Apuntes para un curso de Geodesia

INTRODUCCIÓN

Programa racional y método que debe seguirse en la enseñanza de la Geodesia

Para entregarse al estudio de la Geodesia es necesario tener ciertos conocimientos preliminares, sin los cuales no se puede dar un paso en esta ciencia. Los autores de los textos clásicos acostumbran, en consecuencia, principiar sus obras con resúmenes de Trigonometría rectilínea, de Trigonometría esférica y de Cálculo de probabilidades.

*
* *

Se llama Geodesia *la ciencia cuyo objeto es determinar la forma y dimensiones de la superficie de La Tierra.*

En Geometría se ha visto que *una superficie es el lugar de todas las posiciones que toma sucesivamente, en el espacio, una línea móvil, que cambia de situación y á menudo también de forma, según una ley determinada y continua.* La línea móvil se llama *la generatriz* y por las palabras: *una ley determinada* hay que entender condiciones tales que, para cada punto del espacio, no dejen nada de arbitrario ni en la forma, ni en la posición de la generatriz. Ahora bien, ordinariamente el medio más

cómodo para expresar (á lo menos en parte) la ley de este movimiento, consiste en designar una ó varias líneas fijas, llamadas *directrices*, sobre las cuales deberá apoyarse constantemente la generatriz en todas sus posiciones; de modo que para definir completamente una superficie particular, es necesario indicar la naturaleza de la generatriz, la manera cómo se mueve y las directrices sobre las cuales debe resbalar durante su movimiento.

Inmediatamente se ve que es ilusorio pretender fijar exactamente la ley según la cual cambia de posición y de forma la generatriz de La Tierra, por cuanto los agentes naturales, el hombre, etc., han modificado arbitrariamente su figura general y las rugosidades de su superficie. Por consiguiente, debemos contentarnos con determinar la posición de un número suficiente de líneas directrices y de posiciones aisladas de la generatriz para que podamos considerar que ningún accidente del terreno quede, por estar encerrado entre sus mallas, sin modificarlas.

Para esto recordemos que también se ha visto en Geometría que *toda línea puede considerarse como enjendrada por el movimiento de un punto según una ley determinada y continua.* Las mismas razones que nos han obligado á abandonar la investigación de la ley según la cual se mueve y modifica la generatriz de La Tierra, nos llevan á una conclusión idéntica con respecto á la ley que guía el movimiento de un punto en la formación de las generatrices y las directrices. Nos daremos por satisfechos, pues, si conseguimos determinar tantos puntos aislados como sean necesarios para precisar la naturaleza de estas líneas y por consiguiente, de la superficie sobre la cual las consideramos trazadas.

Luego para obtener la forma y dimensiones de la superficie de La Tierra hay que saber fijar previamente la posición de un punto en el espacio.

En la Geometría analítica de tres dimensiones se ve que tres coordenadas son suficientes y bastan para fijar la posición de un

punto en el espacio. Estas tres coordenadas, cuando se trata de un punto de La Tierra, se denominan *longitud, latitud y altitud* (1).

Se llama *longitud* al ángulo diedro que forma el plano meridiano de un lugar con un meridiano determinado, que se fija por convención como *primer meridiano*. La *latitud* es el ángulo que hace la vertical de dicho lugar con el plano del *Ecuador*.

Como estas dos coordenadas son valores angulares y según la conocida noción: su número de grados no varía cualquiera que sea la distancia al centro donde ese número se cuenta, se ha convenido en considerar proyectados los puntos de la superficie de La Tierra sobre la superficie del mar en su nivel medio suponiéndolo prolongado debajo del terreno.

Así la *altitud* queda definida diciendo que es la menor distancia que hay entre el *nivel medio del mar* y el punto de que se trata.

Acabamos de ver que la longitud y la latitud son ángulos cuyo valor se da en grados y que la altitud es una distancia que es preciso medir con una unidad rectilínea. De aquí fluyen dos grandes divisiones de la Geodesia.

Ocupémosnos en primer lugar de la longitud y la latitud.

