

# MATEMÁTICAS Y MI DISCIPLINA: LA CARTOGRAFÍA

PAZ FERNÁNDEZ

Universidad de Granada (España)

Las ciencias que estudian la tierra tienen en la actualidad multitud de aplicaciones tecnológicas y sociales. En el origen y desarrollo de estas ciencias cuyo objeto de estudio es la tierra, en los diferentes aspectos internos y externos que la configuran, han tenido un papel crucial las matemáticas. Históricamente los mapas surgen del deseo de conocer la superficie de la tierra para poder trasladarse sobre ella y así lograr conquistas de territorios o rutas comerciales.

En la historia de la cartografía se encuentra una gran influencia de las matemáticas: al tratar de medir y hacer **proporcionalidades** para fijar el concepto de **escala**; al **proyectar** la superficie terrestre en formas geométricas desarrollables como son la cilíndrica y la cónica se han realizado aplicaciones funcionales de tipo homotético para crear los mapas en un plano como representación de la geoda terrestre.

En 2006 el Parque de las Ciencias y la Universidad de Granada montaron una bella exposición en la que se mostraron algunos de estos avances (ver Figura 1), que marcan el paso de la cartografía de un saber artístico a científico con la presencia fundamental de las matemáticas.



*Figura 1.* Imágenes de la exposición La Imagen del Mundo

## LA TERCERA DIMENSIÓN EN LOS MAPAS Y OTROS TIPOS DE MAPAS

Al representar la realidad en un mapa, no solo es necesario realizar proyecciones y establecer una escala de representación, sino que tenemos que tener en cuenta que la tercera dimensión del espacio, es decir la altitud debe de quedar representada de alguna manera. Hay distintas formas de representar la tercera dimensión, una de ellas, la más utilizada son las **curvas de nivel**.

Las curvas de nivel son líneas que unen puntos de igual altitud. Por ello se trata de un tipo específico dentro de las isolíneas.

El uso de la isolíneas es muy frecuente en otro tipo de mapas: la cartografía temática, que se ocupa de aspectos concretos de la realidad terrestre. Uno de los ejemplos más extendidos son los **mapas de isobaras** utilizados para meteorología. Seguro que cada uno de nosotros conocemos muchos más ejemplos de mapas en los que se usen isolíneas.

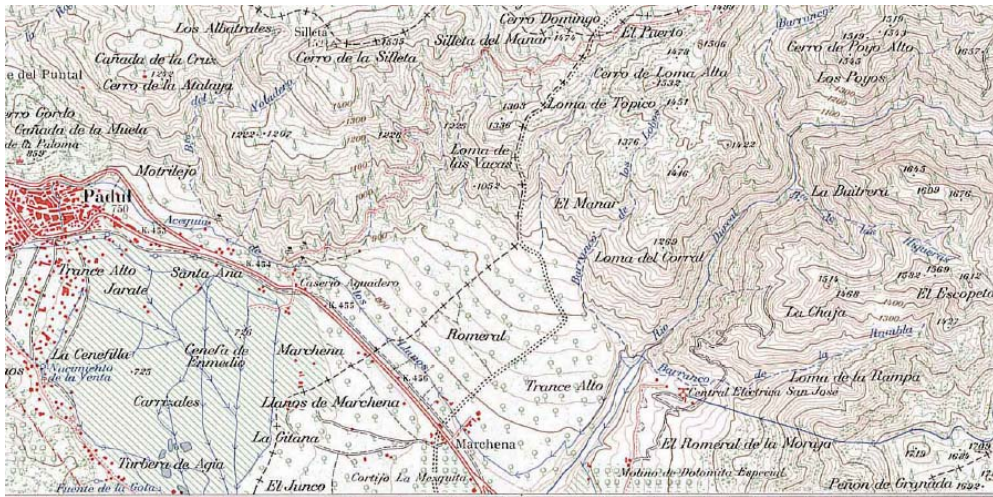


Figura 2. Representación de la altitud mediante curvas de nivel en el Mapa Topográfico Nacional escala 1:50.000, del IGN

