

Plataforma de integración franco-ecuatoriana

Ecuador y Francia: diálogos científicos y políticos (1735 - 2013)

Coordinadores: Carlos Espinosa y Georges Lomné



FLACSO
ECUADOR



IFEA
INSTITUTO FRANCÉS DE ESTUDIOS ANDINOS
UMIFRE 17, CNRS / MAE

Ecuador y Francia : diálogos científicos y políticos (1735-2013) = L'Équateur et la France : un dialogue scientifique et politique (1735-2013) / coordinado por Carlos Espinosa y Georges Lomné. Quito : FLACSO, Sede Ecuador : Embajada de Francia en Ecuador : Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA), 2013

284 p. : il. y mapas

ISBN: 978-9978-67-398-0

ECUADOR ; FRANCIA ; HISTORIA ; CIENCIA ; ASPECTOS POLÍTICOS ; MISIÓN GEO-DÉSICA FRANCESA ; CIENTÍFICOS ; INTELECTUALES ; REAL AUDIENCIA DE QUITO

986.6 - CDD

© De la presente edición:

FLACSO, Sede Ecuador

La Pradera E7-174 y Diego de Almagro

Quito-Ecuador

Telf.: (593-2) 323 8888

Fax: (593-2) 323 7960

www.flacso.edu.ec

Embajada de Francia en Ecuador

Av. Leonidas Plaza 107 y Patria - Quito

Telf.: (593-2) 294 3800

cancilleria@embafrancia.com.ec

<http://www.ambafrance-ec.org/>

Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA)

Avenida Arequipa 4500

Lima 18 - Perú

[Casilla 18-1217, Lima 18]

Telf.: (511) 447 6070

secretariat@ifea.org.pe

<http://www.ifeanet.org/>

ISBN: 978-9978-67-398-0

Cuidado de la edición: Lydia Andrés

Diseño de portada e interiores: FLACSO

Imprenta: V&M Gráficas

Quito, Ecuador, 2013

1ª. edición: julio de 2013

Índice

Presentación	7
Agradecimientos	9
Preámbulo de la Dra. María Fernanda Espinosa Garcés, ministra coordinadora de Patrimonio	10
Preámbulo de su Excelencia Jean-Baptiste Main de Boissière, embajador de Francia.	12
Presentación de los conferencistas	14
Introducción	18
La primera Misión Geodésica francesa en el Perú y la determinación de la forma de la Tierra (1735-1744)	23
<i>Bernard Francou</i>	
Los primeros registros arqueológicos científicos en Ecuador: la primera Misión Geodésica	36
<i>Francisco Valdez</i>	
Un diálogo científico tripartito: la Misión Geodésica, los jesuitas y los criollos	52
<i>Carlos Espinosa y Elisa Sevilla</i>	

Las Luces francesas y el siglo XVIII quiteño: un descubrimiento recíproco	69
<i>Bernard Lavallé</i>	
Quito al compás de la libertad de los Antiguos (1809-1812)	97
<i>Georges Lomné</i>	
La Constitución quiteña de 1812 y las ideas políticas francesas	117
<i>Juan J. Paz y Miño Cepeda</i>	
Bodas de jequitibá entre la arqueología francesa y el Ecuador	126
<i>Stéphen Rostain</i>	
L'Équateur et la France : un dialogue scientifique et politique (1735 -2013)	147

La primera Misión Geodésica francesa en el Perú y la determinación de la forma de la Tierra (1735-1744)

Bernard Francou*

Desde la antigüedad griega, sabemos que la Tierra es un esferoide. Eratóstenes (284-192 AC), dio por primera vez una estimación muy cercana de la circunferencia real (aproximadamente 40 000 km) gracias a su ingeniosa medida realizada en Egipto entre Siena (Asuán) y Alejandría. Esta se basa en la diferencia de la inclinación del sol en el suelo en el solsticio de verano a mediodía entre estas dos ciudades alineadas norte-sur. La distancia que las separa era estimada en el terreno basándose sobre el número de días de caminata en camello para llegar a la otra ciudad; ¡ejercicio bastante complicado tomando en cuenta que las dos localidades están a una distancia de 800 km entre ellas y que no hay ninguna razón para que este tipo de cuadrúpedo se dirija en línea recta! El uso de la teoría geométrica (ángulos alternos-internos iguales) permitió esta hazaña. Sin embargo, la Tierra era considerada hasta finales del siglo XVI como una esfera perfecta. Creación de Dios, no podía ser de otra manera.

