

DM *Enlace Geodésico y Astronómico*  
ENLACE GEODÉSICO Y ASTRONÓMICO

DE

# EUROPA Y ÁFRICA.

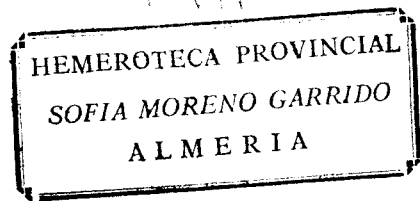
NOTAS PRESENTADAS

Á LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES,

*por sus individuos*

D. CÁRLOS IBÁÑEZ Y D. MIGUEL MERINO.



MADRID:

IMPRESA DE LA VIUDA É HIJO DE D. E. AGUADO.

Calle de Pontejos. núm. 8.

1880.

---

---

**ENLACE GEODÉSICO Y ASTRONÓMICO**

**DE EUROPA Y ÁFRICA.**

---

**Primera operacion.—Enlace geodésico.**

---

**I.**

El problema fundamental de la Geodesia, concerniente á la determinacion de la forma general, dimensiones y principales irregularidades de nuestro planeta, acaba de recibir inesperado é importante impulso, destinado á ejercer eficaz influencia en su resolucion definitiva, mediante el enlace geodésico y astronómico de las redes trigonométricas, española y argelina, separadas hasta hoy por una distancia inmensa, y como abismo imposible de franquear. Merced á tan vasta y difícil operacion científica, llevada á dichoso término en el último otoño por los geodestas y astrónomo del INSTITUTO GEOGRÁFICO Y ESTADÍSTICO español y los del Ministerio de la Guerra de Francia, permitido es ya calcular el mayor de los arcos de meridiano hasta el dia trazados sobre el globo terráqueo, entre las islas Shetland, al N. de Escocia, y el límite septentrional del Desierto de Sahara: obra verdaderamente monumental, y resultado imperecedero de la paz y concordia existentes entre las naciones civilizadas, en cuya ejecucion

figurarán por partes iguales, de inteligencia, de trabajo y de gloria, Inglaterra, Francia y España.

De tan extraordinario trabajo científico, ejecutado en representación de nuestra patria por su Instituto Geográfico y Estadístico, y que, para mayor claridad, desde luégo debe considerarse descompuesto en dos partes distintas, relativa una al enlace ó empalme geométrico de las dos redes mencionadas, y otra á la comprobación astronómica de la exacta correspondencia de ambas triangulaciones, de los continentes europeo y africano, tuve oportunamente la honra, y cumplí de paso el deber, de dar verbalmente cuenta somera á la ACADEMIA. Y me apresuré á darla, no por alarde mezquino de vanidad; sino porque creí entónces que á mí, como académico, y Director del mismo Instituto, me correspondía, con mejor derecho que á nadie, enterar á la Corporación de lo ocurrido y conseguido en este asunto: y, muy principalmente, porque, no habiendo tomado yo parte alguna en las observaciones geodésicas y astronómicas, me encontraba en situación completamente desembarazada para calificarlas en los términos lisonjeros que merecen, procediendo con estricta imparcialidad; y para tributar á los Jefes, especialmente encargados de las dos distintas, aunque inseparables, operaciones referidas; á los geodestas que los acompañaron y secundaron en sus trabajos; y al personal auxiliar subalterno á sus órdenes, no por humilde, ménos digno de aprecio y recuerdo, los justos elogios á que se hicieron todos acreedores.

De la operación propiamente geodésica advertí á la Academia, para legítima satisfacción suya, que habia sido Jefe uno de sus individuos: el coronel D. Joaquin Barraquer, del Cuerpo de Ingenieros, agregado, muchos años há, al Instituto Geográfico y Estadístico. Y de la astronómica otro compañero nuestro, parecidamente: D. Miguel Merino, primer astrónomo del OBSERVATORIO DE MADRID, y astrónomo también del mismo Instituto. — El primero de estos dos señores, por lo reciente de su nombramiento, no ha tomado posesión todavía de su honroso cargo de académico numerario; y por eso yo, con evidente y lamentable desventaja, me encargué de reseñar los trabajos por él dirigidos en totalidad, y en mucha parte

personalmente efectuados. Pero el segundo asistia á la sesion en que de este asunto se trataba; é, instado por mí, se prestó, no sin alguna vacilacion, á enterar á la Academia de lo hecho por él y por el reducido personal, que de su direccion y voluntad científica habia dependido en la última campaña.

Terminadas ambas reseñas orales, el Sr. Presidente de la Academia nos invitó, al Sr. Merino y á mí, á redactar, por separado, dos sucintas notas de los trabajos astronómicos y geométricos realizados en las sierras andaluzas para establecer su enlace geodésico con los montes argelinos: notas que deberian publicarse en la **REVISTA DE LOS PROGRESOS DE LAS CIENCIAS**, como fragmentos del acta de tan memorable sesion, y medio de perpetuar el recuerdo de la gloriosa empresa científica, en que tanta y tan buena parte ha tomado España.

Cumplo, pues, los deseos del Sr. Presidente, á los que se asoció unánime y generosa la Academia, presentando hoy estos apuntes de actualidad, interin los centros geodésicos de España y Francia, que han intervenido en la ejecucion de la obra comun á que se refieren, publican detalladamente cuanto han hecho para llevarla á cabo.

## II.

Desde que Delambre, Méchain, Biot y Arago, al finalizar el pasado siglo y en los albores del corriente, midieron el arco de meridiano comprendido entre Dunkerque y nuestra isla de Formentera, acariciábase la esperanza y se alimentaba el deseo de prolongar algun dia aquel arco, ya de considerable amplitud, hasta el territorio africano. Pero la dificultad de producir intensos focos de luz, y de establecerlos en las cumbres de las montañas, de manera que desde muy léjos pudieran enfilarse, y observarse por algun tiempo, ha sido en lo que va de siglo punto ménos que insuperable; y, sin esta condicion prévia, por imposible debia tenerse cruzar el Mediterráneo con algunos triángulos geodésicos, y desde las costas españolas lanzarse y pasar, como de brinco gigantesco, á las argelinas, relacionando así los paralelos de latitud muy elevados, con los que rápidamente avanzan y han de pro-

gresar hácia el corazon del Africa. Por eso las tentativas hechas, por los años de 1858, tanto por mí, como por los coroneles franceses, Sres. Laussedat, de Ingenieros, y Sevret, de E. M., para estudiar y preparar la operacion recientemente concluida, no dieron resultado alguno satisfactorio, por más que de la posibilidad de realizarla no cupiera nunca duda, gracias á las noticias facilitadas por los geodestas españoles, apostados en sitios favorables, y que, desde las cimas de las empinadas cordilleras andaluzas, lograron en diversas ocasiones, aunque siempre inesperadamente y como por casualidad, divisar con sus anteojos los cerros lejanos de la Argelia.

Miéntas esto sucedia, los trabajos geodésicos de la triangulacion española se multiplicaban y extendian rápidamente, y eran ventajosamente calificados por el mundo científico. La cadena geodésica, ceñida á nuestra costa oriental, desde la frontera de Francia al cabo de San Antonio, proyectada y observada en otro tiempo por tres de los astrónomos franceses, poco ántes mencionados, se rehacia y rectificaba por los geodestas del Instituto Geográfico y Estadístico, pertenecientes á los Cuerpos facultativos de Artilleria, Ingenieros y Estado Mayor, y se prolongaba hasta la misma Sierra Nevada: con lo cual al arco de meridiano anglo-franco-español, especie de compás enorme, destinado á medir la Tierra, aportábamos un contingente nacional de 800 kilómetros de extension. Y al propio tiempo que así se procedia, se estudiaban y precisaban los vértices que, como cimientos incommovibles, habian de servir más adelante para apoyar los triángulos geodésicos, tendidos sobre el Mediterráneo, entre España y Africa, á guisa de inmensos tableros de puente, para pasar de una orilla á otra.

Por su parte, como fácilmente puede suponerse y es casi inútil advertirlo, el Gobierno frances no daba tampoco al olvido las gloriosas tradiciones científicas, que constituyen la riqueza mejor ganada y el título de gloria más envidiable de la nacion vecina. Y, estimulado por el ejemplo de España, el Ministerio de la Guerra de Francia enviaba sus geodestas á la Argelia, para que allí proyectasen y observasen una red de

triángulos, que cubriera con sus mallas el territorio de aquella vasta region, desde la costa y linde septentrional hasta las arenas del Desierto.—Ambas triangulaciones fronterizas, efectuadas con elementos de trabajo de primer orden, y por observadores de los dos países, que unos con otros compiten en ciencia y experiencia, se hallaban ya terminadas, ó muy adelantadas, tiempo há; y, para poderlas utilizar en la resolución del gran problema de la figura y verdaderas dimensiones de la Tierra, sólo faltaba empalmarlas una con otra, forjando el colosal eslabon que habia de reunir las, y de completar la nueva cadena meridiana, desbaratada por las olas y brumas del Mediterráneo. Y esto es lo que se ha intentado hacer en la última campaña, y lo que se ha conseguido, aunque tras larga y angustiosa lucha, con providencial fortuna.

### III.

Que el pensamiento de reunir ó eslabonar las triangulaciones de ambos continentes, europeo y africano, y de facilitar á los sabios geómetras del primero más amplio campo donde desenvolver sus facultades intelectuales, y ejercitar su infatigable actividad, data de muchos años atras, y no ha cesado de agitarse y estudiarse incesantemente, pruébalo el hecho siguiente, que me permito recordar á la Academia, por su significacion honrosa para España.

Por excitacion del ilustre general prusiano Baeyer, creóse hácia el año 1860 una modesta *Asociacion* científica, con el objeto exclusivo, por de pronto al ménos, de fomentar la mensuracion de un arco de meridiano en la Europa Central, desde Cristiania á Palermo. Comisionado yo por nuestro Gobierno, asisti por entónces á una de las sesiones de la naciente *Asociacion*; y, autorizado para ello, ofreci el concurso de nuestra patria, no para la medicion del arco comprendido entre aquellas dos distantes poblaciones, sino para contribuir á la rectificacion y prolongacion del otro arco occidental, más amplio todavía, y de justa celebridad histórica, limitado al N. por las islas Shetland, y al S. por el Desierto de Sahara: á condicion, bien entendido, de que el Gobierno frances

cooperase por su parte en la obra comun, imposible de realizar de lo contrario.

El entusiasmo que mis palabras produjeron en aquella docta Asamblea no es para descrito. Aceptáronse con júbilo las ofertas inesperadas del Gobierno español. Y como el ejemplo por nosotros dado se hiciese contagioso, y, á continuacion de España, se brindasen tambien Rusia, Francia y Portugal á contribuir eficazmente á la medicion y estudio geodésico de la superficie de la Tierra, en la parte que legitimamente y sin violencia pudiera corresponderles, la primitiva Asociacion de geodestas, principalmente suecos, alemanes é italianos, cambió muy pronto de carácter, y áun de título ó nombre, y se convirtió en la actual *Asociacion Geodésica Internacional para la medicion de arcos de meridiano y de paralelo en Europa*. Si de esta Asociacion recibí yo más tarde pruebas de afecto inolvidables, y la honrosa distincion de presidirla, entiéndase bien, como yo siempre lo he creido, que no á la persona en quien recaian eran tributadas en realidad, sino á la nacion á quien primitivamente habia representado, y continuaba representando luégo, sin verdaderos merecimientos científicos para ello.

#### IV.

Las buenas relaciones, entabladas por el que suscribe, como Presidente de la Asociacion Internacional mencionada, con el teniente coronel de Estado Mayor, Sr. Perrier, delegado del gobierno frances en la misma asamblea científica, contribuyeron eficazmente á la realizacion del proyecto de empalme de las triangulaciones española y argelina: ¡proyecto generoso, como adormecido y abandonado por tantos años!—El Sr. Perrier, durante sus campañas geodésicas en la Argelia, habia repetidas veces columbrado las cimas de nuestras cordilleras y serranías; aunque, con perfecta distincion, sólo tenia, ántes del año 1878, completa seguridad de haber enfilado el picacho de MULHACEN: el más erguido y soberbio de toda la Península ibérica. Y si este vértice se descubria desde las humildes derivaciones del Atlas, por imposible juzgué yo que, con paciencia, no se lograse descubrir desde allí el otro vértice es-

ENLACE GEODÉSICO Y ASTRONÓMICO  
DE  
EUROPA Y ÁFRICA.

1879.



Escala 1:400000

Lit. del Instituto Geográfico y Estadístico.



pañol, y pico notabilísimo por su elevacion y figura, situado en la provincia de Almería, á 82 kilómetros de Mulhacen, y denominado la **TETICA DE BACÁRES**. Uniendo estos dos vértices entre sí, y con los de la triangulacion argelina, denominados de **M'SABIHA**, cerca de Oran, y de **FILHAOUSSEN**, inmediato á la frontera marroquí, propuestos por el Sr. Perrier, y, aunque mucho ménos elevados, de situacion excelente, se formaba el cuadrilátero, que la figura adjunta representa, y una con otra quedaban afianzadas ambas triangulaciones: la europea, de los tiempos pasados, con la africana, del porvenir.

Pero ¿no sería insensatez lanzarse á la obra, sin adquirir ántes prueba plena de que no era sueño irrealizable el proyecto en los precedentes compendiosos términos formulado?— Así lo pensamos el Sr. Perrier y yo. Y para saber á qué atenernos, en el verano de 1878 dispusimos un reconocimiento del terreno, sin más aparatos auxiliares que buenos anteojos de campo, los heliotropos ordinarios para la reflexion y emision de la luz solar, y pequeños goniómetros para la medicion aproximada de los ángulos insistentes en los cuatro vértices mencionados, si desde cualquiera de ellos se lograba descubrir ó vislumbrar dos cualesquiera de los otros, ó los tres simultáneamente, por inesperada fortuna.