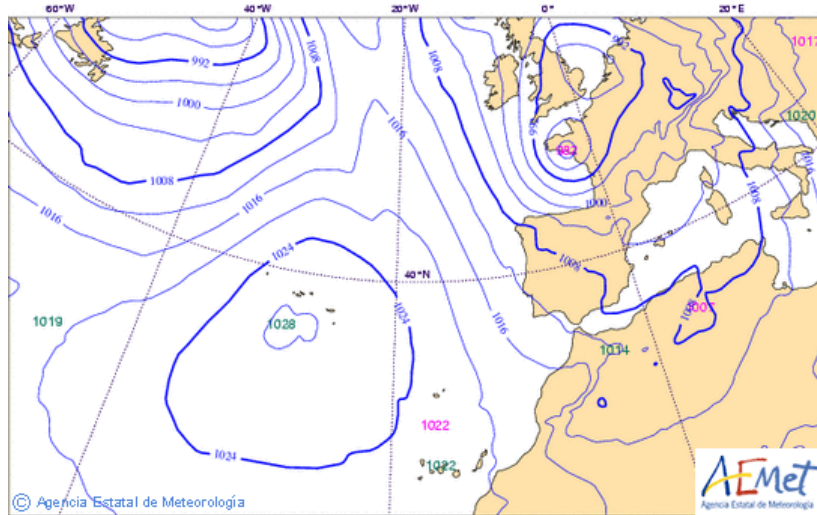


Figura 3. Mapa de isobaras de la Agencia Estatal de Meteorología válido para las 12.00h del 30 de noviembre de 2009.

## LA TECNOLOGÍA ACTUAL: EL GPS Y LOS SIG

Las nuevas tecnologías también están presentes en la cartografía actual, en las que los avances aeroespaciales y la informática son cruciales en la nueva forma de entender los mapas como algo dinámico, cotidiano y de gran utilidad.

Como ejemplos tenemos los GPS y los SIG.

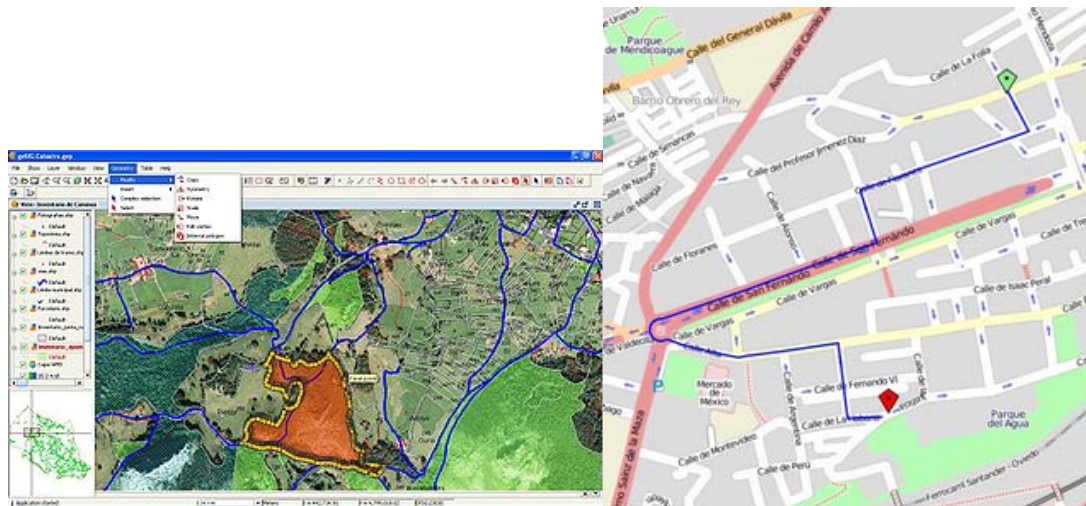
El GPS, siglas en inglés de sistema de posicionamiento global, son un instrumento para la localización y el posicionamiento que se creó en los años 80 con fines militares en EEUU. Se trata de una constelación de satélites a partir de los cuales, con un receptor en tierra podemos conocer las coordenadas en las que nos encontramos. Lo que empezó

como algo exclusivo y restringido hoy en día es algo totalmente cotidiano y que tiene múltiples aplicaciones. Como ejemplos de su utilización podemos citar los navegadores de los automóviles, localización de personas en operaciones de salvamento y rescate o el cálculo de distancias, rutas y tiempos en pruebas deportivas como la vuelta ciclista, rallies, regatas, etc. ¡Incluso puede que tengas un receptor en tu propio teléfono móvil!.

La utilización de muchas de las aplicaciones de los GPS, requieren que tengamos localizada nuestra posición no sólo en coordenadas sino con respecto a la realidad que tenemos alrededor, es decir tener nuestra posición en un mapa simultáneamente. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), nos permiten tener mapas dinámicos en sistemas informáticos y ordenadores haciendo posible esta necesidad. La combinación de GPS y SIG nos permite saber nuestra posición y las rutas o itinerarios que debemos seguir para llegar a un determinado lugar. Además las informaciones adicionales que almacenan los SIG permiten calcular rutas óptimas en función de la menor distancia (ruta más corta), menor tiempo (la más rápida), o incluso aquellas que pasan o que evitan ciertos lugares (en el caso de obras, atascos, accidentes...).