La controversia de los teóricos y las dudas sobre las medidas

Newton (1642-1727) no fue el primero en presentir que la Tierra era en realidad un elipsoide achatado en los polos. Huygens (1629-1695), un poco antes, teorizó los efectos de la fuerza centrífuga provocada por la rotación

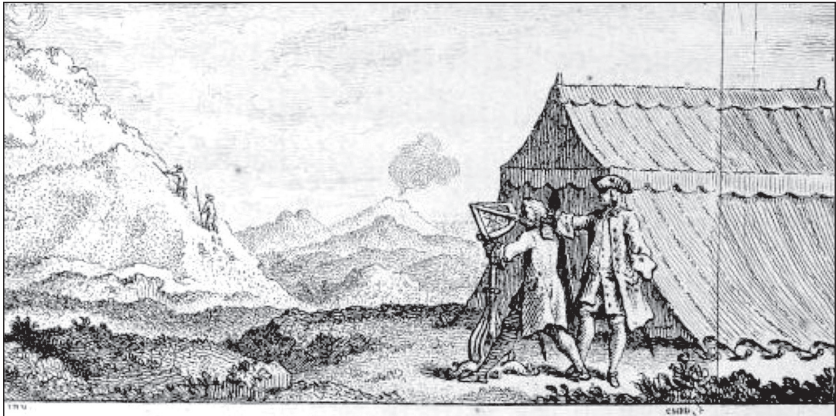
* Director de investigaciones en el IRD – La Paz, Bolivia.

de la Tierra alrededor de su eje polar y calculó el abultamiento ecuatorial y el consecuente aplanamiento polar. Cassini (1625-1712) observó en el telescopio, perfeccionado poco tiempo antes por Galileo, la forma achatada de los polos de Júpiter, planeta que gira un poco menos de 10 horas sobre él mismo, mientras que Hooke (1635-1703), el principal competidor de Newton, supuso que, por efecto de su rotación, todos los planetas son más o menos achatados en sus polos, y en consecuencia la gravedad es más débil en el Ecuador que en los polos. El francés Richer (1630-1696) fue el primero en demostrar en 1673 que en Cayena el péndulo oscila más lentamente que en París (alrededor de dos minutos de retraso por día), lo que impulsó a probar que en ese lugar la fuerza de gravedad es más débil, y que por lo tanto este lugar cerca del Ecuador está más alejado del centro de la Tierra que la capital francesa. En efecto, el periodo del péndulo está relacionado con la gravedad por $2\pi(l/g)^{1/2}$, siendo l el largo del péndulo y g la fuerza de gravedad. Newton tomó en cuenta esta observación, pero su principal mérito es haber calculado el aplanamiento polar de la Tierra utilizando su teoría de la gravitación universal –donde la atracción de los cuerpos celestes es proporcional a su masa e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Para una Tierra considerada como un fluido en equilibrio, calcula en sus *Principia Mathematica* (1687), un achatamiento polar α de $1/230$ [$\alpha = (a-b)/a$], donde a es el radio ecuatorial (el más grande) y b el radio polar, el más corto. Pero los franceses de la Academia de Ciencias de París dudaron de estos resultados y quisieron ponerlos a prueba midiendo el meridiano en dos latitudes lejanas. Sólo así validarían o no la forma de la Tierra propuesta por Newton. Esta validación era mucho más necesaria debido a que muchos sabios de la época, como Descartes, persistían en la idea que la Tierra es oblonga, es decir más bien alargada según su eje polar. A esta hipótesis, que no está fundada en una teoría tan elaborada como la de Newton, las medidas efectuadas a lo largo del Meridiano francés entre Dunkerque y Collioure por J.D. Cassini entre 1700 y 1718 parecían ofrecer un soporte experimental: muestran que el arco del grado del meridiano se acorta cuando se dirige hacia el norte. Bajo la hipótesis de un elipsoide achatado en el polo, se necesitaría al contrario que el arco del meridiano sea más largo en dirección al polo que hacia el ecuador.

