



NEPTALI ZUÑIGA



HISTORIA DE LA CIENCIA EN AMERICA

EL REDESCUBRIMIENTO CIENTIFICO DE AMERICA

Lo que entrega Alejandro de Humboldt a la Europa del siglo XIX.—El nivel científico de su Obra.—El valor de sus Diarios de Viaje y su Correspondencia americanista.—El comienzo de su trabajo cartográfico sobre América.—Una bella y emotiva descripción de las Islas Afortunadas.—Algunas deducciones científicas acerca de vulcanología, geología y geografía.—Correspondencia con el Barón de Zach sobre trabajos astronómicos.—Los estudios astronómico-geográficos del Nuevo Continente.—Observaciones en España y el Atlántico.—Primeras determinaciones astronómicas a la vista de tierra americana.—Recuerdos de la Historia Colombina.—Rectificaciones geográficas y su beneficio para la navegación.—Colaboración con sabios españoles, franceses y alemanes.—Mediciones Barométricas.—Difusión científica universal.

Alejandro de Humboldt ofrece a la cultura universal del siglo XIX no sólo una América geográficamente redescubierta, sino aquella con un vasto campo para nuevos trabajos científicos todavía. Su obra se sitúa, por lo mismo, en notable plano, entre las que sobre investigación diversa se realizara antes de la suya y, por qué no decirlo, después de ella hasta los tiempos actuales.

En sus **Diarios de Viaje** y en su **Correspondencia** de carácter americano, antes que en sus Memorias u Obras publicadas, entrega de manera globalizadora toda su ingente acción en el Nuevo Mundo. En aquellos manuscritos se encuentra al descubierto toda su investigación, interpretación y deducciones astronómicas y físicas, geográficas y geológicas, el detalle de sus instrumentos y el cuidado de su funcionamiento por lograr mayor veracidad en sus trabajos; la nomenclatura de la ruta americana, día por día, hasta formar un verdadero monumento de Geografía Astronómica. Tampoco deja de hacer la historia de los principales fenómenos naturales que observa, presentando así cuadros magistrales, de estética pura, llenos de encanto y



Diario de Viaje inédito de Alejandro de Humboldt: Cronología de su Viaje Americano.—Comienza así: "Chrologie de mon Expedition.—Parti de la Corogne le 5 Juin 99 arrivé aux bords de la Geronne le 1 Aoute 1804.—Le 13 Mai 99 parti de Madrid. Le 25 Mai 99 arrivé à la Corogne".— Letra original de Humbo'dt.

cargados de erudición, en el más movido peregrinaje científico que vieran desde siempre los anchos caminos de una América virgen todavía. Verdadero maestro y artista en la interpretación paisajista y en el análisis objetivo y subjetivo a la vez de lo que sus ojos aprisionaran.

En sus **Diarios** nos hace recorrer mágicamente su misma ruta de América, desde que sale de Dresde, en Saxonia, hasta su retorno a Burdeos, en Francia. En un todo exhaustivo nos hablan los lugares, las estrellas o los planetas, con los cálculos múltiples, las disquisiciones especulativas o los grafismos a vuelo de pluma; nos hablan los incidentes marítimos o continentales, salpicado todo con la gracia de la mar atlántica o de la naturaleza poética americana, y, más que todo, con ese humor propio, inconfundible y personalísimo de Alejandro de Humboldt que, de tanta gracia o socarronería, los incidentes verdaderos parece que los transformara en anécdotas. Esto último aligera el estudio profundo y, en ocasiones, árido, encaminado todo hacia un verdadero bien para la navegación, la cartografía, la ciencia geográfica en general.

Humboldt comienza su trabajo cartográfico sobre América en plena navegación del Atlántico. Su sentido es teórico y práctico, a la vez, en beneficio inmediato de lo náutico. Analiza las cartas geográficas que dispone a la mano o le entregan los marineros. Con gran pesar encuentra que las antiguas eran mejores que las nuevas. Le merecen mejor crédito las de Bonne, esbozadas para **L'Histoire Philosophique et Politique du Commerce des deux Indes** por Raynal. La Carta Naval del Atlántico de 1792, utilizada generalmente para la navegación, exponía los barcos a graves peligros, por situar en falso la Isla de Tabago, al Oeste de Trinidad, cuando de verdad correspondía al Este; lo mismo que Cumaná en $9^{\circ} 52'$ de latitud Norte, con medio grado de error. Pues de realidad se halla mucho más al Sur. Se había situado también el Cabo Oeste de la Isla Margarita donde debía estar el Cabo Este.

Una de las más bellas y emotivas descripciones de las Canarias y el Pico de Teide se encuentra en la carta que Humboldt dirige a Delamétherie desde Cumaná, el 18 de julio de 1799. En ella parece más un poeta que un científico. Sin embargo, junto a las preciosas imágenes del paisaje de las **Islas Afortunadas** se descubren el dato y la observación, algunas hipótesis geognósticas o físico-químicas. Tampoco falta la gratitud para las gentes que le ayudan, como el vicecónsul francés Le Gros, antiguo compañero de Baudin en su viaje por las Antillas; Bernard Cologan, que había seguido científicamente la erupción terrible del Pico de Teide, el 9 de junio de 1798. Le Gros le entregó una Memoria escrita sobre el fenómeno y un buen cuadro

que se guardaba en el Real Jardín Botánico de Orotava, representando la erupción. Humboldt teoriza bastante acerca del vulcanismo y casi a priori interpreta la actividad del Pico de Teide, lo que le valdrá la crítica respetuosa o mordaz que le llevará a rectificarse. Según sus ligeras observaciones le resultó el Pico de Teide una inmensa montaña basáltica, "que parece" descansar sobre piedra caliza, densa y secundaria, materia idéntica a la del Cabo Negro en Africa, o a la de Saint-Loup cerca de Agde, o de algunos lugares de Portugal. Según esta concepción generaliza que las Azores, las Canarias y Cabo Verde no son sino continuación de la formación basáltica de Lisboa. Asimismo afirma que había visto en San Gotardo y Salzburgo ciertos granitos o sienitas que ya los encontrara en Tenerife, arrojados por las olas desde la costa africana. Entre sus curiosas deducciones volcánicas sostiene que el Pico de Teide no arrojaba lava por su cráter desde siglos, ella se escapaba por los flancos. Mas el cráter producía azufre y sulfato de hierro. Y allí viene su hipótesis: "Acaso el azufre provenga de la roca caliza o de los basaltos" idéntico fenómeno asegura que se producía en Andalucía. La piedra caliza de esta región podría suministrar azufre a toda Europa. Termina con una hipótesis de alto alcance universal: "Veis con qué uniformidad el globo está construido".

Así como a Delamétherie le proporciona los primeros datos geológicos y volcánicos de su **Viaje Americano**, al Barón de Zach, los astronómicos y geográficos, y a Willdenow, los botánicos. Algunas cartas o verdaderas Memorias científicas recibe el Barón de Zach desde París (1), Madrid (2) y Berlín (3), y las publica en **Allgemeine Geographische Ephemeriden**. En reconocimiento le dedicará Humboldt uno de los volúmenes de su obra americana, que trata de las observaciones astronómicas, barométricas y operaciones trigonométricas. Y desde Venezuela le escribirá:

"Sin vos los astros del cielo de los trópicos no me habrían jamás sonreído. Debo a vos los goces más puros, la omnipotencia de la naturaleza nocturna, la mayor calma, la más tranquila de todas las fuerzas".

Los proyectos y realizaciones astronómicos en el Nuevo Mundo, salpicados por la anécdota o la gracia muy propia de Humboldt, se encuentran, en buena parte, en las cartas que en Europa se publican

(1) Humboldt al Barón de Zach. París, le 3 juin 1798.

(2) Humboldt al Barón de Zach. Cumaná, 1er. septembre 1798.

(3) Humboldt al Barón de Zach. Cumaná, 17 novembre 1799.

con oportunidad. No hay en ellas —como en los **Diarios**— ni la sistematización, ni el detalle erudito; tampoco la obra completa americana de ese tesoro de observaciones; sí, algo de importancia. La correspondencia que mantiene con el Barón de Zach, desde París hasta Berlín entre 1798 y 1806, es esencialmente astronómica. No deja de participarle de París, el 3 de junio de 1798, de haberse terminado la gran medición de la base entre Melun y Lieusaint, acontecimiento geográfico y astronómico de los más importantes en los tiempos modernos. Y le anuncia que estará con Delambre en una de las próximas operaciones finales para medir el arco del meridiano terrestre entre Dunkerque y Barcelona, operación demasiado célebre en la historia de la Geodesia universal. Todavía iba a concurrir como invitado personal de Juan Bautista Delambre, encargado por el Instituto de Francia para verificar con Méchain tan importante trabajo. Se siente orgulloso al indicarle que asistirá con un círculo de Lenoir.

Poco después le envía desde Madrid un buen número de observaciones que las verificará en la Francia meridional y en parte de la costa oriental de España, lamentándose que el astrónomo Nouet, de la Expedición Francesa a Egipto, se hubiera adelantado a trabajos magnéticos suyos con la brújula de Borda. Carta valiosísima que revela por primera vez el origen de su **Viaje Americano**: pues, fiel a su **plan de visitar los trópicos** había ido a España para obtener la licencia exploradora.

Dos cartas desde Cumaná divulgan en Europa novedades científicas del más alto interés. Una síntesis de los trabajos en plena mar y cierta parte continental de la Capitanía General de Venezuela. Los instrumentos astronómicos en plena faena. Había analizado el aire del Atlántico, del Pico de Teide y Cumaná. Encuentra la pureza del oxígeno —0,301—, especialmente la noche, entre los 12 y 13° de latitud Norte. En cambio a 1700 toesas, en la cumbre del Pico de Teide, 0,494 de oxígeno. Mucho le llama su atención la refracción de la luz, afirmando por primera vez que tal fenómeno era **menor en los trópicos que en Europa**. Las causas localiza no sólo en el calor sino en la gran humedad de la zona tórrida. Le han llevado a estas conclusiones un buen número de sus observaciones acerca de la refracción: celestes, terrestres, horizontales, realizadas en plena mar, entre las Canarias, Santa Clara y Allegranza. Siguiéndole a Jonathan Williams en su obra **Thermometrical Navigation**, publicada en Filadelfia el año 1799, observa y calcula la temperatura y la pesantez específica del agua marítima. Encuentra de 4 a 5° F. en el agua que baña un banco oceánico, y de 17 a 18° en la que baña un bajo fondo. Localiza, además, una zona oceánica, donde no hay corrientes, con agua específicamente más densa. Le sigue a Francisco Balfour y John

Farquar en el fenómeno de las mareas atmosféricas. En Cumaná lo halla más regular que en Bengala. En 24 horas se producen 4 flujos: más cortos los de la noche. Le parece que el sol influye en ello, no así la lluvia ni el viento, la tormenta ni la calma. La luna cuenta más bien para despejar las nubes con fuerza bastante visible, antes que en el ciclo de los flujos. Las conclusiones expuestas son el resultado de una infinidad de sus observaciones personales, tomadas desde el segundo día que arribara a Cumaná. Encuentra también una pureza y esplendor tales en el cielo cumanés que le permiten leer con frecuencia, mediante la lupa y a la luz de Venus, el nonio de su pequeño sextante de Troughton, apenas de dos pulgadas.

"Venus desempeña aquí el papel de la luna".

Descubre en ella grandes y luminosos halos, de dos grados de diámetro, con los más bellos colores del arco iris, cuando hay completa pureza en la atmósfera y el cielo se halla plenamente límpido y azulado. Le hace escribir emocionado:

"Creo que es aquí donde el cielo estrellado ofrece el espectáculo más bello y magnífico".

Más lejos, hacia el Ecuador, se perdían de vista las hermosas constelaciones del Norte, aunque la bóveda celeste del Sur tenía allí también su belleza. Observa eclipses de sol y de Júpiter, toma alturas correspondientes por medio del cuadrante de Bird, establece diferencias entre las últimas y los azimut. Es una de las pocas ocasiones en que se lamenta por su salud momentáneamente quebrantada, a consecuencia de las observaciones astronómicas. Se le quema la cara y el cuerpo, guarda cama dos días y recurre al tratamiento por drogas. Los ojos bastante estropeados, efecto de los terrenos calizos y blanquísimos como la nieve. El metal de los instrumentos ardiendo a los 41° R., al trabajar con ellos a pleno sol.

Detalla el conjunto de sus experiencias con el sextante de reflexión de Halley, Ramsden y Troughton. A este último le considera de mayor precisión para determinar la altura del sol. Tales experiencias anota en su prolijo **Diario Astronómico** junto con las determinaciones de la latitud y longitud geográficas, realizadas sobre el barco o los puertos. El trabajo cronométrico lo puntualiza con excesivo celo, registra la marcha del cronómetro de Louis Berthoud y dice de él que Borda conoció personalmente de su precisión. No solamente vigila su marcha, determina las longitudes y las compara con otras ya perfectamente aceptadas. El cronómetro sujeto a la hora meridiana de

Madrid le sirve de guía en el cálculo de todas las longitudes americanas. Sin embargo cree que puede modificarse en vista de las investigaciones que Chaix estaba verificando en España o por efecto del clima u otras circunstancias imprevistas que se presentan en el viaje. Tiene Humboldt más confianza en los trabajos astronómicos que en las operaciones trigonométricas. Por esto calculó pocas longitudes a base del último método. La latitud de ciertos lugares, entre ellos de Cumaná, la encuentra observando con frecuencia la marcha del sol o de algunas estrellas, por medio del cuadrante de Bird o el sextante de Ramsden. De **sobrehumana** califica su paciencia benedictina para tales trabajos. Con cierto gracejo escribe: se necesita de mucho **amor** en calor tan asfixiante. Muy satisfecho califica sus determinaciones de **bastante exactas**. Pocos meses después de haber arribado a Cumaná logra calcular la longitud y latitud de más de 15 lugares de Paria, lo que esperaba utilizar como punto de partida para levantar una **Carta** del interior del país. Había tomado, además, con el cronómetro de Louis Berthoud la altura de las cordilleras. Las más altas elevaciones arrojan 976 toesas francesas, y un poco más al Oeste dirección a la Silla de Caracas unas 1.600 en dos montañas que se unen a las cordilleras de Santa Marta y de Quito. Asegura que al oriente de la Provincia de Nueva Andalucía levantábanse algunos volcanes pequeños, los cuales arrojaban agua cálida, azufre, hidrógeno sulfuroso o petróleo. Le sorprende el 4 de noviembre de 1799 un temblor violento en Cumaná y otro movimiento menos intenso en ocho días consecutivos, coronando al fin un **verdadero fuego de artificio**. Como globos incendiarios cruzan velozmente los bólidos por la atmósfera transparente, entre dos y seis de la mañana, arrojando gavillas de algún diámetro. Entonces sienta la hipótesis de que la frecuencia de los temblores obedece probablemente a la fuerza con la cual arrojan los volcanes sus materias ígneas. En la Presidencia de Quito había arrojado en 1797 el Tungurahua más agua cálida y tierra pastosa que lava, produciéndose el terrible movimiento sísmico que acabó con miles de habitantes (4). Considerará a este volcán de altísima importancia en la Geognesia:

“...un volcán por el cual la Naturaleza iba a reconciliar a los Neptunistas con los Vulcanistas”.

La climatología le preocupa intensamente desde un punto de vista estrictamente experimental. Dispone de buenos instrumentos

(4) Humboldt indica que murieron 16.000 personas. Dato equivocado. Juan de Dios Morales, empleado del gobierno español por entonces, encuentra otro número.