*Figura 4.* Navegador GPS de pantalla táctil de un vehículo con información sobre la ruta, así como las distancias y tiempos de llegada al punto de destino.



*Figura 5.* SIG: Izquierda: Ejemplo de cartografía con el Sistema de Información Geográfica de código libre gvSIG. Derecha: Cálculo de una ruta óptima para vehículos entre un punto de origen (en verde) y un punto de destino (en rojo) a partir de datos del proyecto OpenStreetMap.

## EXPERIENCIAS CARTO-MATEMÁTICAS. ASPECTOS EDUCATIVOS

Las experiencias carto-matemáticas relacionan las dos ciencias: la cartografía y las matemáticas. Se pueden plantear en distintas etapas de la enseñanza/aprendizaje: desde primaria hasta el doctorado. Con ellas se puede comprender el papel de las matemáticas en la vida cotidiana en el caso de los mapas y aprender a leer e interpretarlos.

A continuación se exponen a modo de ejemplo algunas experiencias que se pueden realizar en distintas fases. En el caso de la universidad los ejemplos corresponden a aspectos que aparecen en la realización de prácticas de los alumnos en las materias que imparto.

### A-Escalas

Secundaria/primaria: ¡Qué lejos/cerca está...! (mi colegio, la casa de mi amig@, la Alhambra); ¡Qué pequeña/grande es...! (mi casa, el parque, la catedral, mi ciudad).

Universidad: cálculo de longitudes de elementos geográficos (ríos, carreteras, etc.), de distancias, superficies (cuenca hidrográfica, variables geográficas como litologías, pendientes, área de mojado), para cálculo de índices y elaboración de cartografías de riesgos.

## **b-Isolíneas**

Secundaria/primaria: cómo realizar curvas de nivel: el ejemplo del pan cortado en rebanadas.

Universidad: realización de isolíneas en el cálculo de mapas de riesgo de inundación.

Seguro que se os ocurren muchas más...

## **APLICACIÓN A CAMPOS DE INVESTIGACIÓN: MI TESIS DOCTORAL**

Finalmente también se puede apreciar la estrecha relación que existe entre las aplicaciones cartográficas y las matemáticas, en un caso de investigación que he vivido en primera persona: mi tesis doctoral. En ella se ha utilizado una técnica de imágenes de satélite para detectar y cuantificar movimientos del terreno. Las imágenes de teledetección que se usan son de tipo RADAR SAR y son imágenes complejas, complejas, por lo que constan de dos componentes (real e imaginaria). A partir de estas componentes podemos obtener dos tipos de imágenes, de la amplitud y la fase, fundamentales para este tipo de estudios.

## **CONCLUSIONES**

Como hemos visto, las matemáticas guardan una estrecha relación con la cartografía y tiene una gran importancia en esta disciplina:

- En los orígenes de la cartografía como ciencia las matemáticas jugaron un papel fundamental.
- Imprescindibles para poder representar la tierra o parte de ella en forma de mapas de dos dimensiones.
- Las experiencias carto-matemáticas, que pueden realizarse en cualquier etapa de la enseñanza/aprendizaje, desde primaria hasta el doctorado, ayudan a ver el papel de las matemáticas en la vida cotidiana y en la evolución de la sociedad histórica y actual.



## REFERENCIAS

Cifuentes, E., López Gómez, J. F. y García, J. J. (2006). La imagen del mundo: los inicios de la cartografía científica en los mapas de los siglos XVI y XVII de la Universidad de Granada”. Granada: Editorial Parque de las Ciencias.

Fernández, P. y Oliveras, M. L. (2005). Competencias docentes y recursos tecnológicos. Trabajo presentado en el Congreso Internacional Virtual y Presencial sobre el Profesorado ante el Reto de las Nuevas Tecnologías en la Sociedad del Conocimiento, Granada, España

Fernández, P., Irigaray, C., Jiménez, J., El Hamdouni, R., Crosetto, M., Monserrat, O. Y Chacón, J. (2009). First delimitation of areas affected by ground deformations in the Guadalfeo River Valley and Granada metropolitan area (Spain) using the DInSAR technique. *Engineering Geology*, 105, 84-101

Oliveras, M. L., Fernández, P., Espín, A., Benítez, J., Iglesias, M. (2001). Las matemáticas en la Tierra. Matemáticas en la vida cotidiana. En *Las matemáticas en la vida cotidiana*. Granada: Universidad de Granada.

[www.aemet.es](http://www.aemet.es); [www.ign.es](http://www.ign.es); [www.parqueciencias.com](http://www.parqueciencias.com)

<http://es.wikipedia.org/wiki/>; <http://maps.google.es/>