De este penoso y deslucido trabajo se encargó en España el coronel de Estado Mayor D. Fernando Monet, curtido en tan honrosas lides; y en la Argelia los capitanes franceses, Sres. Derrien y Koszutski: y en dos meses de ruda faena adquirieron, y nos transmitieron, la seguridad de que la operacion proyectada era factible, aunque no, sin imprudencia ó temeridad, con los demasiado pobres elementos de observacion, de que ellos habian dispuesto. Los reflejos heliotrópicos se vieron, sí, recíprocamente, desde España y Africa; pero se vieron como relámpagos fugaces, trémulos é indecisos, que apénas daban tiempo para fijar las direcciones de donde procedian, sin error de apreciacion bastante considerable.—Mucho se habia conseguido con lo hecho; pero faltaba todavía madurar muy despacio y con tino lo que faltaba por hacer.

## V.

Nada definitivo, sin embargo, podía emprenderse mientras los dos Gobiernos de Francia y de España no se pusieran entre sí de acuerdo, y entablasen las relaciones amistosas, de carácter científico y administrativo, que la ejecución de la obra demandaba. Con este objeto me dirigí yo al Sr. Ministro de Fomento; le expuse el estado de la cuestión, y sus antecedentes y consecuencias honrosas para nuestro país; y respetuosamente le supliqué interpusiese su influencia y valimiento para que no se malograra en ciernes la empresa mencionada, y ya con prolijidad en las anteriores líneas definida. Y, á excitación entusiasta suya, el Gobierno de S. M. invitó al de la vecina República, por conducto de nuestro Embajador en París, con fecha 6 de Febrero de 1879, á cooperar en aquella obra: invitación á que el segundo Gobierno contestó, el 17 de Marzo, aceptando como bueno el pensamiento que se le había propuesto, y designando al Sr. Perrier para que se concertase conmigo, decidiésemos juntos el programa detallado de la operación, y preparásemos cuanto nos pareciera necesario, en personal y material, para emprenderla y llevarla á cabo, á la mayor brevedad posible.

Laboriosos por extremo fueron los estudios y planes hechos, y discusiones habidas con el Sr. Perrier por el que suscribe: primero, por escrito, en activa correspondencia científica, sostenida durante los meses de Abril y Mayo; y de palabra, luégo, en París, á donde creí necesario trasladarme, para dar mayor impulso á los trabajos preparatorios, acompañado de los Sres. Merino, Barraquer, Lopez Puigcerver y Estéban: astrónomo aquél, y geodestas los demás, del Instituto Geográfico y Estadístico. Los principales acuerdos adoptados, durante mi breve estancia en París, á mediados del mes de Junio, fueron, en suma, los siguientes:

1.º Las observaciones geodésicas y astronómicas se harían en España por los españoles, y por los franceses en la Argelia, sin cambio recíproco de unos por otros: y esto, no sólo por cuestión de dignidad, y por merecerse todos mútua-

mente ilimitada confianza, sino porque, de lo contrario, no podria terminar la operacion en una sola campaña, ni tal vez nunca.

2.º Por el mismo poderoso y último motivo, los observadores deberían distribuirse desde luego en los cuatro vértices, y trabajar simultánea, y no sucesivamente, desde ellos: disponiendo las cosas de manera que así fuera factible proceder, sin daño ó error en los resultados.

3.º Con las señales heliotrópicas, durante el dia, de muy difícil y muy cuestionable visibilidad, segun el reconocimiento del terreno, en el verano anterior, habia demostrado, se combinarian, por la noche, otras señales luminosas, producidas por lámparas de petróleo y lámparas eléctricas, establecidas en los focos de grandes reflectores, y convenientemente dirigidas de unos vértices á otros.—Para la produccion de la electricidad se convino, despues de largas discusiones y de pensarlo muy despacio, en emplear los generadores electro-magnéticos de Gramme, movidos por pequeñas máquinas de vapor, de tres caballos de fuerza.

4.º Asimismo se decidió que los goniómetros de precision fuesen iguales en los cuatro vértices, y construidos, con la habilidad y conciencia artística que tanto les distingue, por los hermanos Brunner, de Paris. É iguales tambien debian ser los aparatos de produccion y emision de las luces de petróleo y eléctricas; y, en lo posible, hasta los demas aparatos accesorios que, en combinacion con los goniómetros, se empleasen.

Y 5.º Terminadas las operaciones geodésicas, si á tanto llegaba nuestra buena suerte, se intentaría tambien realizar el enlace astronómico de las dos triangulaciones, pospuesto, por de pronto, para no complicar demasiado la primera operacion, y *por no comprometer el éxito de la jornada con la acumulacion excesiva de material y personal en los mismos vértices.* La operacion astronómica, por estas varias consideraciones diferida, debia comprender la determinacion de la diferencia de longitudes geográficas entre M'Sabiba y Tetica; de las latitudes de ambos vértices; y de dos azimutes en las triangulaciones á que corresponden.—En la nota, cuya redaccion le

ha encomendado la Academia, cuidará el Sr. Merino de referirnos lo hecho por él, y por el personal á sus órdenes, en consecuencia del último acuerdo. La Academia nada perderá porque prescinda yo de tratar por completo de este asunto.

## VI.

Adoptadas las disposiciones preparatorias que dejo enumeradas, procedióse sin pérdida de tiempo á la adquisicion del material de campaña, y designacion del personal, que debia encargarse de su manejo y buen empleo.

Para los trabajos geodésicos pusiéronse, por parte de España, á las inmediatas órdenes del Sr. Barraquer, el comandante de E. M. D. Vicente Lopez Puigcerver, el capitán de Ingenieros D. Juan Borrés, y los tenientes de Artillería don Priamo Cebrian y D. Clodoaldo Piñal, agregados todos al Instituto Geográfico y Estadístico. Y, en representacion de Francia, se encargaron de observar en la Argelia, á las órdenes ó bajo la direccion del Sr. Perrier, los capitanes de E. M., señores Bassot, Defforges y Derrien, y el de Ingenieros, señor Sever, geodestas de su ministerio de la Guerra.

Á cada uno de los cuatro vértices que debian relacionarse trigonométricamente se destinaron: una máquina de vapor de tres caballos de fuerza, susceptible de armarse y desmontarse con facilidad relativa, procedente de los talleres de los Sres. Weyler y Richmond, de París; dos máquinas del sistema Gramme, construidas, una, por el Sr. Breguet, y otra por el Sr. Lemonnier, de la misma localidad citada; un gran reflector, de 0<sup>m</sup>,50 de diámetro, ideado por el teniente coronel de Ingenieros, Sr. Mangin, y destinado á reflejar la luz que se produjese en su foco; dos aparatos portátiles del mismo autor, provistos de lentes plano-convexas, de 0<sup>m</sup>,20 de diámetro, para sustituir, en caso de necesidad, al reflector precedente, y emitir por refraccion, hácia los vértices fronterizos, las señales luminosas, producidas en el de su instalacion; dos reguladores Serrin, para la produccion, y entretenimiento constante, en los focos de los reflectores ó refractores mencionados, de la luz eléctrica dimanada de las máquinas Gram-

me; y un gran círculo azimutal reiterador, provisto de cuatro microscopios micrométricos y de un anteojo recto, de considerable fuerza óptica, y provisto de ocular micrométrico también, apropiado á la medicion de los ángulos: obra maestra de los artistas ya citados, hermanos Emilio y Leon Brunner.

Dos meses ántes de salir de París el material referido, con los demas accesorios que es fácil suponer, y que por brevedad no se mencionan, despaché desde Madrid al capitán de Ingenieros D. Juan Borres, con los auxiliares necesarios, para que en Tetica y en Mulhacen proyectase y construyese las barracas y abrigos indispensables para albergar, con seguridad y cierta comodidad, el personal numeroso que en aquellos puntos debia estacionarse, y cobijar los instrumentos y cargas destinados al servicio de las estaciones. Y al mismo inteligente explorador del terreno le confié el difícil encargo de estudiar el modo mejor de subir á lo alto de las Sierras Nevada y de los Filábres, el voluminoso, pesado y delicadísimo material de observacion.

Previos reconocimientos minuciosos, y dando pruebas de gran energía de espíritu y de actividad inquebrantable, el capitán Borres concluyó por trazar y construir caminos practicable de montaña, por los cuales, aunque luchando siempre con tropiezos inesperados y dificultades de gran monta, se consiguió más tarde conducir, y como izar, hasta la cumbre de Tetica, y á la mucho más agreste y levantada de Mulhacen, el bagaje científico enorme, que en ambos vértices era menester tratar de utilizar. Cuántas y de qué especie serian estas dificultades, indicalo sobradamente el hecho de haber sido necesarios diez y ocho días de marcha, para elevarse á lo alto de Mulhacen desde la inmediata ciudad de Granada, utilizando en tan terrible jornada todas las horas de sol, y acampando por la noche entre las breñas, en el sitio donde la oscuridad sorprendia á los conductores de aquel extraño convoy, compuesto de larga fila de carretas, arrastradas por bueyes.

Los rústicos albergues de tosea mampostería, mal trabada con barro, cal y arena, con puertas y ventanas de madera, y techos de pizarra, construidos bajo la direccion del capitán

Borres, en ambos picos, y destinados á servir de precioso refugio á los observadores y auxiliares suyos, reunian todas las condiciones de resistencia y comodidad asequibles en aquellas altitudes, respectivamente de 2.080 y 3.481 metros.—En punto á comodidad, sin embargo, los geodestas franceses llevaban á los españoles gran ventaja: como que los cerros argelinos donde acampaban, de Filhaoussen y de M'Sabiha, se elevan por junto, respectivamente, 1.140 y 585 metros sobre el nivel del mar.

## VII.

Á pesar de los obstáculos que entorpecieron la conduccion del material desde París á Madrid, su distribucion aquí en dos partes iguales, remision á Mulhacen y Tetica, é instalacion en estos vértices, á fines del mes de Agosto todo estaba pronto para comenzar las operaciones, y los observadores en sus puestos: Barraquer, Borres y Cebrian, en el primero; y, en el segundo, Lopez Puigcerver y Piñal. Los aparatos habian llegado sin detrimento; las máquinas de vapor funcionaban sin dificultad; y las de Gramme, despues de sometidas á escrupuloso reconocimiento, y de remediadas en ellas algunos pequeños desperfectos, producian verdaderos torrentes de electricidad y focos de luz intensísima. En los últimos dias de aquel mes, poseidos jefes y auxiliares de actividad febril, y penetrados profundamente del sentimiento de su deber, hicieron lo que, á sangre fria y en circunstancias ordinarias, no es posible hacer, y necesité yo ver, para convencerme de que hubieran podido realizarlo.

Y á verlo fui á Mulhacen, como punto de mayor peligro, por si mi presencia allí hubiera sido en cualquier concepto necesaria, é impulsado ademas por la ambicion científica de escribir, en los cuadernos de campaña tan memorable, algunas observaciones propias, hechas desde la cumbre altísima de la Alpujarra: mas ni mi cooperacion personal y auxilio moral se necesitaban, ni pude satisfacer tampoco el disculpable deseo, que constituia el segundo objeto de mi viaje. Tan pronto como llegué á la cima de la cordillera, el 1.º de Setiembre, desatóse un temporal furioso de aguas, vientos y

nieves; oscurecióse por completo el horizonte; descendió á 10 bajo cero el termómetro centígrado; y todo quedó paralizado. Con algunos ratos de bonanza, tres días permanecimos así, sin poder hacer más que rectificar la situación de los aparatos, poner en movimiento las máquinas, producir la luz eléctrica, y simular y ensayar el trabajo futuro de observación, en la prevision de cuantas contingencias pudieran, por diversidad de motivos, presentarse.

A los tres días de estancia en aquellos lugares, tuve con harto dolor que abandonarlos, para trasladarme á la ciudad de Ginebra, donde muy en breve debía reunirse bajo mi presidencia la Asociación Internacional Geodésica. Pero al ausentarme de la Sierra Nevada y de la vecina cordillera de los Filábres, donde iba á ensayarse la solución del problema que mayor interés excitaba por entónces en el seno de aquella Asociación, en las condiciones más angustiosas y comprometedoras que imaginarse podían, me alentaba un gran consuelo, dimanado de la convicción adquirida sobre el terreno, de que, si la operación era de suyo realizable, la llevaría seguramente á buen término el experimentado é intrépido personal que la tenía á su cargo.

Y así, por fortuna, sucedió. Las observaciones, simultáneamente casi, principiadas en los vértices españoles y africanos el día 9 de Setiembre, podían darse por terminadas el último día del mismo mes. Desde el 17 hallábame yo en París, retenido, mal de mi grado, por las atenciones y cuidados de la Presidencia de la *Comision Internacional de Pesas y Medidas*; y allí recibía los telegramas directos de Mulhaen, de Tetica, de M'Sabiha y de Filhaoussen, que por momentos se me dirigían, y me enteraban de los progresos y de las dificultades de la vasta operación, por franceses y españoles con entusiasmo inusitado acometida. Desde París tuve, al fin, la honra de telegrafiar al Gobierno español la noticia de la terminación de las observaciones geodésicas, que cuidé también de poner en inmediato conocimiento del Gobierno francés: y desde allí trasmití por telégrafo las felicitaciones de los Sres. Presidente de nuestro Consejo de Ministros y Ministro de Fomento, y del Ministro de la Guerra de Francia, á los geo-

destas de ambas naciones, estacionados en los cuatro memorables vértices. Era la única recompensa que esperaban como premio de sus afanes, ó la que más podía lisonjearles, por de pronto: la aprobacion de los sabios y corporaciones científicas debía completarla muy en breve.

### VIII.

Pero ¿se logró dar cima á la obra con facilidad, ó sin experimentar frecuentes sobresaltos, y saborear terribles amarguras, miéntras duraron los trabajos de campo?—No, ciertamente.