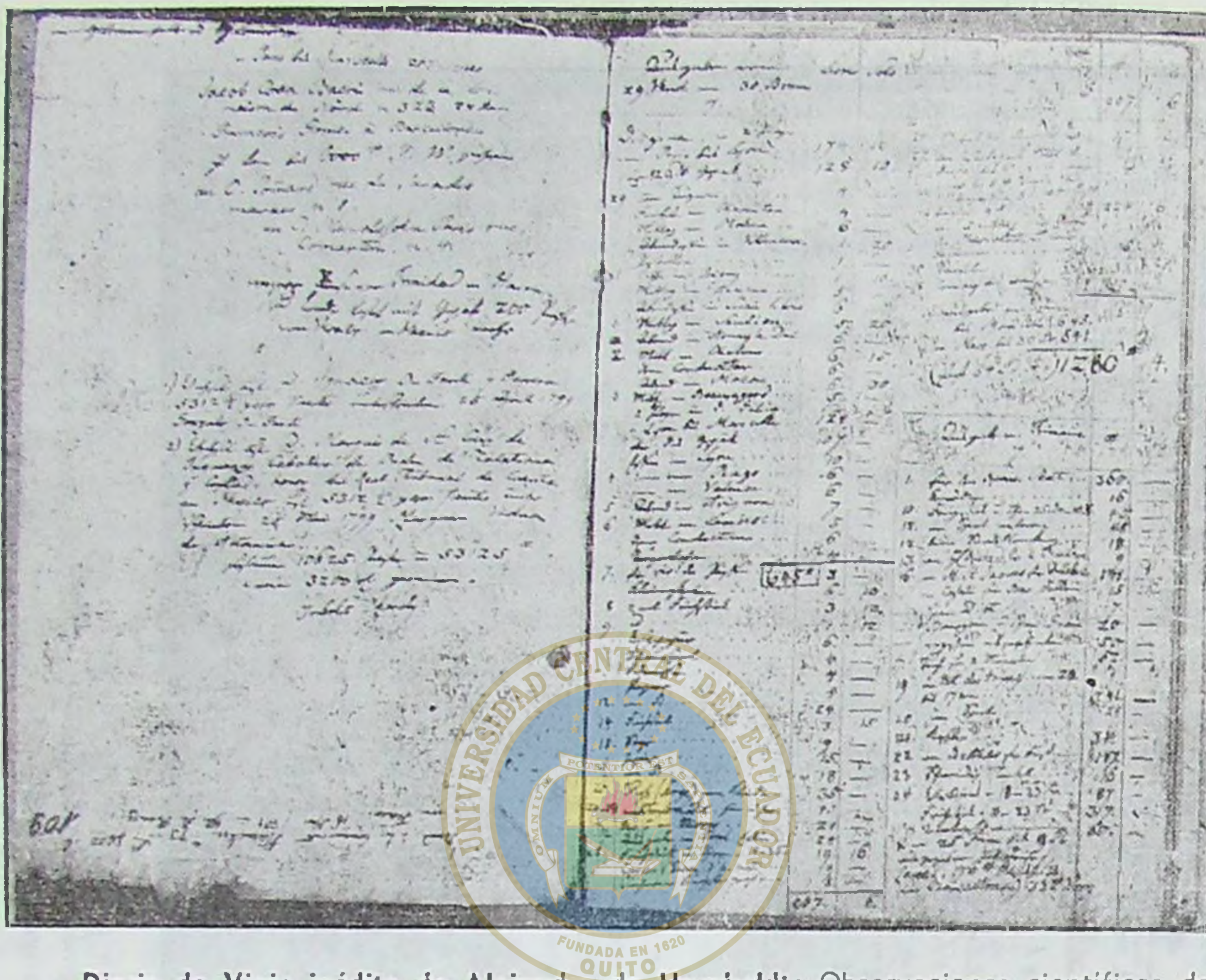
meteorológicos, que los había comparado en París con los del Observatorio Nacional y los había reducido en armonía con ellos; gozando, por tanto, de gran precisión, a igual que las brújulas de Borda, para las observaciones magnéticas. Después de un sin fin de observaciones meteorológicas deduce hipótesis sorprendentes: El clima de la Provincia de Nueva Andalucía era ante todo **verdaderamente volcánico**. La fuerza magnética o el número de oscilaciones podía aumentar en la aguja al igual que su inclinación podía disminuir. Esta decrece en forma bastante visible al Sur de los 37° de latitud Norte. Bajo un mismo paralelo la inclinación se manifiesta mucho hacia el Oeste que hacia el Este. Mientras más se aproxima al Ecuador la inclinación es más fácilmente interceptada por eminencias en el mar, aún las más pequeñas. En tierra continental se interrumpe más la inclinación magnética en su disminución progresiva como la desviación de la aguja.

El reajuste de sus estudios astronómico-geográficos en el Nuevo Continente tenemos que encontrar en sus primeras observaciones verificadas en suelo español, desde el 3 de enero hasta el 5 de junio de 1799. Tan ilimitado tiempo se le va también en preparar su viaje o en las entrevistas imprescindibles con gente cortesana o naturalista. En general, pocas observaciones en Barcelona (5).

En Valencia determina pocos lugares geográficos más que en Cataluña (6). Se discute su trabajo, pero no se lo rechaza. Con

(5) Del 15 al 26 de enero de 1799 investiga Humboldt en Barcelona: determina el tiempo, las alturas correspondientes al sol, la temperatura, la latitud. Aprovecha la azotea de la posada **Fuente del Oro**, el mismo local en el cual concluyó Méchain una parte de sus importantes trabajos geodésicos. La latitud obtenida por Humboldt se diferencia apenas en $10''$ de la lograda por el astrónomo francés. El 15 de enero no obtiene éxito al observar la ocultación de Júpiter. Cuida cuidadosamente su cronómetro y le sigue a Júpiter hasta pocos minutos antes de su inmersión. En esos momentos la luna se pierde tras las montañas de San Gerónimo y la operación se interrumpe. Según cálculos de Humboldt, la longitud de Barcelona es de $9^\circ 34' 45''$. El resultado aprovecha para determinar la longitud de otros lugares. El 20 de enero determina el tiempo y las alturas correspondientes a Sirio, en el Observatorio de la Abadía de Montserrat. La determinación de la latitud algo insegura. Su diferencia de $20''$ con la lograda por Delambre, según las observaciones de Méchain. Tampoco es valiosa la longitud correspondiente al Convento. El 31 de enero calcula la latitud de Cuello de Balaguer; el 2 de febrero, la de la Venta de la Sanieja, a cinco leguas sur de Alcalá de Chivert, un terreno inculto entre Torre Blanca y Oropesa. Estos datos serán rectificadas por Churrua, Fidalgo, Noguera y otros.

(6) El 6 de febrero de 1799 trabaja en el Observatorio de Santa Tecla, de Valencia. Determina el tiempo, las alturas correspondientes al sol y la temperatura. La latitud obtenida es diferente a la del jesuita Cassaus, autor de un **Mapa del Reino de Valencia**, y a la de Tosca. Se le critica por haberse fiado sólo de combinaciones,



Diario de Viaje inédito de Alejandro de Humboldt: Observaciones científicas de Alejandro de Humboldt en tierra francesa en su viaje hacia España.—Letra de Humboldt.—Comienza así: "29 Vend.—30 Brum—7"...

honda emoción histórica se encuentra Humboldt en la antigua Sagunto, en el palacio de Murviedro. Sobre las ruinas del templo de Diana observa el tiempo, determina la longitud y latitud (7). No es el primero, le habían precedido Tofiño (8) y López (9). Madrid fue el centro de su mayor preocupación, pues la longitud de la villa le serviría para la determinación geográfica de otros puntos de la Península. Había llegado a la capital madrileña después de mes y medio

dejando de lado las observaciones directas. Tofiño tampoco coincide con los resultados de Humboldt. Aquel no hizo sus observaciones en la ciudad misma, de allí el error. El Barón de la Puebla-Tornesa determinará en 1803 la latitud de la ciudad desde la torre de la Catedral, con instrumentos más precisos, y la longitud desde el Observatorio. Méchain ofrece una latitud que apenas se diferencia de la de Humboldt. Oltmanns elogia a su amigo, después de calcular el promedio entre las dos latitudes y longitudes.

(7) Valencia: Longitud $2^{\circ} 45' 9''$. Latitud $39^{\circ} 28' 42''$. Murviedro: Longitud $2^{\circ} 39' 33''$. Latitud $39^{\circ} 40' 26''$.

(8) Tofiño entregó su cálculo en su *Atlas Marino*.

(9) López ofrece su cálculo en su *Mapa de Valencia*.

de viaje difícil, estropeándose en mucho sus instrumentos. Su **itinerario** interesante —hasta ahora **inédito**— le facilita en todo su movimiento (10). El Palacio del Duque del Infantado en Madrid, —lado occidental de **la Plaza Mayor**— el Sitio Real de Aranjuez y la tradicional Toledo (11) le sirven para sus observaciones. Estas no se registran en su **Diario Astronómico**, sí en una carta que le dirige a Delambre el 12 de mayo de 1799. Para fines de mayo le tenemos en La Coruña, luego en El Ferrol y algunos otros lugares, donde realiza nuevas observaciones (12). Con los estudios al Norte de España interrumpe sensiblemente sus importantísimos trabajos astronómico-geográficos.

En pleno Atlántico, a medio día del 19 de junio de 1799, observa Santa Cruz de Tenerife desde la Fragata **Pizarro**; pero, antes que él, valiosísimas observaciones las verificaran científicos notables (13). Con todo, sus mediciones las prefiere Oltmanns al tratar de deducir la latitud y longitud definitivas del muelle de dicha isla. Observaciones curiosas con el barómetro le llevan a contradecir científicamente a Horsburgh (14). Las primeras determinaciones astronómicas en tierra americana tienen profunda emoción. Fue el 13 de julio de 1799 cuando Humboldt estudió científicamente el cabo de Tabago, la costa

(10) Barcelona, Montserrat, Cuello de Balaguer, Valencia, Murviedro, Madrid, Aranjuez, La Coruña, El Ferrol.

(11) No es tan precisa la latitud de Aranjuez, ni su longitud. Latitud: $40^{\circ} 1' 54''$. Longitud: $5^{\circ} 56' 30''$. Los observadores: Bauzá y Humboldt.

(12) Humboldt comunica, el 12 de diciembre de 1799, a Delambre sus observaciones astronómicas realizadas en Madrid. Longitud de la Villa 0 h 24' 30''. De la Plaza Mayor 0 h 24' 32'', 2. Chaix y otros astrónomos se habían interesado por verificar tales mediciones, luego Tofiño e Isidoro de Antillon. Oltmanns reajustará todos los cálculos, encontrando señaladas diferencias con los de Humboldt.

Según Oltmanns, la longitud de Madrid da 0 h 24' 10''. Megnie había determinado por primera vez la longitud de la Villa y observado con Pedro Giraldo en Aranjuez el eclipse de sol, del 16 de junio de 1806. Felipe de Bauzá lo había observado en Madrid. El 2 de mayo de 1799 fijó la latitud del Real Sitio de Aranjuez, aunque le interrumpió la lluvia. Tomás López da otro dato en su **Carta** de la Provincia de Toledo.

(13) Fleurieu y Pingré, tres años antes de Humboldt, habían realizado investigaciones sobre la longitud de Santa Cruz. Cook había entregado nuevos datos. Dionisio Galiano los había analizado. Vancouver, La Peyrouse, Quenot, el almirante inglés George Keith Elphinstone y algunos rusos a las órdenes de Krusenstern, proporcionan nuevos.

(14) "Ce phénomène curieux des variations horaires du baromètre n'est pas restreint à l'étendue des mers, comme l'a récemment prétendu M. Horsburgh. Je l'ai observé dans l'intérieur des terres, à plus de quatre cents lieues des côtes; il se manifeste partout également, que la colonne de mercure ait 760 o 460 millimètres d'élevation".

de Paria e isla de Coche. Tres días después, la ciudad de Cumaná. Entre el 12 y 16 de julio la actividad emotiva no tiene comparación ninguna. Humboldt se siente un poseído de la naturaleza y del cosmos ante las puertas del Nuevo Continente. El y Bonpland no desperdician nada, todo detalle que les regala el cielo y las estrellas, el mar y los islotes, el agua o los fucus, anotan con fiebre enloquecida. Es necesario leer los **Diarios** en esta parte. Discuten con los marinos la posición de Trinidad o el trabajo de los instrumentos, la altura del sol o sus reducciones, la fuerza de las corrientes marítimas hacia el norte o su curvatura, los cálculos precisos acerca del cabo de Tabago, Bocas del Dragón, cabo de Tres Puntas, Punta de la Galera, islas de Coche, Guagua, Cubagua y Lobos, cabo Macanao, isla Margarita (15).

(15) El 12 de julio de 1799 da el cronómetro de Humboldt una diferencia notable de $1^{\circ} 12'$ de longitud. Los pilotos consideran en 24 leguas marinas más de lo real la distancia a la costa desde el lugar oceánico donde se hallaba. A las 6 de la mañana del día siguiente se toma falsamente un punto montuoso como la isla de la Trinidad. Las alturas del sol le dan $11^{\circ} 1'$: "tanta había sido la fuerza de las corrientes hacia el norte". Mediante levantamiento con la brújula y el cronómetro localiza el cabo de Tabago, —sección noreste— próximo de las islas pequeñas de Saint-Guilles o Melville. La posición conforme con la de Cosme Churruca. "Es notable que M. de Humboldt, desde su arribo a América, encuentre sus longitudes un poco más al oriente que las de los navegantes españoles M. M. Churruca y Fidalgo". La longitud del noreste de Tabago había sido determinada por Bonne en su Atlas, para la obra de Raynal; por navegantes franceses en una Carta reducida primero, y corregida luego en 1792; por Arrowsmith en su Carta de los Indias Occidentales, en 1803; por Churruca en los resultados de la Real Expedición Española.

Las alturas del sol le sirven de base para determinar la longitud de las Bocas del Dragón y cabo de Tres Puntas. Pero el mismo Humboldt reconoce como incierto el resultado para las Bocas. Faden las había determinado en 1802, lo mismo Punta de Manzanilla. Fidalgo había hecho lo mismo el año de 1802. La Carta reducida de 1792 contemplaba también el cálculo. Barra ofrece otras medidas de longitud.