Las medidas del arco del meridiano en diversas latitudes

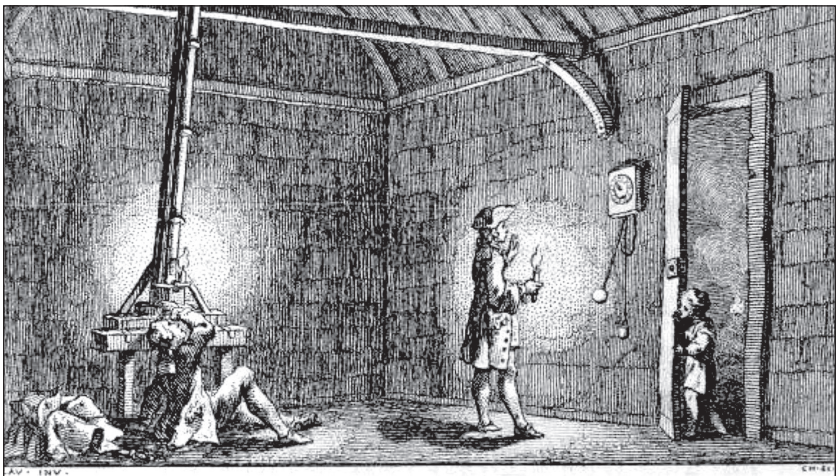
Los debates entre Newtonianos y Cartesianos parecen haber interesado a los círculos científicos europeos en los primeros decenios del siglo XVIII, y hasta se convierten en un asunto de Estado entre Francia e Inglaterra. Por lo tanto, la Academia de París, bajo órdenes del rey, decide enviar dos expediciones, la una al Perú en 1735 sobre el ecuador, y la otra a Laponia en 1736 al 66° norte. La primera está compuesta por jóvenes y brillantes académicos como Godin (1704-1760), jefe de la expedición, Bouguer (1698-1758) y La Condamine (1701-1774), la segunda de sabios no menos prestigiosos, como Maupertuis (1698-1759), jefe de expedición, Clairaut (1713-1765), el Sueco Celsius (1701-1744), inventor de la escuadra graduada de los termómetros que lleva su nombre, y de algunas otras celebridades. Estas dos expediciones tienen como misión medir el arco formado por un grado de meridiano a 66 grados de latitud de diferencia. Estas medidas fueron posibles gracias a los progresos obtenidos por la geodesia por triangulación, una técnica implantada en 1533 por el holandés Frisius (1508-1555) y que saca provecho de instrumentos cada vez más perfeccionados pertenecientes a la familia de los cuartos de círculo. Hay que ser capaz de una precisión de un centenar de metros en una distancia de alrededor de 110 km para obtener un resultado indiscutible, sin tomar en cuenta las medidas astronómicas hechas con un cuadrante, instrumento parecido al sextante, que son necesarias para determinar con precisión la latitud de los lugares y así delimitar los grados de lo cuales se quiere medir el arco.

Ilustración 1
Uso del cuarto de círculo para medir los ángulos



Fuente: La Condamine, 1751

Ilustración 2
La medición astronómica, telescopio y péndulo



Fuente: La Condamine, 1751

La expedición de Laponia trabaja fácilmente entre Kittis y TorneTorneå, en planicies y sobre lagos congelados en invierno, en alrededor de 100 km, tomando el largo de un meridiano bastante corto, ya que no llega al grado; por otra parte, mide solamente una base (de 7 406,86 toesas¹), y omite medir una base llamada “de verificación”, al otro lado de los triángulos, lo que le será reprochado luego. Trae los resultados al año siguiente, en 1737, dando para el grado 66° de latitud norte el largo de 57 438 toesas (111,948 km), es decir un segmento más grande que el medido en Francia en 48° de latitud entre París y Amiens por el Abad Picard en 1669-70 (57 030 toesas, es decir 111,153 km). Esto prueba que la Tierra es achatada en los polos y que el achatamiento tiene un valor de 1/178, un poco superior al obtenido por Newton pero compatible con él.

Este resultado acaba con los Cartesianos y Cassini, quién debe disminuir sus pretensiones y volver a medir el Meridiano francés. Los Newtonianos triunfan y uno de los más entusiastas, Voltaire, escribe sobre ello: “Han confirmado en lugares lejanos y aburridos, lo que Newton descubrió sin salir de su casa”.

El fracaso aparente de la expedición al Perú, compensado por la calidad de las medidas

Esta noticia es un golpe bajo para los “peruanos”, ¡quienes aun siguen midiendo su base de Yaruquí, en las afueras lejanas del norte de Quito! Debían abandonar la expedición, resignándose a reconocer los resultados del equipo del norte, o redoblar sus esfuerzos para llegar al más preciso resultado posible, en un terreno mucho más difícil y complicado que el Macizo Central de Francia o las planicies laponas. Su genialidad fue decidir continuar mientras que otros hubieran tomado el camino de regreso.