Por de pronto los observadores experimentaron, en los cuatro vértices, la extraña decepcion de no columbrar, durante el dia, de un lado á otro del Mediterráneo, las señales que incesante y recíprocamente se trasmitian, y anhelaban enfilar para abreviar el término de su faena: ni una sola vez, ni por azar siquiera, divisaron desde un continente cualquiera los reflejos de la luz solar que con los heliotropos se les mandaban del otro; y si, fiados exclusivamente en el resultado del reconocimiento preliminar, verificado en el verano anterior, hubiéramos decidido que la operacion se intentase por los procedimientos y con los recursos ordinarios, el fracaso hubiera sido completo, el desaliento se habria apoderado de nosotros, y lo que ahora es un hecho consumado, tal vez se habria calificado de generosa aspiracion, irrealizable en absoluto. El buen éxito de la empresa, y lisonjero coronamiento de tantos esfuerzos desplegados, y sacrificios hechos para llevarla á cabo, se deben, en primer término, á la resolucion adoptada en las conferencias preliminares de París, de apechar con todo y arrostrar animosamente las consecuencias risibles de un descabro, transportando y subiendo á la region de las nubes, las máquinas, aparatos y enseres indispensables para la produccion y entretenimiento de la luz eléctrica. Sin los destellos de este nuevo Sol, creado por la ciencia moderna, á oscuras hubiéramos quedado, y estábamos perdidos.

Aún así, los geodestas de Tetica comenzaron su trabajo sin percibir más luces que la de petróleo, procedente de



Mulhacen, y la eléctrica de M'Sabiha: sin que de la, eléctrica tambien, emitida desde Filhaoussen, columbrasen el más leve vestigio, durante 14 dias consecutivos, de cruel y desesperadora ansiedad: desde el 9 de Setiembre, en que principió la faena, hasta la noche del 23, durante la cual pudieron utilizar los mortecinos destellos de aquella luz, por término escaso de cinco cuartos de hora. En diez dias salteados, comprendidos entre la primera fecha citada y el 30 de Setiembre, y distintos para cada vértice, se hicieron en los dos españoles cuantas observaciones se juzgaron necesarias para dar por ultimado el trabajo de campo: resultando otros once dias intermedios, de inaccion forzosa y desaliento consiguiente: los más fatigosos y más dificilmente soportables de todos.

En Tetica no fué el temporal reinante, durante el mes de Setiembre, por demas extremado y riguroso. Pero en la nevada cima de Mulhacen, las penalidades que hubo de aguantar el personal allí acampado, casi no tienen nombre. La presion barométrica fluctuaba alrededor de solos 500 milímetros; y en el ansia de la respiracion y laxitud muscular de los á ellos sometidos, se advertian, á la simple vista, sus perjudiciales efectos. La temperatura oscilaba enormemente; y, tras la postura del sol, comenzaba á descender, y no paraba hasta señalar el termómetro 8, 10 y 12 grados *bajo cero*. Á 69 milímetros llegó el espesor de la lluvia en un solo dia. Y, sobre la nieve congelada en los alrededores del vértice, por cuatro veces volvió á nevar en el transcurso del mes, copiosamente alguna. Cómo los geodestas, auxiliares, maquinistas y escolta de soldados, que componian la expedicion, resistieron sin cesar tan pavorosos rigores de la intemperie, casi no se concibe ahora; y ménos se concibe sabiendo que los jornaleros del país, en número considerable, agregados al servicio de la brigada científica, se desbandaron asustados más de una vez, prefiriendo contemporizar con su miseria, á ganar el sustento en tan dura y desigual contienda, con los furores de aquella estacion excepcional y aquella brava naturaleza. Por si algo faltaba todavía para probar la paciencia y resistencia de nuestros expedicionarios, en la mañana del 19 de Setiembre, cuando, ni con mucho, podia considerarse logrado aún el

premio de nuestros afanes, nublóse el cielo, zumbó la tempestad por cima de Mulhacen, desprendióse el rayo sobre nuestro mismo vértice, y la confusion y desconcierto llegaron, aunque por un momento no más, á su colmo. De lo ocurrido el 19 recibia yo en París el 20 noticia, por telegrama suscrito por el coronel Sr. Barraquer, cuya lectura me dejó aterrado. Decia así aquel tan breve como desconsolador despacho telegráfico: «Ha caido hoy, á las 11  $\frac{1}{2}$  h.<sup>s</sup> de la mañana, un rayo en los aparatos eléctricos, cuyos desperfectos ignoro todavía. Gran nevada. Personal sin novedad; pero es peligroso prolongar la estancia. Preparo la retirada.»—Amplias facultades tenia el Sr. Barraquer para retirarse, en caso tan apurado como el que me describia; y áun el deber de hacerlo, tratándose de poner en salvo las vidas de cuantos estaban á sus órdenes. Mas, por fortuna y honra nuestra, la retirada no se verificó. Y allí permanecieron, hasta los primeros dias de Octubre, cuantos tenian precision de permanecer, no sólo para rematar el trabajo comenzado, sino para recoger el material de campaña, y volverle á Madrid sin considerable deterioro.

## IX.

Terminado el penoso período de observacion en las montañas, la ansiedad de cuantos nos interesábamos por el éxito feliz de la operacion, en las circunstancias expuestas acometida, ni se disipó por completo, ni áun disminuyó, ó se aplacó, en grado perceptible.

¿Cuál sería el resultado final de los trabajos de gabinete, y de combinacion de nuestras observaciones con las hechas por los geodestas franceses? Los errores inevitables de unas y otras, ¿serían sin escrúpulo admisibles, y estarían comprendidos dentro de los límites de magnitud que la ciencia, cada dia más exigente, tolera en la actualidad? ¿No sería causa de confusion y origen de equivocaciones graves la circunstancia desfavorable, consecuencia forzosa de la simultaneidad de trabajo en los cuatro vértices, de haber enfilado siempre las luces fuera de los centros de estacion, y de ser, por lo tanto, indispensable aplicar algunas correcciones á todas las direc-

ciones observadas? Y la precipitacion con que el trabajo se habia efectuado, lo estemporáneo é incómodo de las horas de observacion, la crudeza de los temporales, y áun la falta de salud de los observadores, ¿no habrian trascendido tambien á los resultados, en términos imposibles de prever por de pronto, y de remediar más tarde?

Más de mes y medio tardamos en ver desvanecidas tan insoportables dudas: miéntras el Sr. Perrier reunió y ordenó las observaciones hechas en M'Sabiha y en Filhaoussen, con sus respectivos elementos de reduccion, y las remitió á Madrid, donde los geodestas del Instituto Geográfico y Estadístico, compañeros suyos de campaña, las redujeron y combinaron con las españolas, ya préviamente discutidas tambien y analizadas. El cálculo provisional, cuyos resultados discreparán seguramente muy poco del definitivo, mucho más penoso y prolijo, se terminó, por fin, el 16 de Noviembre; y en aquel mismo dia transmití, por telégrafo, la síntesis y conclusiones del cálculo referido, no sólo al Ministerio de la Guerra de Francia, sino á la Academia de Ciencias de París.

Con alguna mayor extension, y con otros detalles meramente aproximados á la verdad, á continuacion se insertan los resultados á que acabo de aludir, deducidos hasta la fecha de las observaciones geodésicas hechas en España y Africa, y los cuales superan en exactitud, ó grado de precision, á cuanto podia esperarse de tan azarosa campaña, y era lícito imaginar, áun considerado el asunto por su aspecto más favorable.

## DIRECCIONES.

VÉRTICES.	OBSERVADAS Á LAS LUCES.			CORRECCIONES		
Filhaoussen.	M'Sabiha	0 <sup>o</sup>	0'	0'',000	+	4',24
	Tetica	60	51	17,49	—	1,094
	Mulhacen	78	43	43,18	+	0,130
M'Sabiha...	Tetica	0	0	0,000	—	0,787
	Mulhacen	16	19	51,25	+	0,091
	Filhaoussen	95	8	43,77	—	6,58
Mulhacen...	Tetica	0	0	0,000	—	9,334
	Filhaoussen	287	30	31,315	+	8,15
	M'Sabiha	309	59	22,894	+	1,84
Tetica.....	Mulhacen	0	0	0,000	—	10,219
	Filhaoussen	89	39	9,803	—	3,81
	M'Sabiha	113	40	18,966	—	1,91

## TRIÁNGULOS.

VERTICES.	ÁNGULOS.	SUPERFICIES.
Filhaoussen....	17° 52' 26", 914	Hectáreas.
Tetica.....	89 39 16 , 212	Esférica.... 1066180
Mulhacen.....	72 29 11 , 201	Plana..... 1066020
<i>Suma...</i>	180 0 54 , 327	
<i>Exceso...</i>	54 , 162	
<i>Error...</i>	+ 0 , 165	Diferencia.. 160
M' Sabiha.....	78 48 45 , 849	
Mulhacen.....	22 28 45 , 269	Esférica.... 1392336
Filhaoussen....	78 43 39 , 070	Plana..... 1392112
<i>Suma...</i>	180 0 70 , 188	
<i>Exceso...</i>	70 , 730	
<i>Error...</i>	- 0 , 542	Diferencia.. 224
M' Sabiha.....	16 19 52 , 128	
Tetica.....	113 40 27 , 275	Esférica.... 856236
Mulhacen.....	50 0 25 , 932	Plana..... 856121
<i>Suma...</i>	180 0 45 , 335	
<i>Exceso...</i>	43 , 498	
<i>Error...</i>	+ 1 , 837	Diferencia.. 115
Filhaoussen....	60 51 12 , 156	
M' Sabiha.....	95 8 37 , 977	Esférica.... 1182393
Tetica.....	24 1 11 , 063	Plana..... 1182237
<i>Suma...</i>	180 0 61 , 196	
<i>Exceso...</i>	60 , 068	
<i>Error...</i>	+ 1 , 128	Diferencia.. 156

## LONGITUD DE LOS LADOS.

Mulhacen—Tetica.....	82827 <sup>m</sup> ,6
Mulhacen—M' Sabiha.....	269847 ,8
Mulhacen—Filhaoussen... ..	269927 ,2
Tetica—M' Sabiha.....	225713 ,6
Tetica—Filhaoussen.....	257413 ,0
Filhaoussen—M' Sabiha... ..	105178 ,4

## COORDENADAS GEOGRÁFICAS.

VÉRTICES.	LATITUD.	LONGITUD E.	ALTITUD.
Mulhacen.....	37° 3' 12"	0° 22' 34"	3481 <sup>m</sup>
Tetica.....	37 15 9	1 16 29	2080
M' Sabiha.....	35 39 39	2 51 20	585
Filhaoussen.....	34 59 58	1 59 56	1140

Cuanto, concerniente á las operaciones geodésicas, teníamos que referir, queda expuesto en las breves páginas precedentes. Como ya más atrás he dicho, la Academia nada perderá con que yo prescinda de tratar de las astronómicas, curiosísimas, y no ménos importantes ni difíciles que las geodésicas, encomendadas al Sr. Merino, y de las cuales este señor, cediendo bondadoso á mis instancias reiteradas, se ha decidido á darnos cuenta.

Madrid 1.º de Febrero de 1880.

CÁRLOS IBÁÑEZ.

## Segunda operacion.—Enlace astronómico.

---

### I.

Comprometido yo por las bondadosas palabras del señor general Ibáñez á dar cuenta sucinta á la Academia de las operaciones astronómicas, verificadas en el vértice geodésico de la *Tetica de Bacáres*, como complemento de la colosal triangulación, llevada á término feliz entre España y Africa durante el último verano, debo comenzar por manifestar á esta docta Corporacion que, en mi pobre concepto y leal entender, á quien correspondia el desempeño de obligacion tan honrosa es al iniciador de la empresa, alma y vida de todos los trabajos emprendidos y efectuados en la postrer campaña, y responsable principal, exclusivo casi, ante la nacion española y el mundo científico, del éxito problemático de tan costosa y arriesgada aventura: al expresado Sr. D. Carlos Ibáñez, Director del Instituto Geográfico y Estadístico, nuestro dignísimo y por tantos títulos respetable compañero. Porque suponer, como él ha supuesto, que á mí me corresponde la honra de la jornada, cuando él la preparó, y asumió generosamente la responsabilidad gravísima de un descalabro, mientras yo, sin fé ni esperanza en el triunfo, me constituí en mero ejecutor de sus planes y proyectos, paréceme lo mismo que atribuir en un combate militar el mérito de la victoria á los soldados, prescindiendo del jefe que los manda y guia, é infunde el aliento necesario para la lucha: dar al brazo que ejecuta mayor importancia que á la mente pensadora, que le dirige y sostiene en la faena que le está encomendada.

Con esta salvedad, que el corazon me dicta, y que en varios conceptos ampliaria gustosísimo, ningun reparo tengo en

aceptar el compromiso que se me ha impuesto, y en tratar de cumplirle del modo mejor y más breve que me ocurra. Suplico, sin embargo, á la Academia que me dispense si no acierto á enterarla de lo ocurrido durante la segunda parte de la vasta operacion geodésico-astronómica de que tratamos, con el laconismo y precision con que el Sr. Ibáñez lo ha hecho de la primera. Ni yo poseo su habilidad y práctica en la consideracion de esta clase de asuntos; ni el tema sobre el cual debo entretener, ó aburrir, á la Academia es, en principio, tan sencillo; ni mi situacion como observador, y compañero de mis compañeros de trabajo y de miserias en el campo, me ha de permitir olvidarme, sin notoria ingratitud, de ciertos detalles y menudencias, que al narrador, en algun modo extraño, desapasionado y frio, con justicia deben parecerle insignificantes y despreciables. Previas estas leales aclaraciones, entro en materia.