Algunos mapas del Depósito Hidrográfico de Madrid fijaban indistintamente el cabo de Tres Puntas. Una Carta reducida de partes conocidas del Globo, publicada en 1755, y otra del Golfo de México, trazada de orden del Duque de Praslin, sitúan Tabago al oriente de Trinidad. Tal posición contemplaba ya la de Diego Ribero, trazada en 1529, uno de los monumentos más preciosos de la Geografía. Cruz Olmedilla y algunos autores franceses sitúan Tabago al oeste de Punta Galera. Por ejemplo la Carta del Océano Atlántico, diseñada en 1786 y corregida en 1792. Esta misma representa en forma alargada la isla de Trinidad. La cuadrada, como se representa en el Atlas de Bonne para la obra de Raynal y en la del Golfo de México, publicada por orden de Praslin, se aproxima más a la realidad. Durante mucho tiempo se había ignorado en Europa cual era el primer lugar de América al que se llegaba primero navegando desde el Viejo Mundo; o a Tabago o a Trinidad. Más o menos 200 barcos cruzaban anualmente el canal entre las dos islas, no obstante no se conocía su longitud. Bonne corrige la Carta de Cruz Olmedilla, publicada en 1755, dando al canal 9 leguas, en lugar de $4\frac{3}{4}$. La posición de las islas de Coche, Guagua o Cubagua y Lobos toma im-

En aquel laberinto de posiciones los recuerdos de historia colombina embargan a Humboldt hasta el paroxismo. No por esto señala el peligro para la navegación y la tremenda confusión geográfica. Trata de remediarlo y lo consigue. Humboldt redescubre el canal estrecho entre la isla Margarita y la parte continental, por el cual tenían que cruzar las embarcaciones dirección a Cumaná, Barcelona y La Guayra. Durante tres siglos habían confundido los pilotos españoles la isla de la Trinidad con un sitio montuoso, creyendo hallarse siempre a unas 24 leguas marinas más de la costa; cuando, en efecto, la distancia era mucho menor. Considera de la mayor importancia la posición de Punta Galera y del cabo oriental de Tabago para la navegación: pues, todos los barcos de Europa tenían que cruzar obligadamente el canal que separa Tabago de Trinidad. Primeras tierras del Nuevo Mundo que se presentaban al europeo. "El piloto —escribe— no se debe engañar ante su vista". "El entra en las Bocas del Dragón donde el Orinoco entrega sus aguas con impetuosidad al Océano". Muy frecuente la confusión, los navegantes no sabían con certeza si se hallaban ante Trinidad, Tabago o Granada. Ignoraban la fisonomía de la costa. Esto se empeoraba por la obscuridad o equivocación en las cartas geográficas; además, por las lluvias torrenciales que se desataban desde junio hasta diciembre en el litoral de Paria, nublándola casi por completo durante tres o cuatro días seguidos. Admirado escribe Humboldt:

"Plus on approche de l'Amérique méridionale, et plus on est incertain de la latitude".

Antes del Viaje Americano se había dedicado algún tiempo a la Cartografía. Muy poco al manejo del barómetro o del sextante. Descuidó del primero, a pesar de que su invento por Torricelli, alumno de Galileo, se remontaba a 1643, y que ya lo aplicara Pascal para la medición de las alturas. Y del segundo, a pesar de su utilidad en

portancia por el estrecho canal entre la Margarita y el continente. Por este canal cruzaban los barcos, dirección a Cumaná, Barcelona o La Guayra. El 15 de julio de 1799 determina Humboldt la longitud de la sección oriental de la isla de Coche. La Carta reducida de 1792 representa una isla en el canal, entre Tierra Firme y Margarita: en realidad son dos islas, la de Coche y la de Guagua. Oltmanns al juzgar esta Carta sostiene que en ella desde el cabo de Tres Puntas todo hállase situado en una longitud **muy oriental**. La Margarita, isla grande y estéril, próxima a Cubagua, la primera tierra donde se establecieron los conquistadores españoles, presenta el grupo montañoso del valle de San Juan y otro del Macanao. A la distancia engañaban éstos como si se tratara de dos islas distintas. El 15 de julio del mismo año verifica Humboldt algunas observaciones para determinar la latitud norte, al este de la punta occidental más avanzada del cabo de Macanao.

la medición de ángulos y distancias. En 1790 practica con el barómetro en sus desplazamientos por Europa, pero sólo siete años después se orienta más detenidamente en la Astronomía, bajo los consejos de Francisco Javier de Zach, fundador de los Observatorios de Seeberg y de Nápoles. En Salzburgo trabaja con Leopoldo de Buch a fines de 1797 en toda clase de investigaciones astronómicas. Desde entonces hasta su muerte. A su maestro Zach le escribirá de Cumaná.

"Tened la bondad de aceptar lo que os envío y tened indulgencia para mis trabajos astronómicos. Considerad que ellos no son sino un accesorio de mi viaje, que soy un aprendiz en Astronomía, y que no he aprendido a manejar los instrumentos sino dos años hace" (16).

Este tiempo de práctica y teoría le lleva a seleccionar con acierto los instrumentos. El Nuevo Mundo erizado de montañas y regado por caudalosos ríos guardaba muchos peligros en sus entrañas. Exigía por lo mismo condiciones nada comunes en el hombre y en el instrumental de trabajo. Con tal orientación se provee de una rica colección, a base de paciencia, desde 1797. París, Londres y Ginebra contribuyen para ello. Poco volumen, bastante solidez y facilidad de transporte de los instrumentos se requerían para la selección.

En su **Diario Astronómico** y en el tomo primero de su **Relation Historique** se encuentra la lista de los instrumentos de física y de astronomía, entre ellos: un sextante de Ramsden, un pequeño cuarto de círculo de Bird, otro repetidor de reflexión de Lenoir, un teodolito de Hurter, un sextante de Troughton, un grafómetro de Ramsden, un reloj de longitud de Berthoud, un cronómetro de Seiffert, una brújula de inclinación de 12 pulgadas de Lenoir, algunos barómetros e higrómetros de Deluc y Seaussure, dos termómetros, un aparato que Paul trabajara en Ginebra para medir la temperatura del agua en ebullición, algunas brújulas de bolsillo y sondas termométricas, un cyanómetro, cuatro lentes y anteojos. Manda trabajar un cofre en París para todos los instrumentos. A su amigo Pictet en Ginebra le dice que no conocía la forma de algunos de ellos, ni el uso del **magnetómetro**.

Algunos instrumentos fueron sometidos a comprobación en el Observatorio de París, con intervención de Tralles y Borda. Los duplicados quedaron en Marsella; el círculo de reflexión y el Teodolito de Hurter, en España, y otros, de recuerdo histórico, ob-

(16) Humboldt al Barón de Zach, Cumaná, 1º septembre 1799.

seguirá en Caracas, Bogotá, Quito, Cuenca, Guayaquil, La Habana y México. (17).

De 1797 en adelante trabajan sin cesar. A Pictet le da razón el 7 de noviembre de 1798:

"Mi cronómetro ha hecho maravillas, no obstante los sacudimientos horribles de la diligencia entre Avignon y Marsella, sacudimientos que han roto el bello termómetro para la ebullición. El ha determinado la longitud de Marsella con un error de 8" 1".

Este instrumento había pertenecido a Borda y luego a Louis Berthoud. Humboldt lo adquirió al final en París. En Madrid comienza sus trabajos de cálculo barométrico, con Talacker, el 1º de abril de 1799; días antes, con el mismo, había investigado la inclinación y declinación de ciertas capas geológicas.

Extensa es la zona de investigación desde España hasta los dominios americanos, inclusive las Canarias. Trabajan los instrumentos sin cesar o en las aguas del Atlántico o en la parte continental. Se toman alturas del sol y las estrellas, distancias lunares o eclipses varios. Se precisan la dirección y fuerza de las corrientes marítimas, los fenómenos magnéticos, la temperatura del agua oceánica, el estado meteorológico de la atmósfera. Venciéndose obstáculos innumerales se trabaja astronómicamente al norte y sur del Ecuador, de los 13º a los 105º de longitud occidental. Las posiciones geográficas forman parte de su ruta. (18).

La modestia de Humboldt se manifiesta plena cuando reconoce cierta imprecisión en determinadas observaciones suyas, jamás por su culpa. Influyen adversamente las circunstancias en las cuales tiene que realizarlas: en un mar bravío o tranquilo, entre bosques o selvas, entre precipicios y llanuras sin fin, en playas o piraguas, a orillas de ríos caudalosos o en las heladas cumbres de los Andes. Atribuye además sus pocos errores a la falta de perfección absoluta en los instrumentos, a la fatiga del cuerpo o de los ojos, a la carencia de luz apropiada o a una serie de circunstancias imprevistas.

Solamente en el Atlántico se encuentra plenamente satisfecho, según le comunica al Barón de Forell el 24 de junio de 1799, desde Orotava:

(17) En *Relation historique...*, 263, afirma no haber embarcado el magnetómetro. En carta de Humboldt al Barón de Zach, desde Cumaná el 1º de septiembre de 1799, indica que ese aparato se hallaba funcionando bien. Esta nos parece la noticia aceptable.

(18) *Diario de Viaje* inédito de Alejandro de Humboldt.

"yo trabajé a bordo como en un laboratorio. Mucho cuidado se ha tenido de mis instrumentos a bordo. Es al bravo doctor Rafael (*) y por consecuencia a vos que yo debo aquello".

A Delamétherie le participa el 18 de julio de 1799, desde Cumaná:

"mis instrumentos de astronomía, de física y de química no se hallan desordenados; he trabajado mucho durante la navegación sobre la composición química del aire, su transparencia, su humedad, sobre la temperatura del agua del mar, su densidad... sobre la inclinación del aguja imantada, la intensidad de la fuerza magnética... Mis sextantes de Ramsden y de Troughton y el cronómetro de Louis Berthoud (este excelente instrumento me da la longitud de Santa Cruz de Tenerife de 1 h 14' 25" 5 y Borda ha encontrado 1 h 14' 24") me han dado la facultad de determinar con una grande exactitud los sitios donde cada observador ha actuado, con ventaja muy grande para las observaciones magnéticas".

Más tarde generaliza estos estudios en el tomo primero de su **Relation historique**, condensando lo que le escribiera al Barón de Zach, Lalande y algunos otros. Al primero le había comunicado en septiembre de 1799 desde Cumaná:

"La mayor parte de mis instrumentos astronómicos, relojes, barómetros, termómetros, higrómetros, electrómetros, eudiómetros, magnetómetros, cyanómetros, brújulas, agujas de inclinación, etc., han arribado en buen orden y ellos están en actividad permanente"... "estoy especialmente ocupado del análisis del aire. Su pureza en el mar (del 12 al 13 grado de latitud norte) va hasta 0,301 de oxígeno, sobre todo durante las noches. En la cumbre del Pico de Teyde (yo descendí casi al fondo del cráter y nosotros hemos pasado allí una noche a la altura de 1.700 toesas) la atmósfera no contiene más de 0,494 de oxígeno. Hemos visto, a esta altura, a la salida del sol un fenómeno singular de refracción. Al comienzo creímos que el volcán de Lancerote arrojaba fuego. Hemos visto chispas que volaban, no sólo verticalmente en un va y viene continuo, sino horizontalmente en un espacio de 2 a tres grados. Eran los rayos de ciertas estrellas que, probablemente cubiertos de vapores calentados por el sol, producían este movimiento acelerado y maravilloso de la luz. El movimiento horizontal cesaba por momentos"... "Me ocupo en la actualidad con prolijidad buscar el por qué de la refracción en los trópicos como entre nosotros. El calor no puede ser la única razón. El higrómetro juega allí un gran papel, y yo

(*) Se refería a Rafael Clavijo, español distinguido que le ayudó mucho en España.

creo que la gran humedad de esta zona contribuye para disminuir la refracción. Los vapores ejercen influencia sobre la órbita, y la luz (luz sin calor), de su lado, tiene un cierto poder sobre los elementos y descomposición del agua. La Caille ha encontrado solamente la refracción bastante importante en el Cabo de Buena Esperanza; el aire será más seco en el Africa".

"Yo podré comprobar por mí mismo, pues pienso entrar en Europa por las Filipinas, Cantón y el Cabo. En atención a ello, he hecho colección de un montón de observaciones de refracción de todo género, celestes, terrestres, horizontales, etc. En el mar yo mismo he verificado muchas de estas observaciones entre las islas Canarias, Santa Clara, Allegranza y Roca del Este. He observado el sol y las estrellas a una altitud de 3° y no he hallado sino una refracción insignificante. De resto he observado que la refracción no es importante en el mar sino cuando se cree habitualmente; eso depende de la repartición simétrica de los vapores en la atmósfera. Mido todos los días en Cumaná la altura de una montaña de la Cordillera; el Tataraqual, por medio del excelente cuadrante inglés de Bird que compré en Madrid en Casa Megnié. El ángulo no es sino de $3^{\circ} 4'$ y hasta ahora la refracción no ha excedido o no ha pasado de $32''$..." La distancia al Tataraqual es de 27.300 metros. Yo lo he medido sobre una gran línea de base, a la orilla del mar".

"He estado muy ocupado, al viajar por el mar, de la temperatura del océano y de su pesantez específica, que he determinado con una excelente balanza de Dollond. La idea de Franklin y de Jonathan Williams de sondear con un termómetro es tanto juicioso como feliz, y será un día muy importante para la navegación. Sobre un banco el agua es fría de 4 a 5° F., en un fondo, de 17 a 18° . Hay una zona en el océano donde el agua es específicamente más densa, que un poco más lejos hacia el norte o hacia el sur, pero no hay allí corrientes. He hecho muchos experimentos en el barco con el sextante de reflexión de Halley. Poseo uno de ocho pulgadas, de Ramsden, con el limbo de plata, donde está marcada la división de 20 en 20 segundos. De otro lado tengo yo el sextante de Troughton de dos pulgadas, que no le llamo sino el **sextante á tabatière**, es increíble lo que puede hacerse con este pequeño instrumento. Algunas determinaciones de la altura del sol, suministradas por él, cuando el sol pasa por la primera vertical, da el tiempo exactamente, en 2 o 3 segundos aproximadamente. Si esta precisión se debe al azar, ella hace ver que los azares son bastante frecuentes. Tengo un Diario Astronómico en buen orden, y cuando el tiempo y la calma de la mar me lo han permitido, he tomado determinaciones de latitud y longitud del barco o del puerto; he observado la inclinación de la brújula sobre el nuevo instrumento de Borda, que garantiza una precisión de 20 minutos. He aquí mis observaciones hechas con este instrumento en plena mar:

Altura	Longitud oeste de París	Inclinación magnética	Fuerza magnética Traducida por el N° oscilaciones dado un tiempo determinado
38° 52'	16° 20'	75,18	24,2
32 15	17 7	71,50	24,2
25 15	20 36	67, 0	23,9
21 38	25 39	64,20	23,7
14 20	48 3	58,80	23,7
12 34	53 14	50,15	23,4
10 59	61 23	46,40	22,3

A partir del 14° latitud norte, las inclinaciones disminuyen rápidamente. Las latitudes y longitudes están marcadas según la división antigua de los grados, la inclinación magnética, según la nueva. Aquí en Cumaná he encontrado esta inclinación de 44,20, y el número de oscilaciones de la aguja de 22,9 por minuto. El desvío de la aguja imantada hacia el este, en octubre de 1799, era de 4° 13' 45".

"No sé si habéis recibido lo que os he escrito antes de mi partida de España para la América del Sur, os había comunicado varias observaciones magnéticas hechas en España. En todo caso yo repito aquí los resultados. Mi cronómetro de Louis Berthoud, N° 27, ha conservado su mismo andar, él ha viajado mucho, y Borda conoce perfectamente su precisión. Thulis lo ha estudiado con asiduidad durante 18 días en Marsella, en sirviéndose del Observatorio de la Marina su instrumento de pasajes, ha encontrado que en ese tiempo no había variado sino un tercio de segundo. Durante todo un mes la más grande anomalía no ha excedido de un segundo y medio. Yo tengo un registro de su marcha por alturas del sol, que tomo con mi cuadrante de Bird (mi círculo de Borda y el teodolito están todavía en Europa). No controlo sólo su marcha, continuamente buena de 0' 5" aproximadamente; he podido todavía convencerme durante el viaje la concordancia de las longitudes dada por mi cronómetro sobre ciertos lugares ya perfectamente determinados, como, por ejemplo, Tenerife, el cabo de Tabago, Trinidad, y otros. En El Ferrol, en España, he encontrado que la longitud de este puerto según mi cronómetro era de 42' 22" al oeste de París, como Tenerife (punta de arena) era de 4° 12' 32". Mi cronómetro marcha cerca la hora media de Madrid, y todas mis longitudes están levantadas con esta hora, hay pues una diferencia de 24' 8" con París. Si estas medidas deben cambiarse poco, a consecuencia de nuevas investigaciones, de las cuales Chaix se ocupa por orden del Ministro de Estado Urquijo, él podría cambiar y mejorar todas mis longitudes. He encontrado también que la marcha diaria de mi cronómetro ha alterádose un poco en este país cálido y que su retardo ha aumentado cada día en un segundo y medio. Aquello no es de ninguna manera asombroso, por el calor que hace cuando se queman los dedos al tocar los instrumentos de metal ex-

puestos al sol. Es, pues, posible que las longitudes, tomadas en el viaje, sean un poco pequeñas, mucho no lo creo, por cuanto en el mar el frescor era bastante grande, 18° R. a 12° de latitud. Del resto yo tengo mis registros sobre la marcha del cronómetro, y sobre todas las observaciones día por día y en el mayor orden; yo, pues, puedo morir y si se pueden salvar mis papeles, se podrá examinar y rever los resultados y corregirlos a voluntad y con conocimiento de causa. No obstante he hecho con mucha paciencia y aplicación las determinaciones que creo ser exactas. En efecto se necesita una paciencia sobrehumana para realizar observaciones astronómicas con exactitud y **con amore** en tal calor. Véis, no obstante, que este calor abrumador en nada ha restado mi actividad. He encontrado la latitud de Cumaná observando con frecuencia el sol y con la ayuda de dos estrellas, con el cuadrante de Bird y el sextante de reflexión de Ramsden.