La historia de esta medición de los tres primeros grados del meridiano a partir del ecuador es conocida, se trata de una de las epopeyas más importantes llevadas a cabo con fines científicos en tierra firme a lo largo de la

1 La toesa utilizada en estas expediciones vale 1,95 m.

historia. Además de los tres académicos citados, se encuentra el futuro académico Jussieu, un relojero (Hugot), un ayudante geógrafo (Couplet), un cirujano (Séniergue), un ingeniero (Verguin) y dos asistentes (Morainville y Godin des Odonais). Se puede suponer que la opción del Perú, colonia española, haya sido dictada en parte por los intereses geoestratégicos de la Corona francesa; en todo caso, ¡la escolta impuesta por España de dos oficiales españoles, Juan (1713-1773) y Ulloa (1716-1795), no fue completamente desinteresada!

Si vemos los aspectos técnicos, todo comienza en la base de Yaruquí, sitio más o menos plano situado cerca de la línea ecuatorial. Escogieron medir un segmento de más de 12 200 m, utilizando varas. Había que ser muy precisos, a una fracción de metro, ya que todo lo demás dependía de eso. Para esto, dos equipos partían en dirección contraria, se cruzaban y comparaban los resultados. “Empleamos 26 jornadas de un trabajo duro”, comenta La Condamine. Luego, a partir de 1737, comienzan a construir sus triángulos. Para medir lejos, hay que estar arriba, cosa que la configuración del terreno permite. Pero ir hacia arriba es duro ya que esto implica en los Andes un trabajo a más de 3 880 m (catorce estaciones sobrepasan esta altura), y algunas veces encima de los 4 000 m (cuatro estaciones están en este caso). El viento y la nieve, así como la neblina, fueron sus compañeros a lo largo del trayecto. El posicionamiento con el cuarto de círculo (instrumento utilizado para medir los ángulos) sobre una estación se realiza en varias jornadas, hasta en semanas (tres semanas cerca de la cumbre del Pichincha, ¡a 4 700 metros de altura!), ya que a parte de la muy presente nubosidad, que dificulta las mediciones, hay que tener cuidado con los cambios de temperatura que dilatan los instrumentos o hacen ‘bailar’ la atmósfera cuando el aire es muy caliente, haciendo que la señal de enfrente se mueva y no se pueda captar. Esta señal es en general una pirámide de madera revestida de una tela blanca para que sea visible y amarrada con cuerdas. Es común que los habitantes del lugar atraídos por los materiales de estas señales los desmonten bajo la mirada desconcertada de los topógrafos ocupados con sus instrumentos. La Condamine en su diario de viaje (1751) escribe con falta de humor (y de humanidad):

Estos pastores indios, cuya figura apenas se distingue de los animales, mestizos, especie de hombres que tienen únicamente los vicios de las naciones de las cuales es la mezcla, tomaban las cuerdas, los picos, etc., cuyo transporte a estos lugares lejanos nos había costado tanto tiempo y esfuerzo; y por el más vil interés, nos causaban un gran prejuicio. Pasaban algunas veces ocho, hasta quince días antes de poder reparar estos daños: luego teníamos que esperar semanas enteras en la nieve y el frío el momento favorable para realizar nuestras operaciones.

Cansados de la situación terminaron por tomar como señales sus propias carpas. En estas estaciones, se realiza una mira vertical para medir el ángulo en el plano horizontal, y se hace una mira horizontal para tomar el ángulo formado entre una señal y otra señal visible a lo lejos. Como muestra de la extrema meticulosidad de estos científicos, quienes hubieran podido deducir el tercer ángulo del triángulo gracias a la suma de los otros dos (la suma de un triángulo plano es de 180°), decidieron medir el ángulo restante, concientes que la redondez de la Tierra podría generar una diferencia ínfima que se debía tomar en cuenta.