## II.

Hasta la noche del 14 de Abril de 1879 no tuve yo noticia alguna de los vagos conciertos que ya por entónces mediaban entre el Director de nuestro Instituto Geográfico y el Jefe de los trabajos geodésicos de la nacion vecina, teniente coronel de E. M., Sr. Perrier, para completar los de triangulacion mediterránea con una múltiple operacion astronómica, encaminada á determinar: la *diferencia de longitudes geográficas* de dos vértices, español uno, y otro argelino; las *latitudes* del mismo nombre de ambos vértices; y los *azimutes* de dos direcciones cualesquiera, á ellos afluentes. Lo supe al salir de una de nuestras sesiones; y me fué comunicado verbalmente, con habilidosa naturalidad, por el Sr. Ibáñez, como quien no dice nada: reduciendo las dificultades de la operacion cuanto le fué posible, y haciéndome creer que sólo se trataba de un ensayo: de *intentar*, como el mismo señor ha consignado lealmente en la nota que á estas líneas precede, y con el muy atendible propósito de utilizar los elementos de trabajo que la operacion propiamente geodésica exigia se acumulasen en aquellos vértices, una nueva empresa, inasequible casi por muchos motivos, y cuyo mal éxito, en consecuencia, á nadie



ni á nada comprometía.—Planteado así el problema, ¿cómo podía yo decorosamente rehusar mi cooperacion para tratar de resolverle?—Si entónces pequé de incauto y presuntuoso, consuélome pensando que cualquiera en mi caso, y con tentador por el estilo, hubiera pecado de lo mismo. La penitencia ha sido larga y penosa; y así de todos mis pecados estuviera y me considerase igualmente redimido.

### III.

Aceptado el compromiso de dirigir y de verificar personalmente, en lo posible, los trabajos astronómicos que en España debian efectuarse, de concierto con los proyectados en la Argelia, fuéme preciso trasladarme á París, en compañía del geodesta del Instituto Geográfico, D. Antonio Estéban Gómez, mi constante colaborador desde entónces, con el triple objeto, 1.º: de examinar los instrumentos y máquinas que en la operacion debian emplearse; 2.º: de formular definitivamente con el Sr. Perrier el orden y plan de nuestros trabajos; y 3.º, y principal: de determinar, por resultado de múltiples observaciones, la diferencia de nuestras *ecuaciones personales*, en la apreciacion de los pasos de estrellas por el meridiano, y percepcion de las ocultaciones sistemáticas de una luz lejana, y á duras penas visible en los confines del horizonte.

Lo primero nos fué fácil conseguirlo, visitando los talleres de los Sres. Brunner y Breguet, donde desde el primer momento se nos recibió con afabilidad inolvidable.

Lo segundo tampoco ofreció obstáculo alguno, merced al bondadoso carácter y entusiasmo científico del Sr. Perrier.

Pero lo tercero, extraño á la voluntad de los hombres, y dependiente de la bonanza de la atmósfera y serenidad del cielo, desesperamos muchas veces de conseguirlo. Para poder observar el Sr. Perrier y yo los pasos meridianos de un par de cientos de estrellas, y de dos á tres mil ocultaciones luminosas, unas y otras distribuidas en series distintas, correspondientes á media docena de noches, tuvimos que emplear los dos meses de Junio y Julio, luchando de continuo con graves inconvenientes, y apurando una buena dosis de paciencia.—

Y, si esto nos sucedía en el verano, ¿qué podíamos prometer-nos, aún contando con la diferencia de climas, avanzado ya el otoño, cuando del simulacro dentro de casa, nos trasladásemos á despoblado, y ascendiésemos á la region de las nubes, y emprendiésemos seriamente allí la obra proyectada?—Tris-temente preocupados con esta duda, y procurando animarnos mutuamente, nos separamos en París al comenzar el mes de Agosto, dirigiéndose hácia la Argelia el Sr. Perrier, y regre-sando á España el Sr. Estéban y yo, intranquilos además por otro motivo. Al ir á París creíamos, segun ántes indiqué, que nuestra comision apénas tenia importancia ni trascendencia: allí se nos abrieron los ojos; y cuando volvimos á Madrid, para preparar apresuradamente nuestra expedicion á la provincia de Almería, la responsabilidad científica que habíamos con-traido, contando con nuestra buena voluntad, pero sin atender á lo menguado de nuestras fuerzas, nos oprimia dolorosamen-te. El mal no tenia remedio, y decidimos sobrellevarle con paciencia, renunciando á desandar el camino ya recorrido.

#### IV.

Lo acabado de exponer acerca de las dificultades que se opusieron á la pronta determinacion de la doble ecuacion per-sonal del Sr. Perrier y mia, y al empeño tenaz que en definir-la pusimos, indica con suficiente claridad cuál fué el método entre ambos convenido para llegar al conocimiento de la dife-rencia de longitudes geográficas de los dos vértices, argelino y español, de M'Sabiha y de Tetica: el comun y corriente, en realidad, con las modificaciones en los detalles, aconsejadas, y aún exigidas, por lo excepcional del caso. Debía, pues, constar nuestro trabajo de dos partes muy distintas: una, la más sencilla en teoría y más dificultosa, á mi entender, en la práctica, reducida á la determinacion de la *hora local* en cada vértice; y otra, á la comparacion, por medio de señales lumi-nosas, sucesivas y recíprocas, de las horas en ambos vértices, correspondientes á los mismos momentos ó instantes físicos.

Para determinar la hora local, el procedimiento preferido fué el de observacion de numerosos pasos meridianos de estre-

llas, con un antejo de excelente construcción, é instalado sobre el terreno y orientado de la mejor manera posible; provisto de retículo de múltiples hilos paralelos fijos, y de un hilo móvil micrométrico, para facilitar y abreviar la observación de las estrellas circumpolares; y relacionado con un péndulo sidéreo, y un cronógrafo portátil, dependiente á su vez éste del péndulo y de la voluntad y mano del observador, donde todas las observaciones que se hicieran debian quedar consignadas.

Y para la comparación de las horas locales, convínose en la producción sucesiva, ordenada y rítmica, en cada vértice, de varias series de señales luminosas instantáneas, que automáticamente debian quedar anotadas en el cronógrafo del vértice de donde procediesen, y observarse desde el otro, con auxilio de un potente antejo ó telescopio, y consignarse en el cronógrafo respectivo, exactamente como los pasos consecutivos de las estrellas por los diversos hilos del retículo mencionado, durante la primera parte de la operación.

Acordes en esto, y no siendo posible que los observadores cambiasen de lugar ó puesto para reiterar la operación, y eliminar con el cambio la influencia en los resultados de sus modos peculiares de ver y apreciar los fenómenos referidos, menester era que, ántes de emprender las operaciones sobre el terreno, procurasen determinar sus diferencias de percepción y apreciación, ó sus *ecuaciones personales*, para poderlas aplicar, con el signo ó en sentido conveniente, á los resultados que más adelante obtuvieren, en el falso supuesto de ser nulas semejantes diferencias. Y como los fenómenos á que se refieren son dos, y no absolutamente del mismo género ambos, dos eran las *ecuaciones* que debian investigarse: ecuación de *pasos*, trascendente á la determinación de las horas locales; y ecuación de *eclipses* (ocultaciones ó reapariciones de una luz lejana), á la comparación de estas horas, para concluir la diferencia de longitudes.

La primera ecuación se determinó en el Observatorio Geodésico, establecido en el parque de Montsouris, observando con uno de los antejos de Brunner, que debian emplearse en campaña, provisto de un retículo de 14 hilos, 227 estrellas,

en las noches del 19, 27, 28 y 29 de Julio y 1 y 2 de Agosto: mitad de los pasos de cada estrella por el Sr. Perrier, y otra mitad por el que suscribe.

Y la segunda observando análogamente desde la azotea superior del Observatorio Astronómico de París, en las noches del 14, 16, 17, 18, 24, 25 y 26 del primer mes, multitud de series de eclipses de una luz de petróleo, producidos en la torre de Monthéry, á unos 24 kilómetros de distancia, en condiciones asimilables á las en que, no sin razon, contábamos hallarnos sobre el terreno, en España y Africa, con el Mediterráneo por medio, y una atmósfera cargada de bruma, á duras penas penetrable, para dificultar por extremo la operación.—Los eclipses, automáticamente producidos, de dos en dos segundos, desde Monthéry, eran á la vez observados por el Sr. Perrier y por mí, con dos anteojos iguales en la apariencia; y registrados los momentos de su produccion y observacion en un cronógrafo, provisto de tres plumas: una, dependiente de un péndulo sidéreo, que trazaba la *escala de segundos*; y otras dos, sometidas á la voluntad de cada observador, y destinadas al registro y cotejo de las apreciaciones individuales. Cambiando, tras cada serie, de lugar ó puesto en la azotea, los observadores cambiaban de antejo y de pluma, y las condiciones de la observacion se identificaban por completo. El error procedente de la *paralaje* de ambas plumas quedaba así, en particular, muy sencilla y satisfactoriamente eliminado.—En una simple nota como la presente, no parece oportuno ni propio insertar los resultados parciales numerosísimos de este ingrato y fatigoso trabajo previo. Baste saber que la primera *ecuacion*, poco antes definida, ó la diferencia ( $P - M$ ), entre las apreciaciones de Perrier y Merino, asciende, aproximadamente, á cosa de  $+ 0^s,12$ ; y á  $+ 0^s,13$  la segunda.

## V.

Los varios instrumentos empleados en la investigacion preliminar de que acabo de dar cuenta á la Academia, ó los análogos, arreglados al mismo patron y medida, posteriormente empleados en los trabajos de campo, tanto en España

como en la Argelia, merecen que de ellos se haga, ya que no descripción minuciosa, ininteligible, después de todo, sin el auxilio de su representación gráfica muy esmerada, algo más que una simple mención, como la hecha en las líneas precedentes.

## VI.

El anteojo de pasos, construido por los célebres artistas Emilio y Leon Brunner, es un anteojo recto, de 60 mm. de abertura, y unos 800 de distancia focal, móvil alrededor de un eje que le es perpendicular por su centro casi, y que termina por dos muñones de acero, trabajados y torneados con habilidad admirable. Por estos muñones descansa el anteojo sobre dos cajas ó muñoneras, que forman parte de una robustísima base metálica de sustentación, provista inferiormente de doble juego de tornillos, por medio de los cuales puede nivelarse el eje de rotación, y comunicarse al aparato un pequeño movimiento azimutal, para facilitar la instalación del eje óptico en el plano meridiano, ó en cualquier otro vertical donde se pretenda ó convenga situarle.—Para determinar el error de *colimación* de este segundo eje, el anteojo puede invertirse sobre las muñoneras en brevísimo tiempo, con auxilio de un aparato independiente, pero que, con facilidad y prontitud, se relaciona, cuando la necesidad ó la conveniencia lo piden, con el mismo anteojo, sin trastornar su nivelación, ni alterar el azimut, procediendo en la faena, inútil es advertirlo, con previsora cautela.

El retículo, como ya se ha dicho, consta de 14 hilos, simétricamente distribuidos en cuatro grupos laterales, de tres hilos cada uno, y otro central de solos dos: hallándose completado este importante sistema de líneas de referencia por otro hilo móvil, paralelo á los fijos, relacionado con un tornillo micrométrico, y cuya situación arbitraria en el campo visual se determina, en vueltas y centésimas partes de vuelta del mismo tornillo, con suma prontitud y completa seguridad de acierto.

Al anteojo acompañan por separado, entre otros accesorios, un baño ú horizonte artificial de mercurio, y un ocular espe-

cial para las observaciones nadirales por reflexion, utilizables ambos ventajosamente y sin dificultad, ya cuando se trata de la determinacion de la línea vertical, ya de averiguar la diferencia algebraica entre la colimacion del eje óptico y la inclinacion del eje de rotacion: diferencia que, determinada dos veces, en posiciones inversas del antejo, y llevando en cuenta la de espesor ó diámetro de los muñones (inapreciable en el instrumento por nosotros empleado), permite calcular los valores absolutos de minuendo y sustraendo, ó de las dos cantidades comparadas: de signo variable la primera, con la posicion del antejo; y constante en ambas posiciones la segunda.

Perpendiculares al eje de rotacion, y centrados con él, posee el antejo dos círculos: graduado con grandísimo esmero, uno; y simplemente destinado à servir de contrapeso à éste, el otro.—Cuando el antejo se emplea exclusivamente en la determinacion de la hora local, ó de las *ascensiones rectas* de las estrellas que con él se observan, contra el círculo graduado aséstase un solo microscopio, provisto de un hilo fijo, ó línea de referencia, necesaria y suficiente para facilitar la enfiliacion del instrumento hácia la region del cielo donde se encuentra el astro que debe observarse. Pero cuando se trata de la determinacion de la latitud, ó de las *declinaciones* de las estrellas, lo que ántes era simple antejo de pasos, se convierte en verdadero *círculo meridiano*, con el aditamento de cuatro microscopios micrométricos delicadísimos, soportados por una robusta pieza de metal, contrapesada por otra equivalente en el extremo opuesto del eje de rotacion.—La transformacion, sin embargo, no es demasiado fácil de hacer con toda limpieza, ó sin riesgo de tropezar en el instrumento y de alterar su equilibrio, ó la orientacion y nivelacion del antejo; y, miéntras deba principalmente utilizarse como instrumento de pasos, consideramos temerario é inconveniente tratar de realizarla, especialmente de noche. Lo cual constituye una deplorable contrariedad: pues en noches apacibles y de cielo sereno, pero de horizonte encapotado por nieblas y vapores, como en Tetica tuvimos algunas, durante las cuales no podia trabajarse en la determinacion de la diferencia de longitudes, tampoco era posible, sin emprender ántes la arriesgada maniobra que

hemos apuntado, hacer cosa de provecho para determinar la latitud. El instrumento que, montado por completo, presenta bellísima apariencia y caracteres de unidad, es realmente un aparato doble, que en la misma noche, sólo en uno ú otro de los dos conceptos mencionados, puede ventajosamente utilizarse.—Si esto es un defecto, parécenos que lo es de esencia, y como inherente á todos los instrumentos análogos al que en estas mal concertadas líneas nos referimos.

La iluminacion, en fin, del campo visual del antejo y del círculo graduado se efectúa por medio de una sola lámpara con reflector, situada al E. ó al O. del meridiano, y á distancia del antejo, variable de 1 á 2 metros. El sistema es por todo extremo cómodo para el observador, y sólo presenta un inconveniente problemático: el de caldear, aunque poco, desigualmente la barraca de observacion, y una mitad del instrumento algo más que la otra. Le califico, sin embargo, de problemático, porque no he tenido el disgusto de cerciorarme en la práctica de la realidad de sus malos efectos. Y aunque el inconveniente sea, en principio, incuestionable, y difícil por añadidura de remediar, dudo que ningun otro sistema de iluminacion, de seguro más imperfecto, se halle exento por completo de inconvenientes y reparos por el estilo.

