta espacial del ciudadano como nuevos desafíos para la Geografía», en *Polígonos. Revista de Geografía*, (27), págs. 25-47. doi:10.18002/pol.voi27.3275.
- RUIZ ASTIZ, J. (2013): «La concepción del archivo en la sociedad de la información: PARES como motor del cambio», en *Revista General de Información y Documentación*, 23(1), 65.

- SALAZAR RAMOS, M. (2018): «El archivo y su adaptación a los cambios sociales: sociedad de la información y revolución tecnológica», en *INVESTICGA: Revista de Investigación en Gestión administrativa y Ciencias de la Información*, 2, págs. 117-124. <<https://doi.org/10.23850/25907662.1854>>.
- SANTOS PRECIADO, J. M. (2015): «La cartografía catastral y su utilización en la desagregación de la población. Aplicación al análisis de la distribución espacial de la población en el municipio de Leganés (Madrid)», en *Estudios Geográficos*, 278, págs 309-333.
- SIABATO, W. (2018) «Sobre la evolución de la información geográfica: las bodas de oro de los sig», en *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 27, págs 1-9. <<https://doi.org/10.15446/rcdg.v27n1.69500>>.