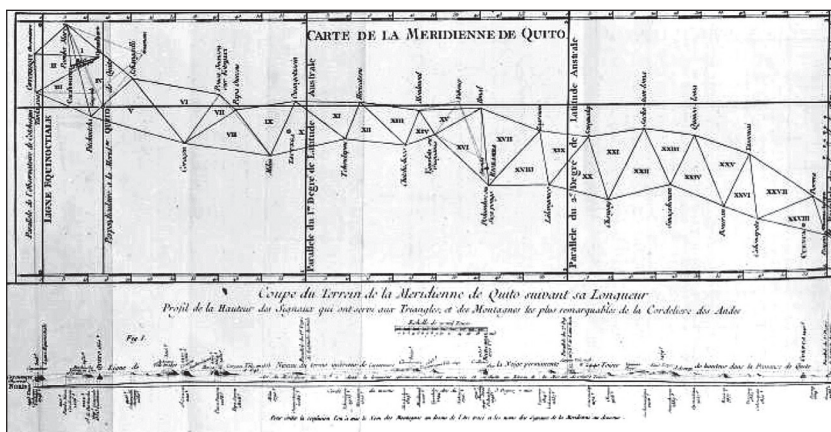
No solamente, nunca creímos concluir el tercer ángulo de un triángulo observando los dos primeros; siempre observamos los tres ángulos; dos ángulos al menos fueron medidos por medio de dos diferentes cuartos de círculo, & hubo siempre una medida por tres cuartos de círculo; & esto siempre con la participación de un importante número de Observadores. (Bouguer, 1748)

En 1738, el barómetro causa un problema a causa de la dispersión de resultados que arroja sobre la altitud de un lugar. Deben entonces calibrarlo, y para encontrar una relación empírica entre la altitud y el mercurio, no dudan en escalar el Corazón (4 816 m, altura medida por ellos):

El 20 de julio, fuimos a realizar el experimento del barómetro: [...] en el pico mismo del Corazón cuya cumbre está siempre cubierta de nieve y sobrepasa los 40 toesas el límite por encima del cual la nieve nunca se derrite [...]. Nadie ha visto el barómetro tan abajo al aire libre, & aparentemente nadie ha subido más alto [...].” (La Condamine, 1751)

El glaciólogo de hoy en día aprende con esta observación que el límite de las nieves permanentes de esa época era 300 m más bajo de lo que es actualmente (en el 2000), lo que confirman otras fuentes. En total van a juntar alrededor de treinta triángulos entre Yaruquí y Tarqui. En Tarqui, al sur de Cuenca, están a 340 km a vuelo de pájaro de Yaruquí. Allí montan otra base, llamada de verificación, según la misma técnica que en Yaruquí, la cual tiene un largo de 10 218 m. Si el ensamblaje de los triángulos es correcto, el largo de esta base obtenido mediante el cálculo debe ser el mismo que el que se mide directamente en el terreno. Estuvieron satisfechos de encontrar una diferencia de tan solo un metro. En agosto de 1739 las medidas geodésicas se terminan.

Ilustración 3
Los triángulos del meridiano de Quito



Fuente: La Condamine, 1751

Lamentablemente, como nos lo imaginamos, estos triángulos están los unos con relación a los otros ensamblados de lado, ya que ninguno es plano; era por lo tanto conveniente ponerlos horizontalmente mediante el cálculo para evitar distorsiones. Luego, por proyección de dos puntos del sistema sobre la parte del meridiano que se quiere medir, se obtiene un arco del cual es posible calcular el largo. Una vez realizado este trabajo,

todo se debe bajar, mediante el cálculo, al nivel del mar, ya que un arco medido a 3 600 m de altura no tiene el mismo valor que a 0 m.

Pero ¿cómo posicionar los grados del meridiano a lo largo del meridiano? Es en este momento que la astronomía interviene. Para conocer la latitud, se debe medir la distancia cenital de las estrellas. Desde Yaruquí y Tarqui fijan ϵ , una estrella de la constelación de Orión, donde miden el ángulo. Decidieron entonces medir tres grados a partir del ecuador hacia el sur para aumentar la precisión, aunque hubieran podido hacerlo con un grado, como Maupertuis en Laponia. Aún más, para realizar esta medición, apuntan a la estrella al mismo tiempo, el uno desde Yaruquí y el otro desde Tarqui, para evitar errores de origen desconocido que pudieran ser provocados por una diferencia en el tiempo. Lo hicieron en la noche durante varias semanas seguidas, sin poder comunicarse entre ellos. En 1743, terminan las observaciones astronómicas, las cuales les tomaron no menos de tres años.