## VII.

*El cronógrafo*, empleado en el registro de las observaciones, es un aparato muy conocido y sencillo, que fuera ocioso en la ocasion presente entretenerse en describir.—¿Quién no conoce el receptor telegráfico de Morse, en uso, casi universal, desde que la telegrafía eléctrica comenzó á utilizarse, há ya más de 40 años, como elemento maravilloso de comunicacion y de fraternidad entre los pueblos más distantes?—Pues un aparato de Morse, provisto de dos plumas, cuyos picos ó puntas corresponden á la misma *ordenada*, ó perpendicular á la direccion de la cinta de papel, receptora de sus marcas, y construido naturalmente con especial esmero, es el cronógrafo usado en nuestra campaña astronómica, procedente de los talleres del Sr. Breguet.

El detalle más importante de su construcción, único tal vez que merece mencionarse, se refiere á la obtencion del movimiento uniforme con que la cinta de papel debe desenvolverse; y este resultado se consigue, simplicísima y satisfactoriamente en la práctica, empleando como regulador, propuesto por el Sr. Hipp, de Neuchatel, una laminita vibrante, fija por un extremo, y que por el otro, conforme vibra apresurada y cadenciosamente, aprisiona y suelta la rueda de escape, y por ende todo el mecanismo de relojería. Modificando un poco la presión de la lámina contra la rueda, consíguese además que el movimiento, sin dejar de ser sensiblemente uniforme, se acelere ó retarde entre límites convenientes.—En la serie de nuestras observaciones, las cosas se dispusieron de manera que la cinta avanzaba á razón, muy aproximadamente, de 12 mm. por segundo.

Con el cronógrafo propiamente dicho se combinan otros órganos, aunque accesorios, muy importantes (*relais*, reostato, brújula y conmutador), que en junto componen la *plancheta cronográfica*, indispensable cuando se trata de la determinación electro-telegráfica de la diferencia de longitudes, y muy especialmente en una estación intermedia entre dos extremas: aunque no tanto en el caso concreto á que nosotros debemos referirnos. Prescindimos, pues, de su descripción: como, por no pecar de difusos, prescindimos también de tratar de los artificios y mecanismos muy ingeniosos, ideados para traducir y expresar en números, por procedimiento rápido y seguro, las marcas estampadas en la cinta del cronógrafo, refiriéndolas á la escala de segundos de tiempo, trazada por la pluma relacionada con el péndulo sidéreo.

### VIII.

La luz eléctrica, que cadenciosa y alternadamente debía eclipsarse ú ocultarse por medio de una pantalla en cada vértice, de manera que el momento de la ocultación quedase automáticamente registrado en el cronógrafo respectivo, ardía dentro de un aparato muy sencillo, compuesto de dos partes. de una combinación de pequeñas lentes, que en primer tér-



mino la recibian, redondeaban y condensaban en su foco; y de otra lente, como de 20 centímetros de diámetro, cuyo foco principal coincidía con el punto de condensacion máxima de la luz, y que la recibia desde allí y la despedia en lontananza, bajo la forma de un haz cilindrico del mismo diámetro.— Paralelo al eje comun del doble sistema de lentes mencionadas, existia en el aparato (especie de colimador de grandes dimensiones) un antejo de exploracion, con cuyo auxilio podia dirigirse la luz en la direccion deseada, previos los tanteos y rectificaciones que es fácil suponer. Y aún cuando, despues de bien orientado el aparato, con el mismo antejo se hubiera podido observar la luz procedente del otro vértice, como su potencia óptica no era considerable, convinimos el Sr. Perrier y yo en completar el aparato de emision y recepcion de la luz eléctrica con otro antejo, independiente, de 10 á 12 centímetros de abertura, destinado á la percepcion de las señales en casos de apuro. Así lo hicimos á última hora; y, sin este recurso, tal vez una sola noche, la del 30 de Octubre, de excepcionales limpieza y transparencia, hubiéramos conseguido vernos y entendernos. Contando con él, trabajosamente logramos en las demas columbrar desde Tetica la luz de M'Sabiha, amortiguada por la bruma, y vacilante y trémula, y como próxima á extinguirse por completo.

La pantallita, interruptora de la luz, media escaso un centímetro de diámetro, y se movia en el foco comun de las lentes mencionadas: allí donde la luz eléctrica, condensada por el primer sistema, resplandecia con intensidad irresistible. Y segun su posicion, variable como ahora se dirá, así la luz pasaba sin obstáculo á la lente anterior, y se difundia en lontananza, ó quedaba totalmente interrumpida y aprisionada dentro del aparato.

Para conseguir este doble resultado, formaba parte la pantalla de la armadura móvil de un electro-iman, adosado á la caja donde ardía la luz, y activo ó inerte segun que por las espiras de su hilo envolvente circulaba ó no una corriente eléctrica, de suficiente, aunque no excesiva, intensidad. Y el que la corriente, sucesiva y ordenadamente, circulase ó se interrumpiese, dependia de un sencillo mecanismo de relo-

jería, interpuesto en el circuito formado por el electro-iman y una pila voltáica. Cuando el electro-iman no funcionaba, la pantalla permanecía caída, y dejaba libre paso á la luz emitida hácia las playas argelinas. Pero, en el momento en que la corriente emitida por el reloj le comunicaba como un soplo de vida y de actividad, la pantalla cambiaba de posicion, y la emision del haz luminoso quedaba interrumpida. Y al interrumpirse, por resultado de la atraccion ejercida por el electro-iman sobre su armadura, ésta completaba un nuevo circuito, alimentado por otra pila, y del cual formaba parte uno de los electro-imanés del cronógrafo; la pluma que le correspondia se apoyaba entónces sobre el papel; y el momento de la ocultacion, ó eclipse de la luz, quedaba registrado sin la intervencion inmediata del observador.

Tan ingeniosa y delicada combinacion, aceptable sin reparo en un ensayo de gabinete, ¿daria el resultado que se anhelaba en la cumbre de los Filábres, y operando poco menos que á la intemperie?—Confieso ingénuamente que necesité verlo para convencerme de que podia darle. Lo contrario sí que no me hubiera sorprendido. Como no me sorprenderia que no le diese si por segunda vez se intentase análoga prueba, áun en condiciones de experimentacion mucho más favorables que en el primer desesperado caso.

## IX.

Aunque préviamente se convino en que los instrumentos de observacion, tanto en España como en Africa, debian coincidir en calidad, figura y dimensiones, la convencion no se extendió, ni podia razonablemente extenderse, á los *péndulos sidéreos*, necesarios para la determinacion de la hora local del mismo nombre en ambas estaciones astronómicas.—¿Ni qué se hubiera adelantado con poner á prueba la habilidad de un artista, empeñándole en la preparacion de dos aparatos de esta especie, idénticos hasta en sus más mínimos detalles?—Nada en realidad: primero, por la inmensa dificultad de construirlos con arreglo á tan exigente programa; y segundo, en razon de la considerable é inevitable diferencia de las condiciones de su instalacion y entretenimiento en uno y otro vértice.

En libertad, pues, de elegir cada cual el péndulo que considerase mejor adaptado á sus necesidades, y á las dificultades de su transporte é instalacion, el Sr. Ibáñez, que le habia visto funcionar, con aplauso de las personas inteligentes, en la última *Exposicion Universal* de París, adquirió y nos facilitó un péndulo sidéreo, eléctrico y de compensacion de mercurio, fabricado por el célebre artista de Neuchatel, Sr. Hipp, poco ántes ya nombrado, al tratar del artificio regulador del cronógrafo.

Consta este nuevo aparato, de importancia grandísima en la operacion que con él intentábamos emprender, de dos distintas partes: del péndulo propiamente dicho; y del cuadrante *simpático*, reproductor de sus oscilaciones, é indicador, en consecuencia, de las horas.

El péndulo, compuesto de un bastidor formado por dos varillas de acero, una con otra empalmadas por dos travesaños; delicadamente suspenso de un resorte; é inferiormente cargado con el cilindro de mercurio compensador, oscila por de pronto, como cualquier otro péndulo, inicialmente desviado de la vertical, por efecto exclusivo de lo que llamamos, bien ó mal llamado, fuerza de gravedad. Pero, no contribuyendo á entretener su movimiento, ni la tendencia á caer de ningun otro cuerpo extraño, ni la tirantez ó elasticidad de algun resorte con él relacionado, sus oscilaciones disminuyen poco á poco de amplitud, y propende á pararse, por fin, en la posicion vertical primitiva. Antes, sin embargo, de que esto suceda, el mismo péndulo, por su contacto con un delicadísimo sistema de palancas, cierra el circuito voltáico de un electro-iman, y recibe de este órgano la impulsión necesaria para continuar oscilando libremente: hasta que la resistencia del aire, el suave roce contra el sistema de paletas mencionado, y los contactos reiterados con otro sistema análogo de trasmision del movimiento al cuadrante indicador, amortiguan otra vez la amplitud de las oscilaciones; y otra vez vuelve entónces á reanimarse momentáneamente el electro-iman, y á comunicar al péndulo la energía mecánica perdida.

El procedimiento apuntado es tan ingenioso que, áun cuando la intensidad de la corriente voltáica aumente ó dis-

minuya, entre límites bastante lejanos uno de otro, el movimiento del péndulo se prolonga, por la oportuna intervencion del electro-iman, con regularidad pasmosa y por tiempo como indefinido. Si la corriente es intensa, fuerte será tambien, pero tardía, la impulsión que del electro-iman reciba el péndulo; y, si débil, débil asimismo, pero frecuente en cambio, la impulsión. Ni muy fuerte, ni perceptible apénas, se concibe fácilmente que la pulsación eléctrica debe ser; sino moderada y constante. Y las cosas están en el péndulo por nosotros empleado, dispuestas de manera que con tres elementos de pila Meidinger, de unos 15 á 20 centímetros de altura, la intervencion del electro-iman se verifica acompasadamente, durante semanas y aún meses consecutivos, de minuto en minuto de tiempo casi.

Muy cerca del punto de suspension del péndulo se encuentra afianzado el órgano de trasmision, eléctrica tambien, de sus oscilaciones al cuadrante simpático: órgano sencillísimo, y no ménos ingeniosa y sutilmente dispuesto y combinado que el de relacion del péndulo con el electro-iman, vigilante y regulador de su propio movimiento. En cada oscilacion emite el péndulo al cuadrante una corriente eléctrica, que cambia de sentido en la oscilacion siguiente; y esto último, muy importante en la práctica, con sencillez y facilidad que embelesan á quien lo contempla. Y dentro del cuadrante recibe ambas corrientes, sucesivamente alternadas, un electro-iman, cuya *armadura* ó paleta, imanada de un modo permanente, y, por lo mismo, sucesivamente tambien atraida y rechazada de un lado para otro, reproduce las oscilaciones del péndulo, y pone en movimiento ordenado el mecanismo de relojería, del cual hasta cierto punto forma parte.

De estas, por necesidad, someras indicaciones resulta, pues: 1.º, que el péndulo, mecánicamente considerado, es independiente del cuadrante indicador del tiempo, cuyos defectos de construccion y dificultades eventuales de movimiento no pueden de ningun modo reaccionar sobre el movimiento propio del péndulo; 2.º, que entre ambos organismos, componentes del aparato total, puede mediar una distancia arbitraria, salvada con los necesarios conductores ó alambres electro-

telegráficos; y 3.º, que multiplicando la longitud ó el número de estos conductores, y la fuerza ó los elementos de la pila, no á uno solo, sino á número indefinido de cuadrantes, es factible transmitir la impulsión eléctrica del péndulo.—Con una pila de 12 elementos Meidinger, verificábamos nosotros esta transmisión al cuadrante único que necesitábamos para las observaciones astronómicas, y simultáneamente á uno de los electro-imanés del cronógrafo, encargado de trazar la escala de segundos. Y, por excepcion, al otro electro-iman también, destinado al registro de las observaciones, cuando de rectificar la posición de ambas plumas y de la determinación de sus paralajes se trataba.

¿Correspondió el resultado obtenido con este ingeniosísimo péndulo á lo que de él esperaba el Sr. Ibáñez, y desesperábamos nosotros que correspondiese?—El tiempo lo dirá. Pero diga lo que quiera, ó cualesquiera que sean las conclusiones finales del cálculo de las observaciones, con auxilio suyo efectuadas, sin titubear confesamos, por lo mismo que á su adopción é instalación en el desamparado vértice de Tetica nos opusimos tenazmente hasta el último momento, que con cualquier otro péndulo, ni los resultados allí obtenidos hubieran sido mejores, ni se hubieran obtenido tampoco con mayor facilidad. Los defectos de que adolezcan deberán imputarse á nuestra impericia, ó á nuestra desgracia, en el manejo y utilización de éste y de los demás aparatos y elementos de trabajo con él combinados.

## X.

En recibir estos tan numerosos y extraños aparatos, desempaquetarlos para ver el estado en que llegaban á nuestro poder, examinar sus variados y complicados mecanismos, verificar con ellos algun que otro ensayo previo indispensable, aunque por la premura del tiempo necesariamente incompleto, y volverlos á empaquetar cuidadosamente para remitirlos á la provincia de Almería, se nos pasaron la segunda quincena del mes de Agosto y los primeros días de Setiembre. La noticia de que las luces eléctricas de M'Sabiha y de Tetica se percibían recíprocamente desde los vértices opuestos, la

recibimos el día 12 del segundo mes; y, contando con que la operacion geodésica, vencidas ya las enormes dificultades de ascension é instalacion de los aparatos y de percepcion de las señales luminosas, podria terminarse ántes del 30, aceleramos el arreglo de nuestro demasiado voluminoso y complicado equipaje científico, y le despachamos el 14 hácia Tetica, por ferro-carril hasta la estacion de Alcantarilla, inmediata á Murcia, y desde allí por carretera, sendas, barrancos, arroyadas y precipicios, al término del viaje.