	Longitud oeste de París	Latitud Septentrional
Cumaná ville, castillo de san Antonio	4° 26' 4"	10° 27' 37"
Cabo N.-E. de Tabago	4 11 10	10 27 47
Cabo Macanao sobre la Isla de Santa Margarita	4 26 53	10 27 37
Punta Araya, baterías de nuevas salinas	4 26 22	10 27 37
Isla Coche, el cabo oriental	4 24 48	10 27 37
Boca del Dragón	4 17 32	10 27 37
Cabo de Tres Puntas	4 19 38	

Es la Punta de Araya que la he determinado trigonométricamente, sirviéndome de algunos triángulos. He encontrado la longitud de Macanao, 4 h 46' 41"; pero yo tengo más confianza en las experiencias astronómicas. La Isla de Coche ha sido también determinada de lejos, con ayuda de los triángulos.

Las viejas cartas, por ejemplo las de Bonne, que él ha bosquejado para la **Historia Filosófica y Política del Comercio de los dos Indias** de Raynal, son mejores que las nuevas, que exponen a los navegantes a los más grandes peligros. Nosotros mismos hemos corrido ese riesgo, en siguiendo la nueva Carta Naval del Atlántico de 1792, excelente sí para las otras partes, y que es comunmente empleada. Esta carta sitúa la isla Tabago al oeste de Trinidad, (Punta de la Galera) en este caso ella se encuentra al este. Cumaná está situada en esta carta en 9° 52' latitud norte, hay pues 1/2 grado de error demasiadamente al sur. El cabo oeste de la Isla Margarita se encuentra allí donde debería estar el cabo oriental, etc.

Por tanto nada es más importante para los navegantes que la situación exacta de la Punta de la Galera, sobre Trinidad, y la de Tabago. Pues las primeras tierras de América que ven aquellos

que vienen de Europa y que van a Caracas y a las islas **Sous-le-Vent** son las mismas islas. El menor error puede hacer errar el canal entre Trinidad y Tabago y conducirlos a la Boca del Dragón. Mientras tanto la Punta de la Galera está también mal indicada en la carta de Bonne: el cabo se encuentra en la punta noreste, y no sudeste, como se lo marca en la carta. Los capitanes de los barcos españoles D. Churruca y Fidalgo indican la longitud de Punta de la Galera en $54^{\circ} 39'$ de Cádiz. Si se sitúa Cádiz en $34^{\circ} 25''$ occidental de París, la longitud de esta Punta hasta París sería de 4 h 13' 1''. La longitud del Cabo Este de Tabago según mis observaciones sería de 4 h 11' 10'' y según Chabert la Punta de las Arenas se encontraría a 4 h 12' 36''. Esto es seguro, cuando se observa de la Punta de la Galera, Tabago al noreste, lo que confirma mi observación y la de Chabert.

El capitán de marina española Churruca y el capitán de fragata Fidalgo han emprendido desde 1792 un trabajo excesivamente importante en el Golfo de México. Después de haber determinado en conjunto el primer Meridiano de la América española al castillo de San Antonio del Puerto España de la Trinidad, utilizando cinco cronómetros ingleses, muchos teodolitos y grandes cuadrantes de Ramsden, Fidalgo emprende la empresa de determinar toda la costa del continente hasta Cartagena, donde él se encuentra en este momento, en tanto que Churruca determina todas las islas y el largo de las costas. La Guerra ha interrumpido las operaciones que, según se me ha dicho, exceden en mucho a la exactitud de los trabajos de Tofiño. He podido yo comparar por casualidad mis longitudes con las del capitán Fidalgo. En una carta del golfo de Cariaco, que se encuentra en manos del Gobernador de aquí, he encontrado la diferencia del meridiano entre Cumaná y Puerto España de $2^{\circ} 41' 25''$. En mis observaciones sobre la longitud de Cumaná, tomadas por base, he hallado una longitud oeste del primer meridiano sudamericano de París en 4 h 15' 18''. Más tarde se ha encontrado una hoja de papel en la cual Fidalgo había anotado que Punta de la Galera estaba a $55^{\circ} 16' 32''$ oeste de Cádiz y que de la Punta a Puerto España había todavía $37' 32''$. Si Cádiz, pues, está a $34' 25''$ de París, Fidalgo habrá encontrado la longitud del primer meridiano español americano a 4 h 15' 31'' oeste de París, lo que no se desvía sino 13'' de mis observaciones.

Cómo os describiros la pureza, la belleza y el esplendor del cielo de aquí, donde yo leo con frecuencia con la lupa a la luz de Venus el nonio de mi pequeño sextante? Venus hace aquí el papel de la luna. Tiene grandes y luminosas coronas de dos grados de diámetro, con los más bellos colores del arco iris en el cielo, lo mismo cuando el aire está completamente puro y el cielo todo azul. Yo creo que es aquí donde el cielo ofrece el espectáculo más bello y más magnífico. Pues más lejos hacia el Ecuador se pierden de vista las bellas constelaciones del norte. Pero la bóveda estrellada sur tiene también su belleza. Sagitario, Corona Austral, Cruz del Sur, Triángulo Austral, Altar

poseen muy bellas estrellas, y Centauro se puede medir en nuestro Orión, de modo que su constelación es bella, yo la he observado aquí a una altura que me hace gemir y transpirar.

Otro fenómeno muy singular y muy maravilloso es la marea atmosférica que he observado toda de seguido, al segundo día después de mi arribo. Conocéis el ensayo de Francis Balfour y de John Farquhar en el cuarto volumen de **Asiatic Researches**. Las mareas atmosféricas son aquí todavía más regulares que en Bengala y todas ellas sujetas a otras leyes. El termómetro está en perpetuo movimiento. El mercurio baja desde las 9 horas de la mañana hasta las 4 horas de la tarde. Entonces se eleva hasta las 11 horas, y vuelve a caer a las 4 y $\frac{1}{2}$, sube nuevamente hasta las 9 horas. El tiempo puede ser lo que se quiera, la lluvia, el viento, el huracán, la tormenta, la luna, etc., nada cambia esta marcha. Hay pues cuatro flujos en 24 horas; los de la noche son más cortos. El barómetro se halla más alto, 3 horas antes y 11 horas después del paso del sol por el meridiano. Parece pues que solamente el sol tiene influencia sobre esta marcha. La regularidad es tan precisa que después de las 9 horas $\frac{1}{4}$ el mercurio ha descendido 0,15 de línea. He coleccionado ya centenares de estas observaciones, y un día tendré algunos millares; la más grande diferencia entre el máximo y el mínimo medio del barómetro no pasa de 1,7 líneas. Yo no tengo sino marcado como los temblores de tierra afectan al barómetro. Pero la luna tiene una fuerza aquí para disipar las nubes...

Es verdad, yo habría deseado tener por compañero de viaje a nuestro amigo Burckhart, para hacer alguna cosa de grande en astronomía y geografía; pero entonces habría debido estar provisto de instrumentos más grandes y mejores que los míos...

En otra carta de Humboldt, al mismo Barón de Zach, desde Cumaná, del 17 de noviembre de 1799, describe algunos otros aspectos de su investigación científica:

"Hemos llevado más allá del Guarapiche el cronómetro de Berthoud y los sextantes de Ramsden y de Troughton. He levantado la longitud y latitud de más de quince localidades, que podrán un día servir de punto de partida para una carta del interior del país. He tomado con el barómetro la altura de las cordilleras. La parte más alta está en piedras calizas y no tiene sino 2.244 varas castellanas o 976 toesas francesas; pero un poco más hacia el oeste, dirección a Avila, hay montañas de 1.600 toesas, que unen estas cordilleras a aquellas de Santa Marta y de Quito.

A pesar del calor abrumador e insoportable de este mes he observado el eclipse de sol el 28 de octubre. El mismo día he tomado alturas correspondientes del sol con el cuadrante de Bird, que las añado aquí para que os podáis rever y corregir mis cálculos.

Pero yo estoy totalmente quemado la figura, por hacer las observaciones, que me ha sido necesario guardar cama durante dos días y recurrir a drogas. Los ojos sufren mucho, el terreno calizo blanco como la nieve los abisma completamente. Los

metales de los instrumentos expuestos a los rayos del sol calientan hasta 41° R. Después de estas observaciones yo concluyo que el verdadero Mediodía cae en 3 h 18' 11'', 8, o mi cronómetro avanza sobre el tiempo solar medio de Cumaná de 3 h 34' 16'', 8. El fin del eclipse ha tenido lugar, según mi cronómetro, en 5 h 48' 36''. Si yo tengo cuenta de la marcha del cronómetro a partir del Mediodía hasta el momento de la observación, el fin del eclipse habría tenido lugar en Cumaná a las 2 h 14' 22'', tiempo medio. Durante el eclipse yo he levantado todavía algunas diferencias en los azimuts y en las alturas a base de lo observado en los ángulos de la retícula, pero todavía no los he reducido.

El 7 de noviembre he podido verificar una buena observación de un eclipse del segundo satélite de Júpiter. He visto la entrada con ayuda del de Dollond que aumenta 95 veces hacia las 11 h 41' 18'', 5 de tiempo real. Podríase encontrar en Europa un tiempo correspondiente. Si habéis recorrido mi última obra, la **Météorologie souterraine**, habréis visto que la temperatura del interior de la tierra es bastante interesante. Aquí la temperatura alcanza a 15° 2 R., a 10° de latitud, y a una profundidad de 340 toesas. Mis instrumentos meteorológicos han sido comparados con los del Observatorio Nacional de París, y reducidos conforme a ellos. El termómetro a orillas del mar en la estación más calurosa, a la sombra, bajo los 26° R., no sube, antes se mantiene casi siempre entre 19° y 22° . Nosotros tenemos, de otro lado, todos los días después del paso del sol en el cenit, y cuando el calor del sol es insoportable, una tormenta y durante tres horas un fuego de calor. Un verdadero clima volcánico.

El 4 de noviembre hemos tenido un violento temblor de tierra, felizmente no ha hecho mayor mal. He visto sorprendido como la inclinación magnética ha disminuído durante este acontecimiento en 1° , 1. Algunos sacudimientos han seguido todavía y el 12 de noviembre hemos tenido un verdadero fuego de artificio. Grandes bolas de fuego han cruzado la atmósfera de dos a seis de la mañana. Ellas arrojan gavillas de fuego de 2° de diámetro. La parte oriental de la provincia de Nueva Andalucía está llena de pequeños volcanes; ellos arrojan agua caliente, de azufre, de hidrógeno sulfuroso y de petróleo.

Entre los indios de la tribu de los Guaigneris corre la fábula que el gran golfo de Cariaco ha tomado nacimiento pocos años antes del descubrimiento de la costa por los españoles, consecuencia de un formidable temblor de tierra. En una parte de este golfo tiene el agua del mar el calor de 40° R.

Mis observaciones magnéticas, hechas con las brújulas de Borda, dan los resultados siguientes: 1° la fuerza magnética o el número de oscilaciones de la aguja puede aumentar, entre tanto su inclinación disminuye; 2° la inclinación disminuye al sur de 37° de latitud norte; 3° la inclinación bajo un mismo paralelo es mucho más grande hacia el oeste que hacia el este; 4° en aproximándose al Ecuador, la inclinación es más fácilmente con-

trariada por las pequeñas eminencias sobre la mar; 5° en el continente la inclinación es más interrumpida en su disminución progresiva que en la desviación de la aguja...”

En carta a Jerónimo Lalande, puntualiza Humboldt conclusiones científicas, sin la suficiente materia experimental. Con todo son de altísimo valor:

“He observado —dice— que en el Antiguo Continente las localidades influyen todavía sobre la inclinación como en la declinación magnéticas. No se nota ninguna correspondencia entre las posiciones geográficas de los lugares y los grados de inclinación; he encontrado la misma cosa en el Nuevo Mundo, en transportando la brújula de Borda al interior de la provincia de Nueva Andalucía. Las observaciones que os habrá enviado el ciudadano Nouet de Egipto probarán probablemente la misma cosa. Las declinaciones son afectadas también por las localidades, pero mucho menos. La marcha de unas y de otras es mucho menos regular en el mar. Yo no os doy aquí sino observaciones cuyo error puede elevarse apenas a 15’; con la suspensión que el ciudadano Megnié me ha hecho para la brújula de Borda, yo mismo he obtenido una exactitud bastante grande en tiempo de calma. Es debido a esta circunstancia que se puede contar perfectamente el número de oscilaciones. Si, en contando de cinco a seis veces, y en llevando el instrumento a otro lugar, se encuentra siempre el mismo número, no se puede dudar de su exactitud.

Aunque las calmas no sean raras bajo los trópicos, he podido realizar en cuarenta días sino diez observaciones bastante exactas.

Lugares de obser- vaciones—An 7. (*)	Latitud	Longitud desde París	Inclinación Magnética	Fuerza Magnética
Medina del Campo			73° 50'	240
Guadarrama			73 50	240
Ferrol	43° 29' 00"	42° 22"	75 15	237
Océano	' 38 52 15	En 16 20	75 18	242
Atlántico,	' 37 14 10	arc. 16 30 15	74 90	242
entre Europa,	' 32 15 54	17 7 30	71 50	242
América y	' 25 15 54	20 36	67	239
Africa.	' 21 36 54	25 39	64 20	237
	' 20 08 54	28 33 45	63	236
	' 14 20 54	48 3	58 80	239
		en tiempo		
	' 12 34 54	3h 32' 57"	50° 15'	234
	' 10 46 54	En 61° 23' 45"	46' 40	229
	' 10 59 30	arc. 64 31 30	46 50	237

(*) En Francia equivale a 1799.

Véis por allí como es necesario multiplicar el número de observadores para tener mucho de lo que os presento. Nada más peligroso para las ciencias exactas que sumergirse en una multitud de mediocres entre pocas buenas observaciones.

Me felicito por los diez puntos del Océano que a vos indico y que podrán servir para reconocer si las inclinaciones cambian con rapidez. Las latitudes y longitudes han sido determinadas a la misma hora con mucha exactitud, por medio de un sextante de Ramsden, dividido entre 15" y 15", y por el **garde-temps** del ciudadano Louis Berthoud. Veréis con interés que **desde el 37° de latitud disminuyen las inclinaciones, disminuyen con una rapidez extraordinaria, como entre 37° y 4' de latitud ellas aumentan menos hacia el Este que hacia el Oeste...** Creo haber observado como en la alta cadena de los Alpes calcáreos pequeñas elevaciones sobre el nivel del mar alteran, cerca del Ecuador, las inclinaciones mucho más que en las grandes montañas de los Pirineos y Castilla la Vieja. Tomo por ejemplo cuatro puntos situados casi Norte y Sur a la distancia de 24", de los cuales he medido las alturas poco considerables.

