



¹ Becaria de investigación. Universidad de León. Área de Paleontología. Dpto. Geografía y Geología. Facultad de Filosofía y Letras. Campus de Vegazana, s/n. C.P. 24071 - León. cloessense@yahoo.es
² Universidad de León. Grupo de Investigación GI202: Geomática e Ingeniería Cartográfica (Geoinca). E.S.T.I.A. Avda. de Astorga s/n. C.P. 24400 - Ponferrada (León). jr.rodriguez@unileon.es
³ Área de Paleontología. Dpto. Geografía y Geología. Universidad de León. Facultad de C.C. Biológicas y Ambientales. Campus de Vegazana, s/n. C.P. 24071 - León. e.fernandez@unileon.es

Resumen

El Principado de Asturias es una de las regiones españolas famosas por su patrimonio paleontológico, especialmente el ligado a los yacimientos de icnitas (huellas fósiles) de dinosaurios. Este tipo de restos tienen valor tanto desde el punto de vista científico como desde el punto de vista patrimonial, ya que, desde el año 2007, están sujetos a una legislación que contempla el patrimonio geológico y la geodiversidad como entidades a proteger.

En este contexto surge la necesidad de disponer de una metodología y de herramientas adecuadas para la captura, almacenamiento, manejo y presentación de datos así como para el análisis y valoración de este tipo de yacimientos. El proyecto gvSIG pone a disposición de los paleontólogos potentes herramientas para la realización de estos procesos. En este trabajo se expone una propuesta metodológica para la caracterización de yacimientos de icnitas de estos animales y se aplica a tres importantes enclaves del Jurásico Superior de Asturias.

Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) llevan varios años introduciéndose en distintos ámbitos científicos, revolucionándolos al facilitar al usuario un rápido acceso a enormes volúmenes de datos en formato digital y acelerar la realización de complejos procesos de análisis de información espacial que además, requerían gran cantidad de recursos y especialización del usuario.

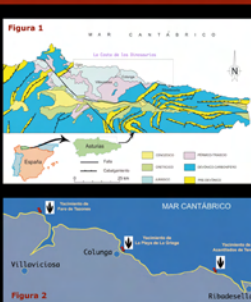
Paralelamente a esta revolución, y ya concretamente en el campo de la Paleontología, una de las especialidades de mayor auge es la dedicada al estudio de los dinosaurios. La paleontología de dinosaurios, una de sus ramas, también ha experimentado en los últimos años un notable desarrollo.

Los yacimientos con huellas de dinosaurios tienen valor tanto desde el punto de vista científico, al aportar información relevante sobre los actos vitales (comportamiento) y entorno de estos grandes animales (paleohábitat); como desde el punto de vista patrimonial, debido al creciente interés por el geoturismo y la geodiversidad.

Además, desde el año 2007, en que se aprobaron varias leyes de ámbito nacional, estos yacimientos están sujetos a una legislación que contempla el patrimonio geológico y la geodiversidad como entidades a proteger. Al mismo tiempo, forman parte de la candidatura IDPI (Icnitas de Dinosaurios de la Península Ibérica) para Patrimonio Mundial de la UNESCO que está actualmente en curso.

De esta forma surgió la iniciativa de desarrollo del presente trabajo, orientado a que la paleontología incluya los SIG como una herramienta de trabajo más y siga los pasos iniciados por otras disciplinas científicas como la arqueología y otras ramas de la paleontología.

Contexto geográfico y geológico



El área de estudio se sitúa en:

- * La costa centro-oriental del Principado de Asturias (norte de España) en una región que se conoce como "La Costa de los Dinosaurios" (Figura 1), la cual tiene sus límites occidental y oriental marcados por el cabo de Torres en Gijón y la playa de Arra en Ribadesella, respectivamente.
- * Dentro de la unidad llamada Cuenca de Gijón-Villaviciosa de la denominada Cuenca Meso-Terciaria, cuyos materiales se encuentran dispuestos de manera discordante sobre los paleozoicos. Sus límites se sitúan en dos accidentes tectónicos, la falla de Veriña en el extremo occidental (a unos pocos kilómetros al oeste de la localidad de Gijón) y la falla de Ribadesella en el margen oriental, coincidiendo allí con la playa de Arra.

Los yacimientos elegidos como objeto de estudio y ensayo de nuestra metodología son: Faro de Tazones, Playa de La Griega y Acantilados de Toréñes (Figura 2); todos ellos de edad Jurásico Superior, Kimmeridgiense.

Material y desarrollo metodológico

Para este trabajo se ha desarrollado una metodología específica para:

- ✓ Selección y definición de los parámetros valorativos a tener en cuenta para la obtención de una valoración según el interés científico de cada uno de los yacimientos.
- ✓ Elaboración de fichas, una descriptiva y otra valorativa de cada uno de los yacimientos.
- ✓ Revisión de los fondos del Museo del Jurásico de Asturias (MUJA).
- ✓ Campaña de campo (Figura 3). Se tomaron las coordenadas de las huellas y de otros puntos de interés de los yacimientos (límites, afloramientos, etc.). Para ello se utilizaron dos receptores GPS: navegador Garmin modelo GPSmap60Cx y receptor GPS monofrecuencia Magellan (modelo MobileMapper CE); con este último se capturaron los datos con el software ArcPAD (ESRI) y una antena externa que permitió mejorar la precisión de cada posicionamiento.
- ✓ Configuración de las bases de datos específicas con toda la información temática y gráfica relevante para la caracterización científica de yacimientos de icnitas. Los datos tienen dos componentes principales: la componente geográfica o espacial (información sobre la posición, forma, geometría, etc., de los objetos representados) y la componente temática o tributo (características de los objetos representados). A continuación se detalla la información geográfica que conforma la base de datos creada:

- **Información Geográfica General:** Son datos temáticos (geología, topografía, uso del suelo, etc.) de interés para trabajos como este, en el que el medio físico es importante. A escala nacional los datos recopilados procedieron del Banco de datos de la Biodiversidad; los datos autonómicos empleados fueron adquiridos al Servicio de Cartografía del Sistema de Información Territorial de Principado de Asturias.