## XI.

De la conduccion y cuidado de tan precioso convoy se encargaron en Madrid los jóvenes Auxiliares del Instituto Geográfico y Estadístico, D. Luis Estéban Cuadrado y D. José Vázquez García: á los cuales, vencidas ya muy considerables y temerosas dificultades de transporte, debió agregárseles en Tijola su jefe inmediato, el veterano D. José Gutierrez Nieto, á quien, como por derecho, estaban reservadas las mayores: las de ascension al picacho de Tetica, yo no sé por dónde, ni de qué manera, ni creo que sepan explicarlo tampoco los mismos que ejecutaron, sin tropiezo grave ni avería de trascendencia, y hasta sin poner mientes en ello, ni darlo importancia maldita, semejante descomunal hazaña.

## XII.

Para Tetica salimos de Madrid por distinto camino, ó dando la vuelta por Granada, D. Antonio Estéban y yo, en la noche del 19 de Setiembre. Pero, detenidos en Granada por la dificultad inesperada é imprevista de continuar marchando hácia Baza y Tijola, la inaccion á que nos vimos reducidos, la impaciencia que de nosotros se apoderó, y el desasosiego en que vivíamos de mucho tiempo atras, quebrantaron mi salud, y quedé imposibilitado de proseguir el viaje. Por disposicion mia, y con grandisima repugnancia suya, adelantóseme el día 24 mi buen compañero el Sr. Estéban, cediendo á las imperiosas exigencias del deber, que sobre ambos, casi por iguales partes, pesaba. Y en la madrugada del 28, mal repuesto de mi que-

branto todavía, emprendí yo la caminata hácia Guadix y Baza. Antes de llegar á la primera de estas dos ciudades, agregóseme el auxiliar D. Luis Estéban, despachado desde Tijola en socorro mio; y por cierto que me le prestó muy eficaz: ya con su apreciable compañía, ya con las noticias de que nuestros instrumentos nos aguardaban en salvo en la cumbre de Tetica, y que la operacion geodésica, preliminar de la astronómica, estaba para entónces muy adelantada y á punto de terminar.

### XIII.

El 28 descansamos en Baza, y el 29 fuimos á dormir á Tijola. Pero ¿dormimos en realidad?—Prescindiendo de los últimos chispazos de fiebre, que todavía me traian algun tanto desconcertado, buen sueño necesitaba yo para dormir, despues de recibida hácia la media noche una carta, que el jefe de Comunicaciones de Baza, mi antiguo amigo D. Miguel Bellido, me remitió con un peaton, encargado de alcanzarnos ántes de que nos enfrascásemos en las escabrosidades de la vecina sierra.

La carta, fechada en M'Sabiha el 24 de Setiembre, era del Sr. Perrier: y en ella, despues de narrarme entusiasmado los trabajos geodésicos ya practicados, me decia este señor, entre otras cosas, lo que sigue:

«Ayer divisé la luz de Tetica, á la simple vista, con la misma claridad que el resplandor de un faro inmediato; y la de M'Sabiha no debia columbrarse peor desde el vértice español. Ambas luces, sin embargo, presentan para nuestros trabajos astronómicos futuros *un grave inconveniente*: el de no ser constantes, como las de petróleo en los colimadores ordinarios; ó el de experimentar frecuentes variaciones de intensidad, y áun eclipses totales, procedentes de que los reguladores Serrin no son perfectos, ni los carbones tampoco; y, á veces tambien, de que los aparatos de emision, embarazosos y de difícil manejo, se desorientan ó varian de posicion: inconveniente grave, repito, que á toda costa debemos tratar de remediar.»

Y, para remediarle en lo posible, me proponia el Sr. Per-

rier el abandono en absoluto, y sin más examen, del mencionado regulador; y el empleo, en su lugar, de una pequeña lámpara eléctrica, agregada al material científico de campaña, como á prevención y por vía de reserva; de mecanismo mucho más sencillo; y cuyos carbones debian moverse á mano, conforme se fueren consumiendo, de manera que sus puntas permaneciesen á distancia invariable una de otra, y siempre en el foco del colimador. Así oportunamente se hizo, previo el indispensable aprendizaje: y el resultado fué por extremo satisfactorio. — Pero ¿cómo yo, sorprendido en mi modesto albergue de Tijola con la novedad del caso, habia de permanecer tranquilo en la noche mencionada, ante las dificultades imprevistas que á última hora surgian, y amenazaban esterilizar por completo todos nuestros esfuerzos?

Conviene, ademas, advertir que las variaciones de intensidad de las luces, y áun sus eclipses eventuales desesperadores, que tan inquieto traian, con razon sobrada, al Sr. Perrier, no se evitaron por completo, ni mucho ménos, con el cambio de lámparas y de sistema de regulacion. Ni podian evitarse tampoco. Como que la causa principal de su produccion procedia de la longitud enorme de la trayectoria luminosa, rasante á la superficie del mar, é interrumpida y contrariada sin cesar por las brumas y neblazos que entre Tetica y M'Sabiha formaban un denso velo, penetrable con suma dificultad y como por milagro, en la época borrascosa y condiciones excepcionales atmosféricas del año á que nuestros trabajos se refieren.

#### XIV.

Nuestra peregrinacion, de 26 horas en ferro-carril, entre Madrid y Granada, con un par de amenos trasbordos intermedios; en modesto carruaje, con los vidrios rotos y las portezuelas desvencijadas, de Granada á Guadix, faldeando la Sierra Nevada; en otro carruaje, de ménos pretensiones todavía, de Guadix á Baza; y en alborozada tartana de Baza á Tijola, no sé si por mar ó por tierra en algunos trozos del camino, tocaba felizmente á su término. En la mañana del 30



de Setiembre, con dos guías delante, y montados en humildes y dóciles bestiezueltas, salimos del hospitalario pueblo de Tijola, y en el acto comenzamos á escalar el cielo, para precipitarnos de pronto en el barranco ó abismo de Bayarque; tomar luego por entre peñas rio arriba; y llegar, al cabo de un par de horas de navegacion, tropezando á cada paso con enormes pedruscos, ó desprendidos de las alturas por la accion desorganizadora lentísima del tiempo, ó arrastrados de súbito por la corriente en dias temerosos de lluvia torrencial é inundaciones tremendas, al pueblecito de Bacáres.—¿Han pasado por aquí los instrumentos? pregunté con insistencia á mis cariñosos acompañantes.—¿Y cómo no, me contestaron, si este es el mejor camino para llegar y subir á la Telica?—Yo, de que aquello sea camino no respondo: de que no es tan bravo como otro, en seco, por donde, *cincuenta dias despues*, descendimos desde la cumbre de Telica á Bayarque, ningun inconveniente tengo en responder. Y mejor que yo, responderia mi compañero D. Antonio Estéban, que no pereció despeñado en el descenso, porque sin duda la Providencia le destina á contemplar mayores maravillas.

Desde Bacáres, donde ni un momento nos detuvimos, no hay mucho que andar para llegar á la Telica de su nombre: enorme protuberancia, como aislada en medio de un laberinto de sierras, por cima de las cuales sobresale altiva. Lo que hay que hacer es subir, subir sin respirar durante un par de horas, batallando con un viento furioso, cuyo silbido incesante destroza los oidos: y no de frente, lo que sería imposible; sino sesgando la montaña por el complicado derrotero con gran pericia explorado, y franqueado en lo posible, por el capitán de ingenieros Sr. Borres.—A las nueve de la mañana habíamos salido de Tijola, y á las tres de la tarde, sin contratiempo alguno, acampábamos en las alturas, á 2.000 metros sobre el nivel del mar, en amor y compañía de nuestros buenos amigos los Sres. Lopez Puigcerver, Piñal y Estéban, que nos recibieron con los brazos abiertos.

## XV.

El 1.º de Octubre la operacion geodésica, encomendada á

Puigcerver y Piñal, se hallaba muy adelantada, pero no terminada todavía; y como los instrumentos para ella necesarios ocupaban en la escueta cumbre de la montaña el reducidísimo espacio, único disponible, donde debían instalarse los astronómicos, mientras aquellos señores no recibiesen orden superior de levantar el campo, Estéban y yo teníamos que permanecer de brazos cruzados, sin poder pensar seriamente ni aún en desembalar y reconocer nuestro voluminoso equipaje, por allí distribuido en el orden ó desconcierto en que días ántes había llegado. La instalación astronómica exigía, además, nuevas construcciones de fábrica, que ni proyectadas sobre el terreno estaban siquiera, y para las cuales carecíamos de los materiales más precisos. Ladrillos, cal, yeso, arena, madera, todo fué menester irlo á buscar á Tijola, á cinco horas de distancia, por sendas y derrumbaderos de que hemos procurado dar alguna idea. Antes, sin embargo, de que aquella tan anhelada orden llegase, el acopio de materiales estaba hecho; y, tan pronto como el día 4 se recibió, procedióse á recoger y guardar los instrumentos geodésicos, y á explanar y agrandar en lo posible la plazoleta donde habían estado instalados, para levantar desde los cimientos los nuevos pilares de sustentación de los astronómicos: *teodolito* de Repsold, destinado á la determinación de la latitud del lugar y azimut de una dirección geodésica; anteojo de pasos ó *circulo meridiano*, de Brunner; *cronógrafo*; *péndulo* de Hipp; y aparato de emisión y recepción de las señales luminosas.

En la tarde del día 6, Puigcerver y Piñal, con sus Auxiliares y el destacamento de soldados que habían tenido á sus órdenes, y que yo, como paisano, sin fuero de guerra ni autoridad militar de ninguna especie, consideré inoportuno conservar, descendieron de las alturas á poblado, justamente gozosos y satisfechos del buen éxito de su atrevida y delicada comisión. Sinceramente creo, sin embargo, que en aquel momento les amargaba su natural alegría la idea de separarse de nosotros, dejándonos como abandonados entre aquellos solitarios y feroces riscos: iniciado ya el otoño, con cariz de no mucha bonanza, y comprometidos á intentar una nueva aventura. Con envidia y dolor los vi yo también descender hácia

Bacáres, y ocultarse tras las hondonadas y revueltas del camino; y pocas veces en mi vida recuerdo haber experimentado sentimiento tan grande de tristeza como entónces.

Cerrada la noche, se reunieron en torno mio los que desde aquel momento, y cada cual en su esfera, habian de ser mis colaboradores y compañeros: el ingeniero D. Antonio Estéban; los auxiliares Gutierrez Nieto, Estéban Cuadrado, y Vazquez García; el maquinista, encargado de la máquina de vapor y de las de Gramme para la produccion de la luz eléctrica, D. Guillermo Faller; y el cabo de ingenieros, auxiliar suyo, Pedro González. No eran muchos, pero eran buenos. Y creyéndolo así, despues de convenir en el plan de trabajos para el dia siguiente y dias consecutivos inmediatos, nos separamos animosos, y creo que dormimos todos apaciblemente, aunque no en palacio artesonado ni sobre mullido lecho de pluma.

## XVI.

El día 12 de Octubre, nuestra instalacion estaba concluida.

Defendido por una tienda de observacion, de dos metros de lado, y centrado en el mismo vértice geodésico, teníamos el teodolito de Repsold, con el cual ya en las dos noches anteriores habíamos comenzado á determinar la hora ó *estado* de nuestros cronómetros.

En el mismo paralelo de latitud, y al O. del pilar del teodolito, habíamos levantado otro pilar, donde descansaba, rectificado y orientado, y protegido de la intemperie por una barraca cuadrada de madera, de tres metros de lado, el círculo meridiano de Brunner.

Dentro de esta barraca, en el rincon del S. E., habiase erigido otro pilar de ladrillo, construido con el mayor esmero allí posible, contra el cual estaban afianzados, de un lado, el péndulo sidéreo de Hipp, y, de otro, el cuadrante simpático, indicador de las horas.

En el rincon del S. O., sobre un cajon atornillado al suelo de la barraca, funcionaba satisfactoriamente el cronógrafo.

El rincon del N. O. se hallaba ocupado, y en cierto modo inutilizado, por la puerta de entrada á tan rústico Observatorio.

Y en el del N. E. no faltaban trebejos útiles y aún indispensables que admirar, y donde tropezar también, al menor descuido de las personas encargadas de operar con ellos en tan aprovechado y mezquino recinto.

Pegando casi con esta barraca y con la tienda del teodolito, con las ventanas de frente á M'Sabiha, existía otra, en cuyo centro, sobre pilar bien macizado, instalamos el aparato de producción y emisión de la luz eléctrica. Y dentro de esta misma barraca, encima de las cajas de embalar ya desocupadas, dispusimos unos 40 elementos de pila Meidinger, destinados á entretener la actividad del péndulo, y al servicio del cuadrante simpático, del cronógrafo y del interruptor cadencioso de la luz, por medio de un sistema de conductores metálicos, tendidos entre ambas barracas, y afianzados interiormente á sus techos y paredes.

Tenia nuestra instalación, así, por necesidad, arrebatadamente realizada, el grave inconveniente de que, estando recién hechos los pilares, sin fraguar casi unos con otros los ladrillos componentes, é impregnada de agua la construcción por todas partes, no era posible que los instrumentos que soportaban poseyesen desde luego aquel grado de estabilidad y de firmeza, que para trabajar fructuosamente con ellos, con razón, se considera como punto ménos que indispensable.—¿Qué remedio?—Uno tan solo: el de rendirse sin combatir. Y á él ni por las mientes se nos pasó apelar en ninguno de nuestros muy frecuentes y graves apuros.

## XVII.

Mientras en la erección y organización de nuestro Observatorio estuvimos activa y agradablemente entretenidos, nadie reparó en lo que en torno nuestro sucedía y se preparaba. Y lo que sucedía era que por todos los barrancos y desfiladeros, afluentes al empinado promontorio donde acampábamos ó anidábamos, desembocaban inmensos pelotones de niebla, que se despeñaban por las vertientes, y rellenaban las hondonadas, y bullían por do quier, como gigantescas olas de mar embravecido, en efervescencia ó hervidero tumultuoso.