Tomando en cuenta las dificultades de todo tipo y las exigencias que se impusieron, comprendemos porqué se demoraron más de seis años en medir el Meridiano de Quito, es decir de septiembre de 1736 a marzo de 1743. No contentos con tener que afrontar un terreno hostil, agregaron dificultad a las operaciones con malentendidos. Godin trabajó solo luego de un tiempo, muchas veces cerca de los españoles, y al final hasta La Condamine y Bouguer dejaron de intercambiar información. De regreso a París, se produjo entre ellos un odio que solo terminaría con la muerte de Bouguer en 1758. Pese a todo, los valores encontrados por cada uno de los equipos resultan muy cercanos: en los tres grados de latitud, es decir en cerca de 330 km de meridiano, los oficiales españoles encontraron 56 768 toesas (en 1748) para el grado, Bouguer (en 1749) 56 763 toesas y La Condamine (en 1751) 56 768 toesas. Se deberá esperar hasta 1924 para que la Asociación Internacional de Geodesia atribuya al grado de meridiano en el ecuador 110 576 m, es decir, convertido en toesas de la época, 56 733 toesas. Si se compara esta medida con la más cercana (la que fue encontrada por Bouguer), existe un error de 30 toesas, es decir 58,5 m. El error es ínfimo, ¡alrededor de 0,05%!

Así, la aventura termina con un excelente resultado, pese a las condiciones hostiles del terreno, la poca cooperación de la población local, nativos

y criollos, el casi total abandono por parte de las autoridades francesas que les dejan sin dinero, los repetidos problemas judiciales con las autoridades locales, el espíritu belicoso y mesquino que se creó entre los equipos. Pero el costo humano es exorbitante: Bouguer regresa enfermo, La Condamine casi sordo y con reumatismos, Jussieu precozmente senil, habiendo perdido todo su material de observación (un gran herbario, entre otras cosas) en Lima. Couplet muere con fiebre, Séniergue es asesinado por un amante celoso en Cuenca, Hugot muere accidentalmente cayendo del campanario del cual reparaba el reloj, Morainville, al parecer, desapareció en la selva. En cuanto a Jean Godin des Odonais, baja por el río Amazonas hasta Cayena, siguiendo el camino de regreso de La Condamine, dejando a su esposa Isabel encinta, en Riobamba, su ciudad de origen; le hace saber desde Cayena que puede ir a encontrarse con él por el mismo camino. Jean e Isabel se vuelven a ver veinte años después de su separación, luego que ella sufrió un fatal naufragio en el río Bobonaza (afluente del Amazonas en el actual territorio ecuatoriano) en el cual mueren su sobrino, sus dos hermanos y la mayoría de sus sirvientes; es salvada por dos indígenas luego de haber vagado sola alrededor de veinte días en la selva. Louis Godin fue excluido de la Academia por haberse tomado libertades con los fondos de la expedición, y tuvo que quedarse en España. Toda la gloria de esta epopeya en Francia recae sobre La Condamine, mientras que los oficiales españoles son por su parte reconocidos en su país.

Habiendo regresado en 1744, es decir siete años después de Maupertuis, la expedición del Perú apunta un grado de meridiano de 110 613 km, es decir 1% más corto en el ecuador que en Laponia. Sin embargo, la precisión obtenida por el equipo franco-español es netamente mayor que la obtenida en Laponia. Maupertuis cometió un error de 200 toesas (390 m), sin duda a causa de sus cálculos astronómicos errados, aunque por suerte este error apunta en el sentido correcto (un grado de meridiano más largo cerca del polo), sin lo cual ¡hubieran confirmado los resultados de Cassini! En Francia, el Meridiano será corregido en noviembre de 1798 por Delambre y Méchain, en plena Revolución, lo que permitirá al Directorio, en junio de 1799, proclamar el metro como medida universal. La nueva unidad de medida vale 1/10 000 000 de la distancia entre el polo y el ecuador, es

decir el cuarto del meridiano. La expedición del Perú contribuyó directamente a este resultado, y esto a pesar de ella, ¡ya que La Condamine militó hasta su muerte en 1774 para que la medida universal sea el largo del péndulo que batía el segundo en el ecuador! Estos resultados validan los de Newton, con un achatamiento medido de 1/200 contra 1/230 calculado. Pero se estaba lejos del achatamiento conocido actualmente, bastante más pequeño 1/298. Por lo tanto, el debate no ha concluido...

Desenlace: ¿cuando se conoció entonces la verdadera forma de la Tierra?