	Toesas	Inclinaciones	Oscilaciones
Cumaná	4	44° 20'	229
Quetepe	185	43 38	229
Imposible	245	43 15	233
Cumanacoa	106	43 20	228
Cocollar	392	42 60	229

Borda había creído durante algún tiempo que la intensidad de la fuerza magnética era la misma en todo el globo. Atribuía entonces la poca diferencia que había experimentado en Cádiz, en Tenerife, en Brest, a la imperfección de su brújula, pero habiendo dudado de ello me ha empujado a fijar mi atención en este objetivo. Vos véis que la fuerza no disminuye con el grado de inclinación, pero que ella varía desde 245 oscilaciones en 10' de tiempo (á Paris) hasta las 229 (á Cumaná). Este cambio no deberá ser atribuido a una causa accidental: la misma brújula fija en París 245 oscilaciones; en Gerona, 232; después en Barcelona 245 y en Valencia 235; ella dá, después de un viaje de varios meses, el mismo número de oscilaciones que ella marca antes de partir; este número es el mismo en pleno campo, en un apartamento o en una cabaña. La fuerza magnética es, pues, durante largo tiempo la misma en un mismo lugar; ella parece constante como la atracción o la causa de la gravedad.

No obstante todos mis cuidados he podido hacer apenas observaciones de declinaciones magnéticas bien exactas. No he encontrado ningún instrumento que permita medirlas a menos de 40' aproximadamente. Desde luego es cierto que el punto de la variación 0 está ya muy adelante hacia el Oeste lo que la carta de Lambert (Efemérides de Berlín, 1729) no lo indica. Una muy buena observación es la de 1775, hecha sobre el barco

inglés **Liverpool**, que encuentra 0 a los $66^{\circ} 40'$ de longitud occidental y 29° de latitud setentrional. Hay dos puntos en esta costa, donde he observado con mucho cuidado por una brújula de Lenoir, siguiendo el método de Prony y de Zach (en suspendiendo una aguja en un hilo, mirándolo por miras y midiendo con un sextante el azimut de una señal).

Cumaná, $4^{\circ} 13' 45''$ al Este y unos veinte lugares más al Este, **Caripe**, $3^{\circ} 15'$ al Este.

He examinado con mucho cuidado las asersiones de Franklin y del capitán Jonathan Williams (**Transact. of the American Society**, vol. III, pág. 82) acerca del uso del termómetro para descubrir los bajos fondos. Me he admirado al ver como el agua se enfría a medida que ella pierde su profundidad; como los bajos fondos y las costas se anuncian de antemano. El más malo de los termómetros de espíritu de vino, construído arbitrariamente, pero siendo bastante sensible por la forma de su cabeza, o sobre todo su proporción al tubo, puede devenir, en medio de la tempestad, la noche, o cuando se tiene la dificultad para sondear, cuando el bajo fondo se aproxima insensiblemente, en instrumento benéfico en las manos del más ignorante de los pilotos. Me permito invitar al **Bureau des Longitudes** para fijar su atención en un objetivo tan importante. Todo el equipo de nuestra fragata ha estado asombrado de ver descender rápidamente el termómetro ante la proximidad del banco que va de Tabago a Granada, y de allí que es al este de la Margarita. La observación es tanto más fácil de realización cuando la temperatura del agua de mar está (día y noche) en los espacios de 1.200 leguas cuadradas, la misma, así la misma, cuando en 46 días de navegación, no habéis visto cambiar el termómetro, el más sensible, en 0,3 de grado R. El agua se enfría en la vecindad de los bajos fondos, de 5° a 6° F., y lo mismo más. La idea de Franklin, olvidada en el presente, puede un día ser muy útil a la navegación. Yo no digo que se debe referir enteramente al termómetro y no más sondear, eso sería locura; pero yo puedo asegurar, fundándome en mi propia experiencia, que el termómetro anuncia el peligro mucho antes que la sonda (el agua procura un equilibrio de temperatura y se enfría a las proximidades de las costas bajas). Puedo asegurar que este medio no es más incierto que una corredera llevada por las corrientes y número de métodos que ha hecho un largo uso venerables. No se debe creer que hay bajos fondos si el termómetro no descende; pero se debe estar seguro cuando baja todo él de golpe. Un semejante aviso es más bien precioso como las pequeñas cruces que forman nuestras costas marítimas, y de las cuales la mayor parte anuncian bajos fondos o que no existen, o, como las rocas a flor de agua, cerca de Madera (Ver la Carta del Océano Atlántico, 1792), están mal situadas. El medio de colocar un termómetro en un cubo de agua es bien simple.

Con una balanza de **Dollond** y termómetros encerrados en sondas provistas de **soupapes** yo he tomado la densidad y temperatura del agua del mar en la superficie y en la profundidad.

Si no me equivoco, vos habéis ya ocupado de este problema (*Journal des savans*, 1771). Como mis balanzas han sido comparadas a las del ciudadano Hassenfratz (Ved su nuevo trabajo hidrostático en los *Ann. de Chim.*, an VII), mis termómetros a los del Observatorio Nacional y que he estado más seguro de las longitudes cuando no lo es generalmente, la pequeña carta que construiré un día, sobre la temperatura y densidad del agua del mar, será bastante curiosa. A los 17 o 18° de latitud septentrional, entre el Africa y las Indias occidentales, hay una banda (sin corrientes extraordinarias) donde el agua es más densa que una más grande y una más pequeña latitud.

He aquí algunos datos acerca de la temperatura:

	Latitud boreal	Longitud del meridiano de París	Temperatura de la superficie de la mar (Ter- mómetro de Reamur)	Temperatura de la Atmósfera
Océano entre Europa, Africa y América.	43° 29'	10° 31'	12°	18°
	39 20	16 18 30	12	13
	36 3	17 13	12	14
	35 8	17 15	13	16 5
	32 15	17 7 30	14 2	13
	30 35	16 54	15	16
	28 25	17 22 30	15	17
	26 51	19 13	16	15
	20 8	28 33	17	16
	18 53	30 5	17 4	17
	18 8	33 2	17 9	19
	17 26	35 26	18	16
	15 22	22 49 15	18 5	20
	14 57	44 30	19	17
	13 31	50 2 30	19 8	18 9
	10 45	61 23 45	20 7	20 3
	10 28	66 31	21	de 17 a 27
	10 29	66 35	17 8	23
Sobre los bajos fondos				

Creo haber tenido una buena observación del eclipse de sol, del 6 brumaire an VIII. He verificado el tiempo durante ocho días; operación bastante pesada en esos centros, a causa de las tormentas que llegan cerca de la culminación del sol, y que hacen fallar las alturas correspondientes.

He tenido alturas correspondientes del sol, buenas en 1'', el día mismo del eclipse. El fin ha sido, tiempo medio de Cumaná, a 2 h 14' 22''. He observado las distancias de las coronas por el paso a los hilos en el cuarto de círculo, según el método de La Caille. Podré a vos enviar las observaciones desde La Habana. En el 16 brumaire he tenido una buena inmersión del satélite de Júpiter, en Cumaná, en tiempo verdadero, a

11 h 41' 18'', 2: he observado con un anteojo de Dollond, que agranda 108 veces. Espero que esta inmersión habrá sido observada en París. Las tormentas que han seguido al temblor de tierra me han hecho perder las inmersiones del 14 y 18 brumaire.

Creo haber fijado con bastante exactitud las longitudes siguientes, determinadas por mi cronómetro de Louis Berthoud y por el cálculo de los ángulos horarios. Tengo también en mis **manuscritos** muchas distancias de la luna al sol y a las estrellas, pero cómo calcular, cuando se tiene tantos instrumentos que seguir?

Cumaná, fuerte de San Antonio: longitud desde el meridiano de París (en suponiendo Madrid a 24' 8'') en tiempo 4 h 26' 4'', latitud, 10 h 27' 37''.

Puerto España, en la Isla de la **Trinidad**, longitud 4 h 15' 18'.

Tabago, cabo al Oriente, longitud 4 h 11' 10''.

Macanao, parte occidental de la Isla Margarita, longitud 4 h 26' 53''.

Punta Araya, en la provincia de la Nueva Andalucía, longitud 4 h 26' 22''.

Coche, isla, cabo al este, longitud 4 h 24' 48''.

Menos exactamente:

Boca del Dragón, longitud 4 h 17' 32''.

Cabo de Tres Puntas, longitud 4 h 19' 38''.

Carracas en la Trinidad, latitud 10° 31' 4'' (**exactamente**).

Yo me enorgullezco que estas posiciones interesen al **Bureau des Longitudes** porque las cartas son muy defectuosas en esta parte de las Indias occidentales. Las observaciones de Borda y de Chabert en Tenerife y en la Punta de las Arenas de Tabago me hacen creer que mi cronómetro es excelente. He vuelto a encontrar en 2 y 5'', aproximadamente, las posiciones determinadas por esos navegantes.

Durante el temblor de tierra que nosotros hemos sentido el 4 de noviembre de 1799, en Cumaná, la inclinación magnética ha cambiado, pero la declinación no ha variado sensiblemente. Antes del temblor era la inclinación de 44° 20, nueva división; después de los sacudimientos, ella se redujo a 43° 35. El número de oscilaciones se ha encontrado en 10 minutos de tiempo, tal cual era, 229. Estas y otras experiencias parecen probar que esta pequeña parte del globo es la que cambia, y jamás la aguja, pues en los lugares alejados, donde el temblor de tierra no se siente jamás, (en la cadena de granito primitivo...) la inclinación es tan fuerte como era.

La majestad de las noches de los trópicos me ha impulsado a comenzar una Memoria sobre la luz de las estrellas del Sur. Yo veo que en varias (Grulla, Altar, los pies de Centauro) ha cambiado desde Lacaille. Me sirvo como para los satélites del método de los diagramas indicados por Herschell... He leído en **Transactions de la Société du Bengale** que el barómetro sube y baja con regularidad cada 24 horas. Aquí, en la Améri-

ca Meridional, esta marcha es más admirable. Tengo algunas observaciones... Hay cuatro mareas atmosféricas cada 24 horas, que no dependen sino de la atracción del sol.

El mercurio desciende desde 9 horas de la mañana hasta las 4 horas de la tarde; sube desde 4 horas hasta 11 horas; desciende después 11 horas hasta 16 h 30'; sube después 16 h 30' hasta 24 horas. Los vientos, la tormenta, el temblor de tierra, no tienen ninguna influencia sobre esta marcha".

En otra carta que Humboldt dirige al mismo Lalande, desde Caracas el 14 de diciembre de 1799, continúa informando espontánea y brillantemente sobre sus trabajos de investigación científica en general, y astronómica en particular:

"Acabo de hacer un viaje infinitamente interesante por el interior de Paria la cordillera de Cocollar, Tumeri, Guiri; he tenido dos o tres mulos cargados de instrumentos, de plantas secas, etc.... Creo que considerando los calores abrumadores de esta zona, vos habréis pensado que hemos trabajado mucho en cuatro meses. Los días han estado consagrados a la física y a la historia natural, las noches a la astronomía... Los instrumentos astronómicos que yo poseo son un cuarto de círculo de Bird, dos sextantes de Ramsden y de Troughton, dos anteojos, dos micrómetros... Debería yo haber hecho más, pero vos sabéis que la astronomía por la cual me han despertado tanto gusto MM. Zach y Köhler está alejada un poco de mi objetivo principal y que no se trabaja en 10° de latitud como en 49° . He querido mejor, pues, hacer pocas observaciones, pero con toda la exactitud de la cual soy capaz, antes que muchas mediocres. He consignado en mis **manuscritos** hasta los más pequeños detalles de mis observaciones; las alturas correspondientes, las rectificaciones de los instrumentos, a fin de que, el caso es bastante probable de que yo muera en esta expedición, los que calculasen pudieran juzgar del grado de confianza que cada resultado debe comportar"...

"Mi plan primitivo era de ir directamente a La Habana y de allí a México; pero no he podido resistir al deseo de ver las maravillas del Orinoco y la alta Cordillera que, de la altaplanicie de Quito, se extiende hacia las orillas de Guarapiche y de Arco. Todos mis instrumentos, hasta los más delicados, han llegado felizmente aquí y han estado durante la navegación continuamente en trabajo. Los oficiales españoles han favorecido también nuestros deseos, cuando en medio del Océano he podido preparar y analizar la atmósfera sobre la fragata como en medio de una villa. Las mismas facilidades se me han dado en el continente... Sería bastante ingrato si no hiciera constar el más grande elogio a la forma como he sido tratado en las colonias españolas..."

Desde que los ciudadanos Coulomb y Cassini no se ocupan más de las declinaciones, yo no conozco dos lugares sobre la tie-

rra donde se pudiese decir: tal día la declinación fue de diez segundos más o menos, ni diez lugares donde sea seguro un minuto de variación. En aquella incertidumbre nos encontramos sobre la declinación magnética de París, al juzgar por el diario de Lamétherie"...

En las primeras cartas de Alejandro de Humboldt a los más prominentes hombres de ciencia, de Francia y Alemania especialmente, desde las Islas Canarias o de algunas posesiones españolas en el Nuevo Mundo, en idiomas alemán y francés, de las cuales hemos traducido algunos trozos para insertar en páginas anteriores, hay la sentida emoción admirativa a una nueva tierra, entre exótica y deslumbrante por su dones naturales; la verdad desnuda de sus trabajos, observaciones o estudios naturalistas, astronómicos o culturales; la espontaneidad vigorosa y sencilla, a la vez, en su estilo particularísimo, entre francés y germánico. Para nosotros tiene aquel primerizo epistolario americano, junto con sus **Diarios**, el alto valor del documento de primera mano, para todo estudio humboldtiano. No existe en ellos —**Diarios** y cartas— la revisión de lo escrito, la erudita consulta sobre algún tópico observado, el reajuste estilístico en la redacción. Sí, una absoluta sencillez y objetividad en el relato, en el dato científico, en la recreación subjetiva con lo que sus ojos vieron. Nada de depuración estilística, ni de erudición sorprendente. Por estas razones cuentan para nosotros una mayor importancia los **Diarios** y las cartas primeras de América que las mismas obras impresas en Europa por Humboldt y Bonpland.

En las cartas y los **Diarios** podemos seguirle paso a paso en sus exploraciones atlánticas y continentales, entre las incidencias del mar, las islas o las tierras costaneras o interiores del Nuevo Continente, entre los ríos caudalosos, los bosques impenetrables o las desoladas cumbres de los Andes. En tan preciosos documentos se revela Humboldt plenamente en su forma de trabajo, en los métodos científicos que utiliza, en los libros escasos que consulta, en las facilidades o inconvenientes que encuentra en la naturaleza, en la manera de llevar sus apuntes y coleccionar los recursos naturales de América. Según ellos podemos apreciar el estado de sus instrumentos, la manera de utilizarlos o de transportarlos de un lugar a otro. La ciencia está plenamente garantizada y la autoridad del investigador absolutamente rodeada de seriedad y de respeto. Como amante de la verdad registra todo lo que se le presenta, sin dejar de lado hasta los más pequeños detalles. Su crítica constructiva o mordaz se encuentra también siempre presente. Veamos algunos aspectos geográficos que estudia.

