

SEGUINDO OS PASOS DE DOMINGO FONTÁN

SUÁREZ GAMARRA, ANA (*Universidade de Santiago de Compostela*)

MÉNDEZ MARTÍNEZ, GONZALO (*Universidade de Vigo*)

VÁZQUEZ CENDÓN, ELENA (*Universidade de Santiago de Compostela*)

Domingo Fontán (1788-1866) foi o científico galego que lle puxo cara a Galicia e que a situará por moitos anos como o territorio con mellor representación cartográfica de España.

Distínguense tres etapas na vida do xeógrafo e matemático: actividade docente, política e empresarial. Entre 1814-1818 substituíu a seu mestre Xosé Rodríguez na cátedra de Matemáticas Sublimes por mor dos seus compromisos internacionais, gañando por oposición esta cátedra en 1818. Encargóuselle a división xudicial e municipal de Galicia e o trazado das estradas que vertebrarían o territorio galego. Obtivo numerosos cargos entre os que está o cargo de director do Observatorio Astronómico de Madrid, da Escola Especial de Enxeñeiros Xeógrafos e formou parte da comisión das Cortes destinada á elaboración do sistema de pesos e medidas. En 1817 Fontán iniciou a elaboración da Carta Xeométrica de Galicia co fin de resolver os problemas do territorio: trazado das infraestruturas, organización territorial ou o seu desenvolvemento.

O método utilizado na realización da Carta consistía na medición dunha base e unha rede fundamental de triángulos ao que lle engadiu medicións que o dotaron de valores como a altitude dos principais cumios de Galicia.

Neste traballo analizamos o cálculo da altitude na Carta Xeométrica de Galicia de Domingo Fontán. Traballamos coa presión atmosférica e estudamos como Domingo Fontán calculou a altitude de moitos cumios do territorio galego a partir de medicións desta variable.

Para os nosos cálculos utilizamos valores reais de diferentes variables meteorolóxicas (presións atmosféricas, presións reducidas e alturas) recollidas por Meteogalicia en diferentes estacións meteorolóxicas do territorio galego. As alturas foron descargadas do Instituto Geográfico Nacional. Utilizouse un Modelo Dixital do Terreo (MDT) de 5 metros de resolución. Localizáronse os puntos con altitude no mapa de Fontán para posteriormente buscalos no Mapa Topográfico Nacional (MTN) xa a escala 1:25000, 1:50000 ou noutras escalas co apoio dun xeovisor. Nun primeiro intento utilizouse a interpolación para obter os valores das altitudes nas estacións de Fontán. Tras non obter os resultados esperados seguimos investigando na posible fórmula que puido utilizar o matemático hai 200 anos.

Atopamos un caderno de campo onde se mostran os cálculos da altitude realizados por Domingo Fontán en Montouto e Abeleira empregando temperaturas e presións. Calculaba presións en milímetros de mercurio (mmHg) e temperaturas en graos centígrados a distintas horas do día. Realizaba as medias e facía unha corrección destas.

A partir da ecuación barométrica $\Delta P = -\rho \cdot g \cdot \Delta H$ e da ecuación xeral dos gases chegamos á ecuación de Laplace simplificada e á ecuación de Laplace orixinal que dá o desnivel entre dúas estacións en función das lecturas barométricas, temperaturas e da latitude.

Vemos que precisión dá a ecuación de Laplace simplificada e a ecuación de Laplace orixinal nas estacións meteorolóxicas utilizando datos proporcionados por Meteogalicia de presión e temperatura e vemos que estas fórmulas fan unha aproximación bastante boa, cuns erros arredor dun 2-3%.

Por curiosidade realizáronse medicións de presión atmosférica e temperatura na estación Penagache que é un vértice da triangulación fundamental de Domingo Fontán.

Estes datos foron introducidos nas fórmulas que segundo a documentación dispoñible podería ter utilizado o científico galego hai dous séculos.

Empregouse o barómetro do Instituto Xeográfico Nacional a través da aplicación dixital que este organismo ten á disposición dos usuarios. Ao mesmo tempo mediuse a temperatura en graos centígrados cun termómetro e coa axuda dun GPS localizáronse as coordenadas.

Tomáronse datos en dous puntos a distinta altitude con coordenadas moi próximas ás que puido medir Fontán tantos anos atrás.

Fóronse seguindo os pasos que, segundo a documentación recollida, consideramos que realizaba Fontán nas súas expedicións, tomando como estación de referencia Corón en vez de Noia, collendo varias medicións nun día e realizando as medias. Podemos observar que as altitudes acadadas con estas fórmulas achéganse moito á altitude que obtivo Fontán neste cumio.

No primeiro punto onde realizamos as medicións obtemos unha diferenza de 3,64 e 3 metros entre a altitude calculada coas fórmulas de Laplace e a altitude de Fontán.

Por outra parte a diferenza entre os resultados calculados e a altitude do MTN é de 8,83 e 9,4631 metros para a ecuación Laplace simplificada e orixinal respectivamente, o que supón uns erros de 0,72% e 0,77%, moi similares ós obtidos por Fontán.

Fontán mediu máis preto do punto máis alto considerado, dado que as coordenadas son case coincidentes, o que se traduce nunhas altitudes moi semellantes, cunha diferenza de 1,02 e 1,65 metros coas fórmulas mencionadas.

Neste segundo punto a diferenza da altitude calculada respecto a do MTN é de 13,4903 e 14,1258 metros con ambas fórmulas, o que equivale a un erro dun 1,10% e 1,15%, superior ao do xeógrafo (1,02%).

Este resultado indícanos que Fontán empregou nos seus cálculos unha variante destas fórmulas, non podemos afirmar con certeza cal foi a fórmula exacta que usou, pero os cálculos son moi próximos.

Estes resultados varían segundo as constantes utilizadas nas fórmulas, as condicións meteorolóxicas e as correccións coa latitude e co instrumento empregado.

As diferenzas dos instrumentos e tecnoloxías actuais cos da época de Fontán fan máis grande a súa obra e a admiración pola precisión do seu traballo.

Consideramos valioso compartir este traballo coas persoas participantes no Congreso de ENCIGA pola compoñente multidisciplinar que ten e pola posibilidade de ser replicado nos Centros de Ensino Medio.

Referencias

Arboleda, Luis Carlos (2020). Las mediciones barométricas de Humboldt y Caldas en la Nueva Granada, en Guerrero Pino, G. (comp.), Estudios caldasianos: Ciencia y nación. A 250 años del natalicio de Francisco José de Caldas, Santiago de Cali, Programa Editorial Universidad del Valle y Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 113-150.

Méndez Martínez, Gonzalo (2005). Domingo Fontán. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, Dirección Xeral de Promoción Cultural. 163 páxinas.

Suárez Gamarra, Ana (2020). Interpolación numérica aplicada ao cálculo da altitude na Carta Xeométrica de Galicia de Domingo Fontán. Tralaballo Fin de Grao. Facultade de Matemáticas. Universidade de Santiago. 81 páxinas. Inédito.