En efecto, se verifica rápidamente que entre la teoría y las medidas en el terreno –geodesia y gravedad–, ¡los valores de achatamiento no corresponden! Las nuevas medidas geodésicas en Francia, su multiplicación en otras latitudes, la corrección de los valores de Maupertuis, las medidas gravimétricas hechas con el péndulo en diversas latitudes, mejoran las estimaciones de achatamiento. Laplace (1749-1827), autor del *Traité de mécanique céleste*, cree estar cerca de la solución cuando, comparando las medidas geodésicas y pendulares, que son coherentes entre ellas, anuncia en 1825 un achatamiento de 1/310.

Pero en el transcurso del siglo XIX, la figura de la Tierra sigue evolucionando. Primero, ya no se considera a nuestro planeta como un fluido homogéneo en equilibrio, como lo hacía Newton, pero como una masa sólida dotada de cierta viscosidad y con una densidad que aumenta en su centro, lo cual es coherente con el comportamiento de las rocas en profundidad a medida que la presión y la temperatura aumentan, con las irregularidades debidas a la desigual repartición de las masas y a los movimientos de materia bajo los continentes y océanos, entre la litosfera y el manto terrestre. Luego se distinguen varias formas de la Tierra: una capa regular y lisa que es el *elipsoide de revolución* cuyos parámetros (achatamiento y radio ecuatorial) son determinados a partir de medidas de arcos de meridiano para acercarse lo más posible de la superficie real (es el valor que dan los actuales GPS) y un *geoide*, que es la superficie equipotencial que coincide

con el nivel medio de los océanos, prolongado por debajo de los continentes, lo que resulta en una Tierra con una superficie irregular (es la altitud por encima o por debajo del nivel del mar que dan los mapas). En efecto, la Tierra no es homogénea. Las heterogeneidades de las masas internas, como las que están asociadas a la tectónica de las placas, perturban la dirección de la gravedad que se aleja de la normal a la elipsoidal. Hoy en día, los satélites gravimétricos nos envían la imagen de una Tierra ‘abollada’, en forma de papa, con huecos y jorobas. Notemos que Bouguer había ya mostrado en el terreno de los Andes que una gran montaña como el volcán Chimborazo desviaba, por su masa, el péndulo, un caso de anomalía gravimétrica que va a teorizar y que hará aparecer su nombre en todos los manuales de geofísica.

Conclusión

La primera Misión Geodésica al Ecuador fue, desde un punto de vista científico, un gran éxito de metrología: la precisión a la que se llegó fue sorprendente tomando en cuenta los medios e instrumentos de la época. Este éxito se acompaña de descubrimientos importantes, gracias al contacto con los cultivos amerindios, como el caucho, la quinina (a partir de la quina), o el platino. El trabajo geodésico mejora de manera considerable la cartografía de este territorio andino, que pertenece hoy en día al Ecuador, y la del curso del río Amazonas, gracias a La Condamine, quien multiplica las medidas astronómicas descendiendo el río en balsa. En cambio, para la forma de la Tierra, la contribución fue menos decisiva, ya que el achatamiento polar había sido probado –con medidas imperfectas– antes del retorno de Bouguer y de La Condamine a París. Pero no se debe quedar, como era la tendencia de los contemporáneos, con una impresión de fracaso; por el contrario, hay que resaltar la calidad excepcional (y ejemplar todavía hoy) de las medidas y las observaciones realizadas por estos científicos. Abrieron la vía a otros brillantes viajeros, como Humboldt y Bonpland, quienes llegaron cincuenta años más tarde para escribir otro capítulo en el descubrimiento de estas tierras ecuatoriales.

Bibliografía

- Bouguer, P. (1748). *Relation abrégée du voyage fait au Pérou par Messieurs de l'Académie Royale des Sciences pour mesurer les degrés du méridien aux environs de l'équateur et en conclure la figure de la Terre*. Paris
- Godin des Odonais, J. (2009 [1775]). *La Naufragée des Amazones*. Paris: Éditions Nicolas Chaudun. Prefacio de François Graveline.
- La Condamine, C. M. de (1751). *Journal du voyage fait par ordre du Roi à l'Équateur, servant d'introduction historique à la mesure des trois premiers degrés du méridien*. Paris
- La Condamine, C. M. de (1751). *Mesure des trois premiers degrés du méridien dans l'hémisphère austral, tirés des observations de M.rs de l'Académie Royale des Sciences, envoyés par le Roi sous l'équateur*. Paris