Los mapas geográficos, singularmente los que representan las partes menos cultivadas de la tierra, le permiten a Humboldt:

"rara vez hacer sensible la distancia que no excede uno o dos minutos en arco". Pues, las observaciones de esta **Colección** (19) y de tantas obras de viajeros que igualmente no estuvieron provistos de instrumentos de reflexión, están lejos de llegar a ese error máximo"... Algunos observadores ejercitados han obtenido con los sextantes de Ramsden, Troughton y Stancliff, o por los círculos de reflexión de Lenoir, bajo circunstancias mediocrementemente favorables, resultados que para las latitudes ofrecían una precisión media entre 12 y 15". Esto corresponde en las regiones equinocciales a una distancia de 224 toesas en arco, apenas el doble de longitud del **Hotel des Invalides a París**, y, por tanto, imperceptible para los mapas que no debe presentar los detalles topográficos del Atlas de Cassini..." "Reflexionando acerca de la extrema dificultad para tomar los azimut y orientar una larga cadena de triángulos, se sorprende ver que en la misma Francia la latitud de algunas villas sea incierta entre 16 y 18", según observaciones las más precisas".

Concretándose Humboldt a tierras de América, continúa:

"En las Indias occidentales, en los parajes frecuentados por las naciones comerciantes de Europa, las posiciones de un gran número de puntos muy notables son falsas en su latitud entre 4 y 5 minutos".

Esos errores se repetían en los mapas más acreditados y modernos: "ellos no desaparecerán sino poco a poco cuando todas las costas las levanten con la exactitud admirable que ha sido empleada en las expediciones al mando de Cook, La Pérouse, Vancouver, Entrecasteaux, Malaspina, Churruca, Galiano, Fidalgo, Cevallos, Löwernörn y Krusenstern".

La discusión planteada en **Colección** de Observaciones Astronómicas —afirma Humboldt— presenta pruebas numerosas sobre las asersiones anteriores. Espera que los viajeros o exploradores en un

(19) Recueil/ D'Observations Astronomiques./ D'Operations Trigonométriques/ et de Mesures Barométriques,/ Faites pendant le Cours d'un Voyage aux Régions Equinoxiales du Nouveau Continent./ Depuis 1799 jusqu'en 1803,/ PAR ALEXANDRE DE HUMBOLDT;/ Rédigées et calculées, d'après les Tables les plus exactes/ Par JABBO OLTMANNNS./

Ouvrage auquel on a joint des Recherches Historiques sur la Position de plusieurs. Points Importans pour les Navigateurs et pour les Géographes./

PREMIER VOLUME./

A PARIS,/

Chez F. SCHOELL, Libraire, Rue des Fossés-Saint-Germain-L'Auxerrois, N° 29./

1 8 1 0./

futuro próximo verifiquen operaciones posibles por determinar las posiciones geográficas de la tierra, empleando para ello mejores instrumentos que los suyos. Tal labor contribuiría al progreso de la geografía o serviría al menos para rectificar aún trabajos bien dirigidos, con errores acumulados solamente en interés de marcar ya un punto o ya otro. De regreso en Europa comprueba solo o acompañado el grado de precisión en sus determinaciones geográficas, las que fueron localizadas por sextantes y **un vidrio plano sirviendo de horizonte artificial**. Compara los ángulos terrestres que los tomara en el Nuevo Continente por medio de los sextantes de Ramsden y Troughton con los precisados "por un círculo repetidor de Bellet, de 14 pulgadas de diámetro", y muy semejante a los que habían servido a Delambre en la **medición de la meridiana**. Análogos resultados obtiene el año de 1806 en Berlín con algunos sextantes y un buen círculo repetidor de Troughton de 18 pulgadas de diámetro que, por entonces, era de su propiedad. Después de observar el paso del sol por la meridiana en la fachada meridional del Observatorio de París, empleando un sextante de Troughton y un horizonte artificial de Caroché, desde el 24 de septiembre hasta el 6 de octubre de 1809, escribe: "La última observación ha sido hecha con el sextante de Ramsden, el mismo del cual yo me serví desde 1799 hasta 1804". El 23 de octubre del mismo año trabaja con el científico Francisco Arago en París, utiliza un círculo repetidor de Fortin. Después de serios estudios concluye: "Pocos viajeros han tenido la oportunidad como yo de experimentar estas dificultades repetidas con tanta frecuencia". Expresa terminantemente que la gran altura del sol en los trópicos, a su paso por la meridiana, le forzó durante cinco años a emplear solamente las estrellas para la determinación de latitudes.

Humboldt apela al espíritu comprensivo de los sabios europeos, quienes jamás conocieran la serie compleja de problemas en tierras americanas, para ser juzgado en todo su valor. Esperaba que comprendiendo aquellos obstáculos le juzgaren con desapasionamiento. Y mucho más si su expedición fue particular, lejos de todo auspicio oficial en el aspecto económico. Apenas el permiso de España para recorrer los Dominios americanos. Primero tiene que sacrificarse hasta lo imposible en el Nuevo Mundo y luego defenderse de los ataques academicistas en París y Berlín. Sus observaciones límpidas y diáfanas en las tierras tropicales, fieles únicamente al espíritu de la verdad, tendrán que acompañarse de un argumento caústico o de la erudita demostración de las tesis, en guarda de la esencia en la validez científica. En cierta forma se conformará y tratará de llevar justificación plena de sus trabajos al afirmar que gran número de posi-

ciones geográficas en la tierra se hallan mal determinadas, por cuanto los investigadores se habían servido de cuartos de círculos móviles, los cuales impedían observar a la vez las estrellas del norte y del sur.

"Frecuentemente sextantes de cinco pulgadas de radio —escribe Humboldt— han servido para rectificar resultados obtenidos por instrumentos muy grandes; pero en el empleo de instrumentos de reflexión, lo imperfecto de los horizontes artificiales se ha hecho una nueva fuente de error".

He visto con pena —continúa— que expediciones destinadas a la demarcación de costas y dirigidas por oficiales bastante distinguidos se han servido de un **horizonte de mercurio**, garantizado de la agitación del aire por vasos planos en los cuales las superficies no son exactamente paralelas. Recomienda el uso de discos o platillos de cristal perfectamente planos, de seis pulgadas de diámetro, que los pueden construir artistas hábiles. Humboldt los utilizó en su Viaje Americano, después de examinarlos Tralles y Borda.

"Es inútil decir que el nivel de la burbuja de aire, que podría ser mucho más largo que el diámetro del vidrio plano, debe tener un soporte móvil para poder ser examinado de nuevo. Es además una operación bastante penosa calzar durante la noche el horizonte artificial, sobre todo en la América del Sur, donde, a las orillas de los grandes ríos, las capas del aire más próximas al suelo se hallan llenas de mosquitos y otros insectos cuya picadura es extremadamente dolorosa. Yo he dejado constantemente el nivel colocado sobre el platillo, tras cada altura de estrellas; yo he hecho acercar a un indio con una antorcha para esclarecer el nivel y poder juzgar del grado de confianza que merece la observación parcial".

A orillas del Río Negro, el color café de sus aguas sirve a Humboldt algunas veces de horizonte artificial.

"El mercurio puede ser muy útil cuando el cielo está cubierto de vapores o cuando se reduce a observar estrellas de segunda dimensión" . . . "Si yo había tenido la desgracia de romper el horizonte de Caroché, me serví de una caja de madera construída según los principios de M. Köhler, de Dresden".

Mucho se lamenta el no haber llevado consigo un círculo repetidor astronómico:

"Lamento mucho no haber podido llevar de Europa un círculo repetidor astronómico. A pesar de las pequeñas imperfecciones de que se le reprocha todavía, este instrumento es

comparable, por la precisión, a los sectores y a los más grandes teodolitos”.

Cuando Humboldt se encuentra en Francia el año de 1798 no encuentra un lugar donde adquirir el mencionado instrumento. Esperaba utilizarlo de la colección confiada a Nicolás Antonio Nouet, Miembro del Instituto de Estudios Egipcios en París y uno de los astrónomos de la Expedición que había partido al Oriente Medio. En Marsella se le frustra todo y se encamina a Madrid dejando algunos **duplicados** de sus instrumentos físicos en depósito. Laméntase, pues, el no haber podido emplear con ventaja un círculo astronómico en las costas americanas, investigando la declinación de las estrellas en el hemisferio austral. Mas no sabe si ese círculo hubiera podido llegar a Quito o el Perú por los primitivos caminos de los Andes, después de recorrer Venezuela, Cuba, Santafé, los bosques del Quindío, Almaguer y la provincia de los Pastos.

“Un viajero que quisiera verificar o comprobar la latitud muy dudosa de Quito y la amplitud del arco entre Tarqui y Cochacquí, debería desembarcar en Guayaquil en tomando la ruta por el Istmo de Panamá o doblando el Cabo de Hornos”.

A falta de estos círculos astronómicos, que ofrecen tantas ventajas en las delicadas operaciones de la astronomía y de la geodesia, recomienda utilizar sextantes o círculos de reflexión, en especial para la observación de alturas meridianas. Ofrecían además la ventaja de su fácil transporte y de su uso diario. En cambio, sugiere que un explorador decidido por conocer el interior de un continente para perfeccionar la Geografía, emplee el círculo astronómico, sobre todo donde las distancias le permitan o donde se precise obtener una medición importante. Un círculo de ocho pulgadas no ofrecía dificultades mayores para el transporte. Preferible, como aconsejaba Delambre, los de antigua construcción de grandes **niveles móviles**. Los sextantes, cuartos de círculo, teodolitos y pequeños círculos de Ramsden y de Cany servían para tomar alturas circunmeridianas. Humboldt se muestra orgulloso de su círculo de Lenoir, construido por Borda; de su teodolito, construido por Ramsden; de su cronómetro, fabricado por Louis Berthoud; de su compás de inclinación, que lo donara el **Bureau des Longitudes** antes de su Viaje Americano.

Durante cinco años emplea también en tierras americanas un reloj de longitud, un cronómetro de bolsillo que le recomendara Thilis, su amigo y director del Observatorio en Marsella. Día tras día anota todo lo que observa en un **Diario** particular. No sólo todas las observaciones, sin exceptuar los ángulos horarios y comprobación de ins-

trumentos, sino hasta los detalles más nimios que acompaña en cada trabajo astronómico. Tenía un triste presentimiento, no volver a su Patria.

"No teniendo la certidumbre de volver a Europa, yo quise depositar en él lo que sería encargado de la publicación de mi trabajo, en estado de apreciar el grado de confianza que merece cada parte considerada aisladamente".

Continuamente había calculado sus observaciones en los mismos lugares de trabajo:

"lo más frecuentemente el mismo día donde las escribía en sus registros".

Estos pequeños cálculos, a los cuales dedica Humboldt buen tiempo, le sirven para conocer si era necesario o no lo era multiplicar la observación de las alturas meridianas y de distancias lunares, o si debía prolongar la estadía en algún lugar para comprobar la marcha del cronómetro, donde éste parecía haber cambiado su avance o retardo diurno.

Los resultados provisionales de los cálculos fueron publicados antes que Humboldt retornara a Europa, en **Connaissance des Temps**, **Journal de Zach** y **Anales de Ciencias Naturales** de Madrid, levantando en alto su prestigio científico. Asimismo le sirvieron para que a base de ellos trazara en la misma América algunos mapas o planos, como los relativos al río Orinoco, Río Negro, Río Meta, Magdalena o muchos aspectos geográficos de la Presidencia de Quito, Perú y Virreinato de Nueva España. Por lo **provisional** de los resultados pueda explicarse alguna imprecisión en dichos esquemas geográficos. Copias de algunos de ellos las entregó en los Dominios españoles a sus autoridades máximas, y varios fragmentos de los mismos fueron grabados bajo su cuidado. Entre las posiciones publicadas antes de su regreso a Europa y las consignadas en **Colección de Observaciones Astronómicas**... se aprecian buenas diferencias. Esto obedece a que Humboldt no calculara más que las dos terceras partes de sus observaciones americanas:

"empleando para los eclipses de los satélites y las distancias lunares las Efemérides de Greenwich".

Oltmanns, en cambio, utilizará el conjunto de las observaciones astronómicas, depositado en el **Diario Astronómico** de Humboldt, que lo entregara con amplia libertad; lo discutirá con mayor cuidado

y lo comparará parte con observaciones correspondientes y otra con las tablas de Bürg, corregidas por la observación de alturas meridianas de la luna. Las diferencias, sin embargo, menos considerables, como Humboldt esperaba. En esta **Colección** se presentan algunos ejemplos relacionados con el número de lugares geográficos determinados, según dichos cálculos provisionales de Humboldt, y según los nuevos de Oltmanns. Hay algunos relativos a la Presidencia de Quito.

Nombre de Lugares	Latitudes	Longitudes	Latitudes	Longitudes
	Según Humboldt		Según Oltmanns	
Popayán	2°25'33"	78°49' 0"	2°26'18"	79° 0' 9"
Alausí	2°13'20"	_____	2°13'22"	_____
Tomependa	5°31' 4"	80°41'10"	5°31' 4"	80°56'37"
Guayaquil	_____	81°55' 4"	_____	82°18'10"

Humboldt al conocer las diferencias afirma ser poco considerables y generalmente mucho menores que el error de las tablas lunares de las cuales se sirviera para los cálculos. Espera que se grabaran los resultados provisionales suyos en rocas o monumentos, como los de Bouguer y La Condamine —personalmente los había visto— en una placa de mármol colocada en el Colegio de los Jesuitas de Quito, recordando se hallaba esta capital a 81° 22" de longitud. Para los académicos franceses, el dato les interesará siempre como recuerdo histórico, aunque después de su retorno a Europa.

“miraran esta determinación como falsa en un grado”.

Humboldt espera que sus observaciones originales y los resultados de los cálculos por Oltmanns puedan servir a los geógrafos y a los navegantes. Esa es la razón para que publicase todo el detalle de sus trabajos y también por defenderse contra quienes decían que había realizado pocas observaciones astronómicas, en vista de hallarse dedicado a muchas otras a la vez. Había explorado en el interior de América del Sur, sobre todo entre el Orinoco y el Amazonas, en el Virreinato de Nueva Granada, Presidencia de Quito y Virreinato de Nueva España:

“centros donde jamás había sido llevado ningún instrumento astronómico; encontré falsa en un grado la latitud del fuerte de San Carlos en el Río Negro, cerca del límite del Brasil; nosotros hemos hecho ver, M. Oltmanns y yo, como los errores en longitud

se elevan, en el Orinoco, a 2° ; en Quito, a $0^{\circ} 50'$; en México, a $1^{\circ} 30''$.

Mucho protesta y se lamenta a la vez de que los navegantes jamás publicaran en esta forma sus resultados, con enorme perjuicio para la ciencia en general. Así se encuentra una buena parte de recuerdos en las observaciones de Cook, Wales, Miebuhr y Maskelyne. Hace un llamamiento general para que se discutan y conozcan las observaciones antiguas y su influencia en los mapas. Oltmanns había empleado en esto toda su crítica y sagacidad. Solamente así podía obtenerse perfección en la Geografía. De lo contrario, si continuábanse publicando nuevos mapas sin acompañar su respectivo análisis razonado, poco sería el progreso de la Astronomía. Por eso la mayor parte de posiciones no se había determinado en el mar de las Antillas, Océano Pacífico y litoral Noroeste de América sobre la observación de fenómenos celestes, sino sobre el simple **transporte del tiempo mediante los cronómetros**. En esta forma cada punto dependía de otro:

"y no sabría cambiar las longitudes del Fort-Royal de la Martinica, del puerto de España de la Isla de la Trinidad, de Otahiti o de Noutka, sin cambiar al mismo tiempo centenares de puntos que han sido enlazados cronométricamente".

Esto constituye un nuevo y serio obstáculo para el perfeccionamiento de la Geografía.