✓ Toda la información antes mencionada fue implementada en un proyecto gvSIG, el cual permite no sólo el almacenamiento estructurado, gestión y representación de los datos geográficos, sino también es una herramienta para la realización de análisis espaciales y modelos cartográficos con los cuales solucionar problemas concretos. El software utilizado fue:

- gvSIG (v.1.1.2)
- Extensiones para gvSIG desarrolladas para la Junta de Castilla y León
- Extensión ráster (piloto) para gvSIG

- **Información Geográfica Específica:** son aquellas capas con información específica sobre icnología de dinosaurios de los yacimientos estudiados. Son:
 - Capa de huellas. Es una capa vectorial de tipo punto.
 - Capa de rastros. Es una capa de tipo línea que contiene información de los rastros de cada yacimiento, es decir, las secuencias de icnitas de un dinosaurio.
 - Capa de afloramientos. Es de tipo polígono. Los polígonos representan cada uno de los diferentes afloramientos con huellas de dinosaurios dentro de un mismo yacimiento.
 - Capa de yacimientos. Al igual que la anterior es una capa de polígonos que representa la extensión potencial de cada uno de los yacimientos.

✓ Desarrollo de procesos de análisis como crear nuevas capas, completar información temática, cambios en el sistema de proyección de las capas, cálculo de áreas y perímetros, contabilizar el número de huellas de cada yacimiento rastro, calcular lo longitud de cada rastro, etc., gracias a gvSIG.

✓ Fase valorativa, se aplicaron todos los criterios de valoración establecidos anteriormente obteniendo un valor científico de cada yacimiento.

✓ Maquetación e impresión de los mapas. Para ello se utilizó el módulo de creación de mapas del software gvSIG.



Resultados

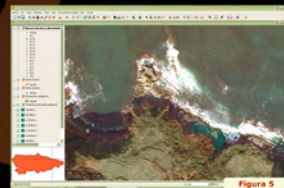
Yacimiento	Superficie (m ²)	Número de huellas	Número de rastros
Faro de Tazones	1000	15	5
Playa de La Griega	800	12	4
Acantilados de Toréñes	1200	18	6

Además, el sistema facilita la representación de los datos geográficos y constituye una herramienta para el análisis espacial y creación de modelos cartográficos. Estas representaciones han sido editadas gracias al módulo de mapas del software gvSIG y representan desde la localización general de la zona de estudio hasta mapas de cada uno de los yacimientos con imágenes de detalle de cada uno de los afloramientos que los constituyen. En ellos aparecen representadas las icnitas de dinosaurios y los rastros, así como el área de cada afloramiento y la extensión potencial cada uno de los yacimientos (Figura 4).



En cuanto a los análisis espaciales es interesante indicar las posibilidades que ofrece el SIG una vez estructurado: operaciones de cálculo del área de los afloramientos y el área potencial de los yacimientos, así como los perímetros de estos. Además se crearon hipervínculos entre elementos representados en las capas de información y archivos de información temática. A continuación se indican cuales fueron las capas implicadas y los enlaces establecidos:

Por último, las operaciones de superposición entre capas han permitido la creación de nuevas capas como la que se representa en la imagen de la derecha (Figura 5), en la cual aparecen diferenciadas las huellas según el afloramiento en el que se sitúan. La intersección entre capas es una herramienta interesante con la que calcular algunos parámetros de cara a valoraciones como la que se ha realizado en este trabajo.



Un ejemplo es una intersección entre la capa de huellas y yacimientos, que permitió calcular el número total de huellas por yacimiento. Esto mismo se podría aplicar a la capa de rastros, e incluso, con datos suficientemente fiables se podrían hacer análisis de más detalle como la intersección entre las capas de huellas y rastros para ver el número de huellas que constituyen rastros y por cuantas huellas esta constituido cada uno.

Conclusiones

- * Este trabajo supone un primer avance hacia la modernización de los métodos utilizados hasta ahora en la paleontología de dinosaurios, puesto que se ha desarrollado una metodología basada en la utilización de receptores GPS y SIG, para la recopilación de información científica relativa a tres yacimientos con huellas de dinosaurios del Principado de Asturias. Esta metodología es fácilmente adaptable a estudios similares que se deban hacer en otras zonas.
- * Para la creación del proyecto SIG con la información recopilada en la base de datos específica de nuestro campo se ha empleado gvSIG. Éste es un software SIG libre que, frente a un software propietario se ha comprobado que presenta ventajas como: multiplataforma, permitir mayor acceso a la información generada al ser de un SIG libre, independencia tecnológica de las empresas que gestionan software de tipo propietario, código abierto, internetworkización, grandes facilidades de difusión de los resultados obtenidos gracias a Jornadas Internacionales de libre acceso, facilidad en la resolución de problemas gracias a las listas oficiales de correo electrónico, etc.
- * Además, la aplicación de la metodología ha permitido corroborar el gran potencial fosilífero de la zona puesto que se han hallado nuevos fósiles, tanto directos como indirectos, en los 3 yacimientos objeto de estudio.

Agradecimientos

Agradecemos a los miembros del equipo de investigación del Museo del Jurásico de Asturias su colaboración en la campaña de campo así como facilitando bibliografía e información necesaria para la realización del presente trabajo.
 E. García agradece a la Universidad de León la beca ULE para la realización de la investigación de su tesis doctoral y al proyecto Fomenta 2008/02 su financiación.