Estas cantidades pueden obtenerse directa ó indirectamente. Del estudio de los procedimientos que se emplean para determinar *directamente* la longitud y la latitud de cada punto trata la *Astronomía geodésica*. De los medios que se usan para fijar *indirectamente* esas cantidades se ocupa la *Geodesia* propiamente dicha.

*
* *

(1) Empleamos esta palabra tanto en el sentido de altura del terreno, como en el de profundidad de las aguas.

Deducción lógica del programa de Astronomía Geodésica

Según la definición dada de la longitud su valor se mide por el arco del Ecuador comprendido entre el primer meridiano y el meridiano del lugar que se considera, ó bien por el ángulo formado en los polos por dos meridianos, de los cuales uno pasa por un punto convencional de partida y el otro por dicho lugar.

Consideremos La Tierra y un punto fijo del espacio. Al girar aquella sobre si misma, cada uno de sus planos meridianos va pasando sucesivamente por el punto fijo del espacio, de modo que en 24 horas todos habrán pasado por dicho punto. Si suponemos el Ecuador dividido en 360 partes iguales ó grados y que por cada división pase un plano, es claro que en una hora pasarán quince de estos planos por el punto fijo. Coloquemos dos observadores de modo que el uno esté 15° más al oriente que el otro. Al pasar el plano meridiano de aquel de los dos que esté situado más al oriente por el punto fijo del espacio que señala el orígen del día sideral su reloj marcará $0^h\ 0^m\ 0^s$ mientras que el reloj del que está al occidente hará ver que aún falta una hora para que se verifique lo mismo con su plano meridiano. Cualquier otro fenómeno observado *simultaneamente* por ellos lo anotaran con esa diferencia de una hora de sus relojes. Un tercer observador colocado 15° más al occidente aún, tendría con el primero dos horas de diferencia, etc. Se ve, pues, que la diferencia de tiempo depende de la diferencia de longitud y varía proporcionalmente con ella á razón de una hora por cada quince grados. La determinación de la longitud, ó mejor de la diferencia de longitud entre dos puntos queda reducida así á la determinación de sus horas respectivas *para el mismo instante físico.*

Según lo dicho un reloj bien arreglado marcará $0^h\ 0^m\ 0^s$ en el momento en que el punto fijo del espacio que señala el orígen

del día sideral coincida con el plano meridiano del lugar donde se observa. Ahora bien, este punto fijo en el cual han convenido los astrónomos no es un punto material que pueda percibirse. Esto nos obliga á recurrir á la observación de astros cuya posición con respecto á ese punto se conoce de antemano.

Dejemos aquí esta investigación y pasemos á ocuparnos de la latitud.

Según definición la latitud se mide sobre el arco de meridiano que interceptan la vertical del lugar y el radio del Ecuador que señala la intersección de este plano con el plano meridiano. Mas, como no es posible estacionarse en el punto donde se cortan estas rectas, es necesario medir, sobre la superficie de La Tierra, otro ángulo, formado por la horizontal y una paralela al eje de La Tierra, igual al anterior por tener sus lados respectivamente perpendiculares. La horizontal es más ó menos fácil obtenerla. En cuanto á la recta paralela al eje del mundo también se tendría inmediatamente si el punto de penetración de dicho eje en la bóveda celeste fuese tangible, pues su distancia á La Tierra sería tan considerable, con relación á las dimensiones de ésta, que dos rectas que unieran el polo celeste con el centro de La Tierra y con el punto considerado serían prácticamente paralelas. Como en el caso de la longitud, hay que recurrir á la *observación de los astros* para conocer la posición del polo celeste y en consecuencia el valor de la latitud.

Para relacionar la posición del punto del espacio orígen del del día sideral y del polo celeste con la posición de los astros hay que elegir planos coordenados que sirvan para referir esas posiciones. Los astrónomos han ideado varios sistemas de estos planos que tienen entre sí ciertas conexiones por medio de las cuales se puede pasar de los valores obtenidos con respecto á un sistema á los valores equivalentes con respecto á otro.

DOMINGO CASANOVA O.

(Continuará.)