El cronómetro utilizado por Humboldt en América durante cinco años tenía algunos defectos, pero imperceptibles. En general fue muy buena su marcha, tanto en el mar como en los ríos, demostrada especialmente en canoas estrechas por el Orinoco, Casiquiare, Río Negro, Magdalena u orillas del Amazonas. Con él había tomado la longitud del muelle de Santa Cruz de Tenerife, Barcelona, Valencia, El Ferrol. Mientras levantaba la carta del Orinoco y su abrazo con el Río Negro, del 16 de abril al 9 de julio de 1800, su retardo diurno apenas de algunos minutos y segundos; lo mismo al ir dos veces a las cataratas del Atures y Maypures, hasta el fuerte de San Carlos. Oltmanns logra darse cuenta de errores bastante ligeros, los mismos que habíanse originado en la desigualdad de la marcha de los garde temps. Humboldt cree recomendar, después de su larga experiencia, este método a ingenieros o geógrafos, quienes se sirven de cronómetros para levantar el curso de los ríos, **cuyas ramificaciones multiplicadas ocupan un espacio de terreno considerable**. Nada más fácil rectificar la topografía de un país vecino cuando ha sido bien determinada la posición de un grande río. Durante la navegación de

Humboldt por el Magdalena, el retardo diurno del **garde-temps** fue de 23'', 8 a 24'' 5. En Santafé había acusado el reloj 5 h 6' 26'' para la longitud, mientras que los fenómenos celestes, 5 h 6' 16'', 5. Más regular fue la marcha del instrumento en el viaje a las montañas del Caripe, en el trayecto de Cumaná a La Guayra y al sur de las dos cordilleras, de Ibagué a Quito y de Valladolid a Toluca. No debe admirar esta irregularidad, pues todo el desplazamiento se hizo a lomo de mulo, por caminos difíciles, experimentando en una misma jornada cambios bruscos de temperatura, desde el más frío de los Andes hasta el mar ardiente de los trópicos. Oltmanns distingue con toda razón, por tales circunstancias, los días de reposo o los de agitación para el cronómetro. Algunos astrónomos no estuvieron conformes. Humboldt se defendió brillantemente y los desautorizó a base de sus experimentos en el Nuevo Continente.

"En deambulando en medio de bosques, con catorce o quince indios que, por la proximidad de los árboles, se encuentran apiñados en un espacio por demás estrecho, el viajero se ve forzado a colocar en su hamaca todo lo que considera más frágil: el horizonte artificial, los termómetros y el **garde-temps**. Este instrumento se encuentra entonces en posición oblicua o invertida, lo cual altera sensiblemente su retardo o adelanto diurnos".

Sansible Humboldt ante esta realidad trató de disminuir los errores multiplicando el número de ángulos horarios o estudiando la marcha del cronómetro. Con cierta perspicacia asevera que jamás cronómetro alguno se había hallado expuesto a tanto peligro en cinco años de viaje. Fue el suyo uno de los primeros que viajara tanto por tierra como por mar. Más tarde, en 1810, recién recorrerán grandes latitudes otros; los que portaron los expedicionarios de San Petersburgo a Kiachta. Finalmente responde a sus críticos: Son útiles a la Geografía según quienes los manejan.

Schulten y **Jungnitz** habían reconocido la distinción establecida en el uso de los cronómetros de Arnold y Brocksbank; otros astrónomos estaban disconformes. Humboldt los desautorizó con sus propias observaciones. Había proyectado dar a su **garde-temps** una suspensión de articulación mecánica, y hacerlo transportar por un indio durante gran parte de su viaje a igual que su barómetro, pero le impidieron la enmarañada naturaleza y lo inhóspito de los caminos. La única manera para evitar que el cronómetro se detuviera era estar siempre preocupado de él. La variación progresiva en el avance o retardo exigía asimismo una atención continua. Esto mismo habíase experimentado en los relojes marinos, según relaciones de viajes, como los de Cook o los de Vancouver. Excelentes cronómetros, como los de Ar-

nold, Kendall, Berthoud, Pennington, después de una prolongada marcha en algunos meses, habían acusado cierto retardo diurno.

Con los sextantes verifica Humboldt en América, con bastante precisión, la determinación absoluta del tiempo. Así teoriza:

"Contribuye a la exactitud de los ángulos horarios la rapidez con la cual el sol se eleva en el horizonte de los trópicos".

Para conocer el límite de los errores en las alturas circunmeridianas precisa las desviaciones de la media. En 970 alturas se desviaban menos de 20'' unas 685, y menos de 14'' unas 440 alturas. Bonpland colaboró notablemente en este prolijo trabajo, a igual que en muchos otros. Los sextantes de Ramsden, iguales a los de Zach y Tralles, de construcción sólida, le ofrecieron magnífico resultado. Tuvo buen cuidado en examinar antes y después de cada observación astronómica el **paralaje**.

Determina la posición geográfica de los lugares americanos por medio de las coordenadas de latitud, longitud y altura. La posición de Quito, Santafé y México, por distancias lunares. Algunas fallas trata de justificarlas Oltmanns, recurre a la gran elevación de 1200 a 1500 toesas sobre el nivel del mar. "He advertido más antes" —dice— que cada distancia medida por Humboldt, entre la luna, el sol y las estrellas, ha sido reducida por separado, comparándosela con el centro del esferoide terrestre. Se lamenta que no haya empleado los pequeños artificios que buscan efectuar las observaciones en días favorables, y que tampoco las **combinara en grupos**, ni separado las distancias orientales de las occidentales. Por esto se separa de algunos de los métodos de su amigo Humboldt. Así calcula prolijamente una serie de distancias de la luna a las estrellas, tomadas por Humboldt en su viaje a Cumaná. Los resultados se diferencian entre siete y diez minutos en arco de la longitud deducida de gran número de distancias de la luna al sol, de eclipses de satélites de Júpiter y otros medios puramente astronómicos. Compara también las 15 series de distancias del sol a la luna con las 19 series de distancias de la luna a las estrellas, obtenidas por Ferrer en 1807 y 1808 para determinar la longitud de La Habana.

Humboldt habla extensamente sobre la determinación de la longitud por **declinación de la luna**. En relación con este método trabajará algunos días de julio de 1810 en el Observatorio de París, con un sextante de Troughton y un círculo repetidor de Fortin. Con Mathieu empleará un círculo repetidor astronómico de 16 pulgadas. Reconocerá que encontró mejores ventajas en el mar que en tierra continental para obtener la longitud por declinación de la luna, cuando ésta cor-

taba el plano del Ecuador. En su **Diario** constan las circunstancias bajo las cuales le fue fácil obtener la longitud. Por ejemplo, en su navegación de Guayaquil a Acapulco, en marzo de 1803. Oltmanns le reconoce iniciativa, pero señala que su método utilizado no fue original. Lo había empleado ya en 1806 el astrónomo Dumbur a orillas del Mississippi y había sido propuesto muchísimo antes tanto en una Memoria presentada al Parlamento Inglés, con el título de "The sailor's proposal", como en **Astronomía de los Marinos**, del Padre Pezenas. Cree, sin embargo, que podía contribuir al progreso de la Geografía.

Casi a fines del siglo XVII se habían preocupado ya los astrónomos franceses del desenvolvimiento de la ciencia geográfica, por los eclipses lunares. La observación de ellos, el 21 de febrero de 1682, había corregido la longitud del Asia Oriental, falsa en 23° en los mapas de entonces. Dicho error había llevado a que Colbert destacase astrónomos hacia algunas regiones del globo. La Hire y Cassini, entre otros, cruzan Francia, Italia, Flandes y Holanda; los misioneros Gouje y Tomás, y algunos jesuitas, realizan observaciones astronómicas al este y sureste del Asia; Varin, Glayes y Glos, en las Antillas; Richer, en Cayena; el Padre Laval, en Luisiana; Feuillée, en algunas zonas de las costas americanas. Todos emplean con preferencia los eclipses de luna en la primera reforma de la ciencia geográfica.

Humboldt renuncia a la observación de las inmersiones y emergencias de las manchas de la luna al entrar o salir de la sombra de la tierra, método que se lo adoptara hasta el siglo XIX y que por primera vez lo sugiriera Michel Florent van Lagren, cosmógrafo de Felipe IV. Prefirió el método que permite tomar el avance del eclipse de la luna, mediante un instrumento de reflexión, que lo recomendara Wales después de observar el eclipse de sol en 1774, y lo practicaron geniales exploradores, como un capitán Cook en su viaje alrededor del mundo, acompañado de James King. No exigía largos cálculos este género de observaciones. Humboldt termina recomendando a los marineros que observan por su método practicado los eclipses de luna, mediante los instrumentos de reflexión. Oltmanns advierte lo mismo: pues, así se multiplicaba la medición de los ángulos y disminuían los errores parciales.

La determinación de longitudes ofrecía problemas bastante complejos. Sus métodos propios para lugares continentales se fundaban en observaciones celestes, **que demandaban una reducción previa al centro de la tierra**, o aquellos que **no exigían ninguna reducción relativa al paralaje**. Humboldt había observado en el curso de su Viaje Americano no sólo las distancias, sino también la altura de los astros. Oltmanns prefirió, sin embargo, calcular la altura astral por las ta-

blas y dejó de lado las observaciones de Humboldt consignadas en el **Diario** de su viaje. Tampoco se sirvió de la altura de la luna, —detallada también en dicho **Diario**— para deducir directamente las longitudes, argumentando de que las observaciones de Humboldt no se habían realizado con **este objetivo** y además, porque durante el día, “la palidez del disco lunar”, bajo los trópicos, aumentaba por el reflejo de los horizontes artificiales.

La determinación de latitudes no presentaba, en cambio, los mismos problemas que la de las longitudes. Sus operaciones, sin embargo, más delicadas que muchas de la Astronomía práctica. En pleno siglo XIX existían apenas uno o dos observatorios en Europa que obtuvieran un grado exacto en la determinación de la latitud. Si bien en la primera mitad del siglo XVII el astrónomo Hevelius fuera el único que dispusiera de instrumentos en Danzig para medir la latitud, en 1604 se lamentaba el astrónomo francés Auzout que ni en París ni otro lugar de Francia se contara con un instrumento para tomar exactamente la altura del Polo. Sólo en 1668 y 1691 se fija la latitud de París por Picard y Cassini, en su orden. Los observatorios de Berlín, Milán, Greenwich y París habían sido determinados astronómicamente por algunos científicos, rectificándose después. Si esto fue difícil, —justifica Oltmanns a Humboldt— con mayor razón en tratándose de un astrónomo viajero, quien apenas podía verificar observaciones pocas noches en un mismo sitio y aquello con instrumentos de reflexión de diámetro poco considerable.

Oltmanns ajustó sus estudios a métodos que los consideró mejores, separándose de algunos de los de Humboldt. Así, por ejemplo, calculó con sorprendente prolijidad una serie de distancias de la luna a las estrellas que su amigo las **había tomado** durante su viaje hacia Venezuela. Los resultados, con todo, no se separaron sino entre siete y diez minutos en arco de la longitud que **había sido deducida** de un gran número de distancias de la luna al sol, de eclipses de satélites de Júpiter y de otros medios puramente astronómicos. El español Ferrer había obtenido en Cuba, en 1807 y 1808, 15 series de distancias de la luna al sol, y 19 de aquellas a las estrellas, para determinar la longitud de La Habana. Oltmanns le elogia y reconoce el haber calculado con toda exactitud los resultados parciales. Asimismo indica que Humboldt había determinado la posición de Quito, Santafé y México, entre otros lugares, por las distancias lunares. Como hallábanse a más de 1200 a 1500 toesas sobre el nivel del Océano **probaron** que dicha altura debía necesariamente influir en la distancia aparente de los astros. “He advertido más antes” —continúa— que cada distancia de la luna al sol o a las estrellas —pertenecientes a Humboldt— la había **reducido por separado** en relación con el centro del esferoide te-

rrestre. Se lamenta de que no emplease los **pequeños artificios por los cuales se busca someter** las observaciones a un día bastante favorable. Los sextantes de Ramsden que utilizó fueron sólidos en su construcción, lo cual evitó un error mayor de **collimation** entre ocho o diez segundos, durante algunos meses. En esto tuvo Humboldt mucho cuidado. Examinó antes y después de cada observación, para la medición del disco solar, el **paralelismo del reloj**. Solamente para determinar la longitud del puerto de Callao por el paso de Mercurio, el 9 de noviembre de 1802, realiza un esfuerzo sobrenatural. Tanto que Oltmanns reduce 21 observaciones correspondientes al Observatorio de París a fin de **poder juzgar la influencia que tienen los errores de los elementos sobre la longitud.. Diferenció el tiempo de la conjunción encontrada para París y Callao.**

Oltmanns utilizó el **Diario Astronómico** de Humboldt, —que le solicitó— donde se hallan registradas miles de observaciones de las regiones ecuatoriales del Nuevo Mundo, correspondientes a cinco años de trabajo consecutivo, por determinar las tres coordenadas de latitud, longitud y altura. Las latitudes que Humboldt determina se fundan o en el paso del sol y las estrellas por la meridiana o en la elevación de los astros, “cuando ellos están alejados de su culminación y cuando el viajero ha logrado obtener un exacto conocimiento del tiempo para reducir las alturas al meridiano”. En casos extremos recurrió a alturas correspondientes. En cuanto al método de Douwes —dice Humboldt— no tiene ocasión el viajero que va por tierra de utilizarlo con ventaja. Mucho menos en los trópicos. No puede hacerse uso de él, para tomar alturas del sol, sino durante una pequeña parte del año, tiempo en el cual aproximándose el astro a la meridiana no se halla muy elevado para ser observado con instrumentos de reflexión y en horizontes artificiales. Oltmanns al referirse a la **determinación de la latitud** indica que la gran altura a la cual llega el sol bajo los trópicos, a su paso por la meridiana, había forzado a Humboldt, como a todos los que como él emplearon instrumentos de reflexión, a utilizar principalmente la observación de los astros, para fijar la latitud geográfica.

“Esta circunstancia ha vuelto importante la elección de las declinaciones empleadas por encontrar la altura del Ecuador”.

En cuanto al Catálogo de estrellas, todos los cálculos realiza Oltmanns a base de las ascensiones **derechas** de 36 estrellas que las observara Maskelyne o de la declinación de las mismas señaladas por Piazzi, o de un pequeño número del hemisferio austral, invisible en las zonas europeas, y que las registrara Lacaille en su Catálogo. Des-

pués de haber terminado gran parte de este trabajo tiene que emprender en otro, según últimos datos que le proporcionaran Humboldt, Arago y Mathieu sobre buen número de estrellas boreales y australes, observadas en el Observatorio de París en 1809 y 1810.

La mayor parte de latitudes americanas fueron, pues, determinadas en parte continental, el resto en plena navegación marítima o fluvial. En las Antillas y el Pacífico, en la travesía de Guayaquil a Acapulco y de Veracruz a La Habana y de la última a Filadelfia supo aprovechar la serenidad de las noches tropicales para observar, a la vela, las estrellas y por éstas precisar la latitud. Emotivo y admirado describe las inesperadas sorpresas de la singular naturaleza americana, detalla sus observaciones y experimentos en tiempo brumoso, tranquilo o de tormenta. Demuestra en su **Diario** la influencia de la claridad de la luna en los trabajos marítimos, lo mismo que la luz irradiada por ciertas nebulosas de las grandes constelaciones de Argo, Centauro o Sagitario, iluminando en mucho el horizonte. Su **Diario** comprende gran número de alturas meridianas tomadas desde los barcos. En muchas circunstancias el conocimiento de ellos le sirvieron en la navegación. Sobre todo en el Pacífico hizo ensayos acerca del grado de exactitud, "con el cual se puede obtener, a la vela, la latitud por medio de las estrellas". Llegó a comprobar que la claridad lunar favorece "en una precisión de cuatro a cinco minutos. Sin embargo se resiste recomendar este método a los marinos, sobre todo en los parajes a los cuales arriban con frecuencia. Aquí nueve o diez días son brumosos, mientras sus noches ofrecen la más grande transparencia de la atmósfera. La obscuridad aumenta siempre la incertidumbre de la **estima**, como acontece en las costas de Chile y el Perú, desembocadura del Río de la Plata y Golfo de México:

"donde se estimaría feliz de conocer la posición del barco en menos de medio grado aproximadamente".