Detras, y entre tan tupido velo de vapores acuosos, en breve desaparecieron la mesa y faro de Roldan, el cabo de Gata y el plateado golfo de Almería; las soberanas cumbres de Sierra-Nevada; el oasis de Baza; y el laberinto de montes, cabezos y altozanos, que por el N. y N. E. limitaban nuestro horizonte. Por cima de la niebla, cada vez mas apretada y cercana, descollaba todavía el picacho de Tetica, como islote perdido en medio del Océano, coronado por cielo azul purísimo, donde, llegada la noche, brotaban refulgentes estrellas á millares. Pero ¿qué iba á suceder si la niebla ascendia un poco más, y nos envolvía en su seno, y luégo se condensaba y despedía, como de golpe, la mole irresistible de agua que atesoraba?— Lo que sucedió el dia 14, de infausta memoria en ambas provincias de Almería y Murcia: que se rompieron las cataratas del cielo, y la tierra gimió, aplastada y arrasada por el turbion descomunal, desprendido súbitamente de las nubes.

Aquel tenebroso dia, iluminado tan solo por la cárdena luz de los relámpagos, lo fué para nosotros de inquietud y continua angustia; y bastante peor que el dia fué la noche, al contemplar inundado nuestro pobre albergue, y temiendo que los instrumentos de observacion, defendidos por cuatro endeblés tablas y unas cuantas varas de lona, todo recia y como febrilmente amarrado á las peñas inmediatas, no pudiesen resistir las iras de la tormenta, y amaneciesen destrozados, y sin remedio fuera de servicio. Amaneció; escalamos presurosos la cumbre de la montaña; y penetramos en nuestro desamparado Observatorio. Y, aunque nos dolimos, como era consiguiente, del miserable estado en que le hallamos, consolámonos al punto con la persuasion de que nada muy grave habia sucedido á los instrumentos, y de que sus desperfectos y averías podian fácilmente remediarse, desmontándolos y limpiándolos cuidadosamente, y procediendo luégo á su reinstalacion y rectificacion con paciencia. De paciencia teníamos hecho á prevencion abundante acopio: y por eso, á los dos dias de pasada la borrasca, ya estábamos á flote, y en aptitud de aguantar cualquier otro percance por el estilo.

## XVIII.

¿Qué era en tanto de Perrier: de Perrier, que nos suponía instalados á fines de Setiembre, y dispuestos á emprender las operaciones astronómicas al día siguiente de terminadas las geodésicas? ¿No se habria cansado de esperar, y habria desamparado su estacion de M'Sabiha, maldiciendo de la informalidad de los españoles?—En la crítica situacion en que nos encontrábamos todo era lícito suponerlo: hasta lo que, para un observador tan experimentado y sereno como nuestro colega frances, constituia verdadera injuria. ¡Si hubiera sido ésta la única injustificada que le hice!

A tranquilizarnos, disipando las dudas y temores que nos atormentaban, llegó oportunamente á Tetica, en la mañana del 18, carta de Perrier, fechada en la costa de Africa el 14, y en la cual sustancialmente me decia:

«Trece días há que estoy aguantando un temporal horroso de nieblas, nubes y chubascos, sin poder distinguir desde mi campamento, ni siquiera la tersa é inmediata superficie del mar..... ¡Animo, sin embargo! Y no recele V. que yo me impaciente, conociendo su angustiosa situacion, y adivinando los cuidados é inquietudes que le rodean.....»

Y si esta carta nos devolvió el alma al cuerpo, júzguese de nuestra alegría cuando, cerrada la noche del mismo día 18, columbramos en la direccion de M'Sabiha, de donde nunca, tras la postura del sol, desviábamos los ojos, el primer destello de la luz eléctrica, que nuestros compañeros de *ultramar* nos remitian. Enfilamos sin pérdida de momento nuestro aparato de emision; dimos á la máquina de vapor el máximum de fuerza; y cuando volteaba la de Gramme con velocidad vertiginosa, y el susurro y los chispazos eléctricos indicaban que se hallaba en plena actividad, aproximamos uno á otro los carbones de la lámpara: surgió entónces sobre la cumbre de Tetica vivísimo relámpago; y, condensado su resplandor en haz de fuego, propagóse instantáneamente desde allí hasta la costa septentrional africana.—¿Le percibirian los observadores que en aquella costa ansiosos le aguardaban, como

nosotros divisábamos la trémula centellita de allí procedente? — Pasaron algunos minutos de zozobra, al cabo de los cuales interceptamos súbitamente con una pantalla el resplandor por nosotros emitido; y en el acto se extinguió también la luz que absortos contemplábamos en lontananza. Separamos la pantalla interruptora; é instantáneamente volvió á surgir de las tinieblas del horizonte la luz que, respondiendo á nuestro deseo, poco ántes se nos habia eclipsado. Cien veces repetimos la misma prueba, de emision y ocultacion de la ráfaga eléctrica luminosa; y otras tantas apareció y se eclipsó la luz fronteriza, como si ambas se inflamasen y extinguiesen, obedeciendo á una sola voluntad y á un solo impulso. ¡Nos veíamos recíprocamente, y nos entendíamos! — Era cuanto por de pronto necesitábamos y podíamos ambicionar. Y fué también lo único que en aquella y la siguiente noche logramos hacer. El estado del cielo, y, más todavía, el júbilo casi infantil que experimentábamos, creo que nos hicieron perder el tino, de uno y otro lado del Mediterráneo.

## XIX.

La primera noche útil de observacion fué la del 20, despejada, aunque de viento furioso en la Tetica. — Pero ¿quién se cuidaba ya del viento? El día en que no soplabá de levante, soplabá de poniente, siempre tumultuoso y atronador. Y las horas muy eventuales de calma que disfrutábamos, sabíamos ya, por triste experiencia, que eran preliminares de nuevas borrascas, inevitables en aquella altura, y viniéndonos á todo correr el invierno encima.

A las 7 horas de la noche, conforme lo convenido en París, ambas luces eléctricas ardian, y parecia que amistosamente se saludaban una á otra.

A las 7 $\frac{1}{2}$  se apagó la de M'Sabiha; y, pasado un minuto, pusimos en movimiento nuestro aparato interruptor, y emitimos, de 2 en 2 segundos de tiempo, 40 señales luminosas, que en los cronógrafos de ambos vértices quedaron registradas, del modo poco ántes referido. Con la última señal quedó

interceptada por breve rato nuestra luz, y comenzó á resplandecer la fronteriza, en los confines del horizonte.

Transcurrieron así 2 minutos, y en seguida emitió M'Sabiha hácia Tetica otras 40 señales acompasadas.

Por cuatro veces consecutivas se repitieron alternadamente ambas series de emisiones y ocultaciones de luz. Con lo cual, ántes de las 8 h.<sup>s</sup>, la primera parte de la operacion proyectada estaba concluida; se apagaron ambas luces; y quedaron en tinieblas los dos vértices.

De las 8 á las 10 h.<sup>s</sup> se observaron, con el anteojo de Brunner, los pasos por el meridiano de unas 20 estrellas, en dos distintas posiciones del instrumento, cuidando de incluir en el número un par de circumpolares, destinadas á facilitar el cálculo del azimut; y se determinaron, además, la inclinacion del eje de rotacion, la colimacion del eje óptico, y la paralaje de las plumas del cronógrafo repetidas veces.

A las 9 $\frac{1}{2}$  h.<sup>s</sup>, sin abandonar la observacion astronómica, volvió á encenderse la luz de Tetica, en señal de que estábamos alerta y de que el cielo continuaba despejado; y desde M'Sabiha se nos hizo saber lo propio, por igual procedimiento.

De las 10 á las 10 $\frac{1}{4}$  h.<sup>s</sup>, en suspenso las observaciones astronómicas, se repitió análogo cambio, reiterado y recíproco, de señales luminosas, necesarias para la comparacion de los péndulos de ambos vértices, al verificado con igual objeto, dos horas ántes.

Y, apagadas con esto resueltamente ambas luces, continuamos luégo observando nuevos pasos de estrellas por el meridiano, en posiciones inversas del anteojo, hasta hora muy avanzada de la noche.

Así se procedió en la del 20 de Octubre y en las pocas más consecutivas, favorables á la tarea que traíamos entre manos.

En tales noches no faltaba ocupacion á nadie.—Faller cuidaba de las máquinas de Gramme y de la lámpara eléctrica; miéntras su auxiliar Gonzalez, el mozo más campechano y satisfecho de la compañía, alimentaba la máquina de vapor, y la entretenia en actividad casi constante.—Gutierrez Nieto y Vazquez García acudian á todas partes, conforme era á cada



momento menester, y las eventualidades de la operacion lo exigian, en aquel empinado y áspero vericuelo, donde nuestro implacable enemigo, el viento, todo lo zarandeaba y confundia, y amenazaba producir un destrozo irreparable.—Y los dos Estéban y yo pasábamos la noche encerrados en la baraca principal, preparando la observacion de las estrellas, cuidando del cronógrafo, y observando todo lo que se presentaba al paso, y era factible observar con provecho: sin poder casi respirar, ni rebullirnos, en tan angustiosa cárcel.

La situacion de D. Antonio Estéban y la mia no eran, sin embargo, tan tristes como la de nuestro sufrido auxiliar don Luis, especialmente encargado de vigilar la marcha del cronógrafo, de remediar, ó prevenirnos en el acto, cualquier averia ó entorpecimiento que en su mecanismo y modo de funcionar advirtiese, y de cargar incesantemente de tinta las plumas. Siquiera nosotros podíamos cambiar de postura, y sacudir de vez en cuando los miembros entumecidos por el frio; pero á él ni pestañear casi le era permitido: y allí, arrebujado entre mantas, y como clavado en un banquillo, le obligábamos á permanecer de cuatro á seis horas consecutivas. Mayor crueldad no se ha cometido con ningun hombre. Pero desempeñaba tan á gusto nuestro su, aunque modesto, importante cometido que, desoyendo obstinadamente la voz de la caridad, nunca nos decidimos á usar con él de misericordia. Consecuencia inevitable, y como premio en este mundo, de saber y querer cumplir con la obligacion que la suerte nos impone.

## XX.

Tras las noches de observacion, venian los días algun tanto despejados, ó de aspecto vario y horizonte limpio, ó siquiera tolerable: y en el estudio minucioso y rectificacion de los instrumentos astronómicos, en la limpieza y recorrido de las máquinas auxiliares, y en la preparacion del trabajo eventual para la noche próxima, se nos pasaban las horas sin sentir.—Don Antonio Estéban, asistido de Gutierrez Nieto, aprovechaba las más favorables, primeras de la mañana y últimas de la tarde, para determinar poco á poco el azimut de la direc-

cion *Tetica-Gigante*, utilizando el teodolito de Repsold, asentado, como ya hemos dicho, sobre el vértice geodésico del primer nombre. Y si la noche cerraba con horizonte encapotado por la niebla, y el casquete superior del cielo se conservaba, sin embargo, despejado, con el mismo instrumento continuaba luégo, ó emprendía con nuevos bríos, la determinación de la latitud geográfica, por series de distancias zenitales circunmeridianas de varias estrellas, distribuidas al N. y S. del zenit. — Los auxiliares Estéban Cuadrado y Vázquez García se ocupaban mientras tanto, sin levantar cabeza ni mano, en la conversión numérica y ordenación de las interminables señales estampadas, noche ó noches ántes, en la cinta del cronógrafo: trabajo delicado y penoso, en que cuidé de amaestrarlos ántes de salir de Madrid, y que desempeñaron con diligencia y esmero, por todo extremo loables.

¿Y los días de cerrazon completa del horizonte, cielo encapotado, y lluvia, granizo ó nieve?— Aunque bastante más largos y enojosos que los otros, los pasábamos resignadamente: unas veces chanceándonos á propósito de nuestra misma lamentable situación; y otras forjando risueños vaticinios sobre la próxima llegada del buen tiempo: ya guiándonos en tan arriesgado oficio, como aprendices de sábio, por las no muy significativas indicaciones del barómetro; ya, como míseros mortales, por el canto insolente del gallo, el triste balido de alguna oveja descarriada, el silbido amenazador de hambriento milano, el chisporroteo de la lumbre, ó la exacerbación cruel de algun alifafe mal adormecido de nuestras propias averiadas máquinas. La esperanza estaba siempre con nosotros, y compañeras inseparables suyas son la paciencia y la alegría.

## XXI.

A la noche del 20, ventajosamente empleada, sucedieron la del 21, cubierta; la del 22, transparente y hermosa como pocas, en *Tetica*, pero durante la cual, sin embargo, tuvimos el desconsuelo de no columbrar, ni por acaso, la suspirada luz de M'Sabiha; y la del 23, fosca y variable, con trabajo

utilizada por ambas partes, sólo durante sus primeras horas.— Desde el 24 al 29 aguantamos un temporal horroroso, de vientos desatinados, nieblas densísimas, que todo lo invadian y encharcaban, y aguaceros aturbonados irresistibles. Tan descompuesta estaba la atmósfera, que nunca como entónces temblamos por nuestros desamparados instrumentos; y, temerosos de un completo desastre, creímos conveniente, para prevenir sorpresas desagradables, dar cuenta de nuestro apuro al Director del Instituto Geográfico. Y de Baza y de Tíjola llegaron á lo alto de la sierra ofertas cariñosas de auxilio, que, si no aceptamos, agradecemos muy de veras, y contribuyeron á confortar nuestros un poco atribulados espíritus.— En la madrugada del día 30 descargó sobre nosotros recia tormenta, acompañada de granizo, y seguida luego de nieve y agua en abundancia; amainó con esto el viento por la tarde; abriéronse de pronto las nubes, y se disiparon como por encanto las nieblas al ponerse el sol, y desde Melilla á Oran quedó desvelada y limpia como nunca la costa africana; y el cielo nos ayudó para poder trabajar, bien impensadamente y sin tropiezo, hasta muy adelantada la noche. Al descender á nuestro albergue, asentado en un escalon de la montaña, cosa de 30 metros más bajo que el vértice geodésico-astronómico, parámonos á contemplar la magnificencia de la bóveda celeste; y en aquel momento llegó á nuestros oídos, por la region de levante, un misterioso y acompasado susurro, de cuya procedencia adquirimos asombrados certidumbre completa al corto rato de atencion: era la voz potente del mar, amortiguada por la distancia de 43 á 50 kilómetros, que de la orilla más próxima nos separaba; pero muy distinta y perceptible todavía.— Otra vez se nos nubló el cielo el 31 de Octubre; y, aunque no nos maltrató tanto como el anterior el temporal en aquel día iniciado, hasta la noche del 7 de Noviembre no volvimos á columbrar la luz de M'Sabiha, y á entendernos con nuestros colaboradores de la Argelia. En la del 9 fundamos, al declinar la tarde, grandes esperanzas, por desgracia ilusorias todas. Y sólo luchando á brazo partido con el hado adverso, conseguimos dar cima á la penosa determinacion de nuestra diferencia de longitudes geográficas en las del 10 y el 11, tan

foscas, y tan alborotadas sobre todo, como la mayor parte de las anteriores.

La fatiga por entónces comenzaba, si no á doblegar la voluntad, á quebrantar nuestras fuerzas; y algo por el estilo debia sucederles á Perrier y á sus compañeros, á juzgar por las noticias, siempre con júbilo recibidas, que los últimos correos nos aportaron. En carta del 4 de Noviembre nos escribia Perrier: «Os compadezco, amigos míos, pues no lo debeis pasar demasiado bien en las alturas. ¿Y cómo no compadeceiros cuando desde aquí columbro los relámpagos que serpentean hácia la region donde estais encaramados?»—La compasion era recíproca: pues, en la situacion de cuerpo y espíritu en que unos y otros nos encontrábamos, el mayor castigo de nuestras culpas y el tormento mayor que podia imponérsenos, era el de permanecer inactivos, aherrojados por una fuerza superior, contra la cual la voluntad humana nada vale, y con la expectativa de riguroso invierno en próxima lontananza.

Aunque con lo hecho en las dos últimas noches mencionadas, del 10 y 11 de Noviembre, nuestro trabajo de campo podia considerarse terminado, todavía en la del 12, de bonanza relativa, volvimos á encender la luz de Tetica con la esperanza de que M'Sabiha nos contestase, y el deseo, muy natural despues de tantos infructuosos afanes, de afianzar con un tornillo más el resultado satisfactorio de la operacion. A nuestro llamamiento que, como voz quejumbrosa en el desierto, tal vez se perdió y extinguió entre los repliegues y ondulaciones de la bruma marítima, nadie respondió, por lo ménos en términos perceptibles, durante las cinco primeras horas de la noche: lo cual nos hizo creer que tambien los observadores de M'Sabiha daban por rematada la comun faena. Y así nos lo certificó en la mañana siguiente un telegrama de Perrier, que, dando la vuelta por Oran, Argel, Marsella, Madrid, Granada y Baza, acertó á subir hasta la cumbre de Tetica, y calmó el desasosiego y zozobra en que vivíamos.

## XXII.

El dia 13, sin embargo, no dimos punto final á nuestros

trabajos, ni nos ocurrió por un momento proceder á desmontar y guardar los instrumentos. Estéban necesitaba y queria redondear sus observaciones de azimut y latitud, como á ratos perdidos, verificadas con el teodolito de Repsold; y yo deseaba tambien poner á prueba, en la determinacion de la misma latitud, el círculo meridiano de Brunner, como anteojo de pasos únicamente utilizado hasta entónces.

Prescindiendo del viento, que nos maltrataba segun costumbre suya intolerable; del frio, que nos agarrotaba los dedos, y nos acariciaba el semblante con la suavidad de un rastrillo; y del descenso de la columna barométrica, nuncio de nuevos temporales borrascosos, el día mencionado estaba bellísimo como pocos: y, por tarde y noche, trabajamos en consecuencia desesperadamente, como quien se ahoga cerca de la orilla, y, fatigado de la lucha, pretende, sin embargo, salvarse con el despliegue supremo de la mermada energía que todavía le resta. Dormimos apénas, y soñamos con dar cima á la tarea que nos habiamos propuesto realizar tan pronto como despertásemos. Pero despertamos para ver cómo el cariz del cielo se arrugaba y entristecia en la tarde del 14, y empeoraba por momentos el temporal en el transecurso del 15; y para quedar, en fin, aprisionados en nuestro albergue ó guarida, por la nieve y el hielo, en la mañana del 16: el día más terrible de cuantos en aquellas alturas soportamos.

Pasando trabajosamente por cima de la nieve congelada, ascendimos de nuevo al vértice el día 17, y completamos las observaciones pendientes, hasta donde, en circunstancias tan críticas y desfavorables, podian completarse. Y en la faena hubiéramos insistido algunos otros más días aún, si lo hubiésemos creído absolutamente necesario, y advertido, sobre todo, algun síntoma de que la tenaz perturbacion de los elementos atmosféricos cedería en breve.—Pero, como de esto último no abrigásemos ya esperanza, procedimos resignadamente al desarme y empaque de los instrumentos, máquinas y enseres varios de observacion, en los días 18 y 19; y, dejando su custodia, y el cuidado de su peligroso descenso á poblado y transporte luego á Madrid, á cargo de Gutierrez Nieto y del personal subalterno á sus inmediatas órdenes, en la tar-

de del 20 abandonamos la montaña, y fuimos Estéban y yo á pernoctar en el pueblo de Tijola, donde se nos hizo por la autoridad local un recibimiento afectuosísimo, que ni esperábamos, ni por ningun concepto merecíamos.

### XXIII.

¿Cuál ha sido el resultado de nuestra laboriosa campaña?

Ménos feliz yo que el Sr. Ibáñez, al reseñar los trabajos puramente geodésicos, esta es la hora en que no puedo decirlo. Ocupaciones urgentísimas, durante largo tiempo desatendidas, y el consiguiente quebranto de mi salud, me han impedido consagrarme de lleno al cálculo y análisis de la multitud de observaciones astronómicas, efectuadas para determinar la diferencia de longitudes geográficas entre M'Sabiha y Tetica. Adelantado está, sin embargo, este trabajo; pero no terminado. Ni se terminará miéntras el Sr. Perrier y yo no nos avistemos de nuevo, confrontemos nuestras observaciones y resultados parciales, y volvamos á determinar, por via de comprobacion, la diferencia de nuestras ecuaciones personales, algun tanto incierta, ó variable en el transecurso del tiempo, y sólo determinada en París, como preliminar indispensable de la comun campaña. Por eso yo no me hubiera precipitado á dar cuenta á la Academia de lo hecho por la Comision á mi cargo, si, ante consideraciones de otro orden, muy atendibles, no me hubiera creído en el deber de cambiar de propósito. Y lo que hemos hecho, en suma, ha sido algo más de lo que yo nunca me imaginé ni esperé que *podria hacerse*: ménos, sin embargo, de lo que hubiéramos deseado realizar, para quedar completamente tranquilos, y en honra de nuestra pátria. Nadie conoce esto último mejor, ni lo deplora más, que nosotros.

Los cálculos concernientes al azimut de *Tetica-Gigante*, á cargo del Sr. Estéban, como lo estuvieron las observaciones, tampoco están terminados á la fecha presente; y en via de ejecucion se encuentran asimismo los, igualmente prolijos, de la latitud del primer vértice, determinada, como el azimut, con el teodolito de Repsold. Pero del resultado satisfactorio de ambas determinaciones ni por un momento desconfio: cono-

ciendo la especial aptitud de mi compañero para semejante clase de trabajos, de la cual, en expediciones científicas análogas, tiene ya dadas suficientes pruebas.

Lo que sí conocemos, por ser el cálculo suyo muy rápido y sencillo, es el valor de la misma latitud, deducido de las observaciones que con el círculo de Brunner hice yo, en posiciones inversas ó simétricas del anteojo, en las noches del 13 y 17 de Noviembre: valor que apénas si discrepa algun *segundo* del desprendido de la triangulación geodésica, partiendo de la latitud del Observatorio de Madrid y azimut de *Madrid-Hierro* (vértice el del último nombre, asentado en la cumbre de Guadarrama), años há determinados.

Conocidos el esmero y precisión con que en los trabajos geodésicos españoles se ha procedido desde un principio, y que tanto han contribuido á realzar en el extranjero el buen nombre de España, semejante concordancia de resultados, obtenidos por procedimientos casi esencialmente diversos, no parece que debe sorprender á nadie, ni ofrecer interes alguno: para mí, sin embargo, aunque tal vez sin demasiada razón, le tiene grandísimo.

Cuando en Agosto de 1871, por disposición tambien del Director del Instituto Geográfico, determinamos mi compañero del Observatorio de Madrid, Sr. D. Vicente Ventosa, y yo, la latitud de *Llatias* (vértice geodésico de la cadena central española, situado cerca de Santander, pegando casi con el mar Cantábrico), la diferencia de resultados, geodésico y astronómico, ascendió á cosa de 12 ó 13'': que representa, en unidades lineales, cerca de 400 metros.

Tan considerable diferencia, de ser cierta, no podia explicarse sino atribuyéndola á la *desviacion de la vertical*, eficazísima en los resultados de las observaciones circunmeridianas, puramente astronómicas, y á duras penas perceptible en los de triangulación geodésica ordinaria: desviacion que debia cambiar de signo, y producir efectos opuestos á los ahora advertidos, cambiando de lugar, ó por referencia á otro vértice, de condiciones geográficas, ó topográficas, inversas en cierto modo á las del primero.

Con esta idea, y deseando saber á qué atenernos sin tar-

danza, desde la costa del Cantábrico nos trasladamos, á fines de Setiembre, á la vertiente del Mediterráneo; trepamos á la sierra de Jolúcar, en las estribaciones de la Alpujarra marítima; y acampamos en el vértice austral de la cadena de triángulos mencionada, cerca y al oriente de Motril, en el cerro denominado *Conjuros*. La diferencia de resultados que perseguíamos ascendió en este lugar á unos 10''; pero, conforme esperábamos, el signo era opuesto al de la diferencia análoga anterior. Junto al mar Cantábrico, la latitud astronómica superaba á la geodésica, y ésta á la astronómica á la vista del Mediterráneo: las verticales divergían, pues, una de otra, algo más de lo exigido por la distancia lineal de ambos vértices, Llatías y Conjuros: como si el promontorio peninsular ibérico constituyese un centro secundario de atracción, comparable, aunque de intensidad naturalmente mucho menor, al de todo el globo terráqueo.

Pero esta desviación de las verticales, comprobada por nuevas observaciones, hechas en el cabo de Peñas y en la costa de San Sebastian, al Norte; en la mesa de Roldan, al Oriente; y en el Observatorio de San Fernando, al Sur, ¿era realmente producida por el conjunto de nuestro territorio, ó simplemente por las *atracciones locales*, hácia el Sur una y hácia el Norte otra, de las cordilleras Cantábrica y Penibética, ó de cualesquiera de sus innumerables ramificaciones?

Para decidirlo, nada mejor nos parecía que la instalación de los instrumentos en el nudo central de la segunda de estas cordilleras, sobre la misma cumbre de Mulhacen, con las causas locales de atracción y desviación á los piés del observador, y en torno suyo simétricamente, en lo posible, distribuidas. Y á Mulhacen proyectamos, por de pronto, ir con éste y algun otro objeto científico especialísimo, y á su temerosa cima hubiéramos trepado sin reparo, si las dificultades de instalación, mayores allí que en la Tetica, y la imposibilidad de permanecer en aquellas regiones transecurrido el mes de Setiembre, no nos hubieran obligado á desistir, con verdadera pesadumbre, de semejante propósito, por algun tiempo con fruición acariciado. Instalados en la provincia de Almería, en medio de otro laberinto de montañas, léjos tambien del



mar, y en condiciones de observacion completamente distintas que en Llatias y Conjuros, lo que no pudo hacerse en Mulhacen, natural era que lo ensayásemos en el otro vértice, digno rival suyo por los varios conceptos mencionados. Por eso prolongamos unos pocos dias más nuestra penosa estancia en aquellas agrestes soledades; y no nos pesa haberla prolongado: ya que sirvió para demostrarnos que la discordancia de resultados, astronómicos y geodésicos, en algunos vértices advertida, es puramente eventual, y procede de causas inmediatas, ó de *atracciones* propiamente *locales*, agentes, en consecuencia, sin órden ni ley; y no de una *atraccion integral* ó sistemática, correspondiente á la mole de nuestra Península, y cuyos efectos podrian, si así fuera, preverse desde luégo, y hasta cierto punto calcularse con antelacion.

Concluyo, de análogo modo que empecé, suplicando á la Academia me dispense el fastidio que este relato mio, incoexo, atropellado, y sin verdadera importancia científica, ha debido necesariamente producirle. Mi deseo, lo mismo al emprender la expedicion á Telica, que al redactar la presente nota, destinada á caer muy pronto en completo olvido, merecia más bien aplauso que censura: ¿qué culpa tengo yo de que mis fuerzas no alcancen á donde llega irreflexiva mi voluntad?— La culpa será de quien, dispensándome excesiva confianza, en uno y otro caso me impuso obligaciones, por cuyo buen cumplimiento acaso habré batallado en vano; y tambien lo será de la Academia, que, sin merecimientos dignos de premio alguno, años há que me acogió en su seno, y se ha prestado á oirme benévola esta noche, y ha demostrado, en fin, interes, que nunca agradeceré bastante, porque de mis insignificantes palabras quede estampado algun vestigio.

Madrid 13 de Febrero de 1880.

MIGUEL MERINO.

- 423 -

Ybáñez, (Carlos) y Merino, (Miguel)

Enlace geodésico y astronómico de  
Europa y Africa. Notas presentadas  
a la Real Academia de Ciencias Exactas,  
Físicas y Naturales por sus Individuos  
D. C. Y. y D. M. Merino.

Madrid, V. da e hyo de D. E.  
(Huerta)

Aguado, 1880. En 4<sup>o</sup> Mayor de  
Espana.  
58 pags. y una lamina en colores  
Calle Lugo

Met.<sup>cos</sup> 523-526-91(4) y 91(5)