Algunas veces en medio de una tormenta de varios días el tiempo se calma durante la noche y las estrellas brillan en todo su esplendor, cuya claridad se extiende hasta el horizonte. Humboldt considera como método el más seguro observarlas por medio de un buen reloj, mejor cronómetro, que permita calcular previamente el tiempo del paso del astro. Caso no poderse procurar el tiempo verdadero, entonces se serviría de un medio imperfecto, el de levantar el astro por la brújula, tomando en cuenta la variación. Humboldt —dice— prefirió observar a simple vista, por cuanto:

"los anteojos de los sextantes tienen muy pequeño campo".

"Con frecuencia queda la duda, si la estrella, puesta en contacto

con un horizonte poco claro, sube o baja; y se fatigarían los ojos si se quisiera seguir su marcha, como acontece en las observaciones del sol".

Con la incertidumbre de que el momento de la culminación **ha pasado ya** se halla expuesto el observador a lograr un resultado subjetivo, que puede depender de cualquier preocupación del espíritu. Su experiencia asegura que **por un horizonte obscuro**, la primera impresión que el ojo recibe es casi siempre la más **segura**. Cuando las circunstancias son desfavorables.

"es ventajoso el no aproximarse a la luz durante la observación, y de hacer leer el ángulo por quien observa el cronómetro".

Humboldt había observado **a la vela**, al este de **Galápagos**, el 26 de febrero de 1803, el paso de la luna por la meridiana, y el de la estrella Sirio, Castor y Pólux; al día siguiente el paso de las mismas y aún de Canopus. En esa forma realiza varias y repetidas observaciones los días 2, 4 y 11 de marzo del mismo año, y en cinco noches logra obtener 17 alturas meridianas.

Al referirse a los instrumentos de reflexión y a ciertos métodos de trabajo astronómico se pronuncia por el que utiliza tales instrumentos. Afianzará su juicio después de sus nuevos experimentos durante algunos meses, verificados en Berlín con Tralles y Oltmanns en 1807.

El valor perdurable del trabajo naturalista de Humboldt en América no necesita del elogio contemporáneo de ningún centro académico o científico. Ya en su tiempo su gigantesca colección de materiales fue sometida a una verdadera depuración por sabios competentes y especializados, críticos distinguidos e imparciales de España, Francia o Alemania.

Entre 1799 y 1803 se encontró en Cartagena de Indias, Caracas, Santafé, Quito y México con ciertos viajeros españoles, astrónomos responsables, que formaban parte de la gran Comisión naturalista organizada por el gobierno peninsular, encargada, entre otras cosas, de trazar un **Atlas de la América Meridional**, a semejanza de la de Tofiño. Algunos de ellos revisaron los originales de Humboldt y compararon con los suyos en el mismo campo americano de trabajo. Más tarde, la mayor contribución astronómica corresponde a Oltmanns, quien después de algunos años de intensa labor en Berlín y París entrega a la ciencia universal una obra casi definitiva, en dos volúmenes, sobre cuestiones astronómicas americanas. (1)

(1) Recueil d'Observations Astronomiques, d'Operations Trigonometriques et de Mesures Barometriques... Par Alexandre de Humboldt; A Paris, 1810.

Nada mejor que las palabras de Humboldt sobre la personalidad de su colaborador científico en Astronomía:

"Yo no sabría terminar esta Introducción (2) sin hablar de mi reconocimiento hacia un amigo que, por su devoción bastante generosa a las ciencias, ha sacrificado algunos años de su vida en la redacción de mis observaciones astronómicas. Su trabajo apareciendo con el mío, no me corresponde sino agradecerle; me será permitido citar el testimonio de estimación que le ha sido acordado por un sabio ilustre en el análisis de los trabajos de la primera clase del Instituto de Francia, durante el año 1809. "M. Oltmanns (hoy día miembro de la Real Academia de Prusia y profesor de Astronomía en la Universidad de Berlín) ha probado que tiene conocimientos astronómicos distinguidos y la paciencia necesaria para seguir los cálculos más largos y más monótonos, él ha reunido la sagacidad que descubre métodos nuevos o que aporta modificaciones a los métodos conocidos. No satisfecho de haber terminado felizmente un trabajo penoso sobre las observaciones de un viajero, ha tomado nuevas fuerzas por emprender en un más vasto plan: el de discutir, el de comparar, de calcular nuevamente, a base de las tablas más modernas, todas las observaciones astronómicas propias para determinar las longitudes y las latitudes terrestres que él ha podido recoger en los Viajes, en las Efemérides y en las Colecciones académicas. De estas discusiones ha resultado la obra preciosa que ha compuesto en alemán y que lleva por título: **Recherches sur la Géographie du Nouveau Continent**. Un tal elogio es suficiente para probar como debo estar satisfecho de haber tenido en M. Oltmanns el colaborador de mis trabajos". (3)

En la Expedición española de fines del siglo XVIII y comienzos del XIX tiene importancia singular la determinación de la longitud del primer meridiano de América que se trazara en los mapas. Los oficiales Churruca y Fidalgo habían arribado en 1793, en cuatro embarcaciones y provistos de buen instrumental astronómico a la Isla de Trinidad. En ocho meses fijan las longitudes por medio del cronómetro, se separan luego para continuar en su misión. Churruca al norte, por determinar la posición geográfica de las Antillas; Fidalgo, Noguera y Tiscar, a Tierra Firme, para levantar el plano del litoral desde Boca del Dragón hasta Portobelo.

Humboldt se conoce con Fidalgo en Cartagena y mutuamente revisan sus trabajos. Para el alemán le parecieron excelentes y de enorme exactitud los del español, afirmando que jamás científico al-

(2) Alexandre de Humboldt: Introduction. A París, le 14 septembre 1811.

(3) Alexandre de Humboldt: Introduction.

guno los realizara. Con Churruca determina la longitud de Punta Galera o el cabo noreste de Trinidad y el fuerte de San Andrés en Puerto España. Por el fuerte atraviesa el primer meridiano de América colonial, relacionándose de inmediato con las otras posiciones. Ocupaba el punto más oriental de los Dominios americanos. Cálculos tan importantes y ciertos mapas originales caen en poder de los ingleses en plena mar. La guerra de entonces y la falta de fondos interrumpen por desgracia aquellas investigaciones de importancia americana y universal.

En Cumaná examina Humboldt otro plano de una parte del Golfo de Cariaco y más datos del fuerte de San Antonio sobre su longitud; el material sobre la Punta Galera y el primer meridiano americano del fuerte de San Andrés en Puerto España. Todo suministrado por Fidalgo, Tiscar o Noguera. Este último le escribirá sobre la sorpresa producida en él y sus compañeros al constatar la gran armonía entre el garde temps francés y los cronómetros ingleses.

La amistad entre los viajeros no se terminó nunca. Humboldt lo recordará siempre en sus obras, singularmente en **Recueil d'Observations Astronomiques**. . . En ella depositará sus trabajos personales o los de conjunto, después de revisarse por Oltmanns. Alemania y Francia conocerán así el movimiento científico español en América, de fines del siglo XVIII y comienzos del XIX. Todo gracias a Humboldt.

He ahí el trabajo de los españoles, estudio revalorizado por Humboldt y Oltmanns:

En la Isla de Santo Domingo realizan observaciones de 64 lugares algunos científicos. Entre ellos los integrantes de la **Expedición de la Flora**; Cevallos, Herrera, Arguedas, Sartorio, Ferrer; Puységur, Godin y ciertos ingenieros franceses. De forma que ya no intervienen solamente españoles, sino también franceses. Humboldt y Puységur determinan el Cabo Baco, y solamente Humboldt el Cabo Beata. Puységur entrega la mayoría de observaciones geográficas. En la Isla de Puerto Rico actúan Churruca, Ferrer, Cevallos. Ofrecen las observaciones de siete lugares. La villa de Puerto Rico es señalada en $68^{\circ} 33' 30''$ longitud occidental y en $18^{\circ} 29' 10''$ latitud. En la Isla de Jamaica habían trabajado Macfarlane, Puységur, Ferrer y Humboldt. Entre ellos determina Humboldt el mayor número de lugares: Cabo Portland, Las Ranas, Pedros Keys, Arrecifes del Banco de la Víbora, la Punta Oriental de Caimán Brac y la Punta Oriental de Caimán Grande. Dichos puntos no corresponden sólo a Jamaica, sino a islotes vecinos que la circundan.

CUADRO DE POSICIONES GEOGRAFICAS DEL NUEVO CONTINENTE

E S P A Ñ A

Nº	Nombre de Lugares	Longitud			Latitud			Observadores			
		En tiempo			En arco						
		h	'	"	0	'	"	0	'	"	
1	Aranjuez	0	23	46	5	56	30	40	1	54	Bauza y Humboldt
2	Cádiz	0	34	30	8	37	37	36	32	0	Canelas
3	Isla de León	0	34	9	8	32	15	36	27	45	Canelas
4	Cartagena del Levante	0	13	34	3	23	37	37	35	40	Tiscar y Santa Clara

Islas Canarias y Costas de Tierra Firme de América

1	Cabo Codera	4	33	55	68	28	52	10	35	56	Ferrer
2	La Guayra	4	37	48	69	27	0	10	36	19	Humboldt y Ferrer
3	Santa Marta	4	5	28	76	28	45	11	19	39	Feuillée
4	Cartagena de Indias	5	11	20	75	50	0	10	25	38	Fidalgo y Humboldt
5	N. Señora de la Popa	5	11	14	77	48	35	10	25	37	Fidalgo y Humboldt
6	Baxo y Morro Hormoso	5	9	14	77	18	35	10	58	0	Fidalgo
7	Punta Galera	5	10	43	77	40	55	10	48	0	Fidalgo
8	Cabo Norte de Tierra Bomba	5	11	24	77	51	5	10	25	0	Fidalgo
9	Cabo Sur de Tierra Bomba	5	11	28	77	52	5	10	23	37	Fidalgo
10	Cerro de Tigua	5	11	30	77	52	35	9	55	50	Fidalgo
11	El Zapote	5	11	30	77	52	35	9	29	0	Fidalgo
12	Baxo de Salmedino	5	11	42	77	55	35	10	23	0	Fidalgo
13	Isla de Barú	5	11	50	77	57	35	10	9	30	Fidalgo
14	Punta Gigante	5	11	34	77	53	41				Humboldt
15	I. del Rosario. Cabo N. E. ...	5	12	16	78	4	5	10	11	40	Fidalgo
16	Titipan. Cabo N. E.	5	12	30	78	7	35	9	51	50	Fidalgo
17	Isla Fuerte	5	13	56	78	29	5	9	24	0	Fidalgo

CUADRO DE POSICIONES GEOGRAFICAS DEL NUEVO CONTINENTE

Interior de Nueva Andalucía y Venezuela

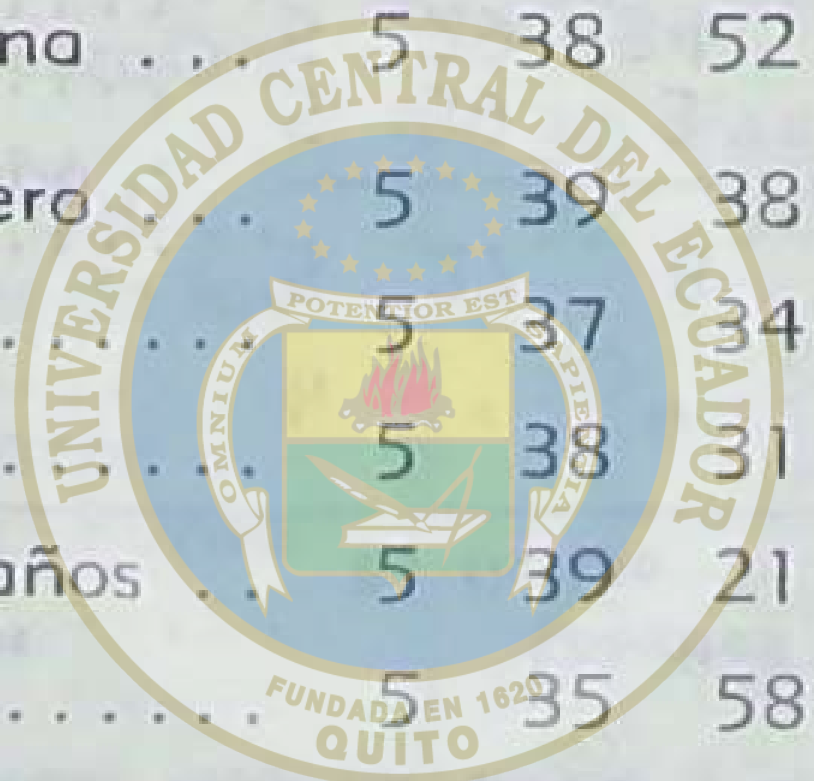
Nº	Nombre de Lugares	Longitud	Latitud	Notas e indicaciones	Observadores
		En tiempo	En arco		de las alturas

h ' " 0 ' " 0 ' "

1 Pueblo de Macuto 4 37 39 69 24 45 10 36 39 Ferrer

Islas de las Antillas. Isla de Cuba y Canal de Bahama

1 La Habana (Plaza Vieja) ...	5	38	49	84	42	15	23	8	15	Humboldt, Ferrer, Galiano, Robredo.
2 El Morro de La Habana ...	5	38	52	84	43	8	23	9	27	Humboldt, Ferrer, Galiano, Robredo.
3 Hacienda del Fondadero ...	5	39	38	84	54	30	22	51	34	Humboldt
4 Los Guines	5	37	34	84	23	32	22	50	27	Lemaur, Humboldt.
5 Ingenio de Seivavo ...	5	38	1	84	37	48	22	50	15	Lemaur.
6 San Antonio de los Baños ...	5	39	21	84	50	22	22	53	31	Lemaur.
7 Villa de Matanzas	5	35	58	83	59	40	23	2	28	Ferrer
8 Morillo de Canima	5	35	58	83	59	40	23	2	28	Ferrer
9 Castillo de San Seberino ...	5	35	55	83	58	56	23	2	54	Ferrer



CUADRO DE POSICIONES GEOGRAFICAS DEL NUEVO CONTINENTE

Islas de las Antillas. Isla de Cuba y Canal de Bahama

Nº	Nombre de Lugares	Longitud			Latitud			Notas e indicaciones de las alturas	Observadores			
		En tiempo			En arco							
		h	'	"	0	'	"	0	'	"		
10	Santi-Espíritu	5	27	8	81	47	0	21	57	36	Un poco dudosa	Gamboa
11	Sta. María del Príncipe .							21	26	34		Gamboa
12	Batabano	5	39	3	84	45	56	22	43	19		Lemaur
13	Boca Guaurabo	5	29	34	81	23	37	21	45	46	Dudosa	Humboldt
14	Cabo de Cruz	5	20	18	80	4	30	19	47	16		y Del Río
15	Pico Tarquino	5	16	41	79	10	22	19	52	57		Ferrer y
16	Morro de Cuba	5	13	26	78	21	40				Cevallos	
17	Guantánamo	5	10	43	77	40	45				Ferrer y	
18	Cabo Bueno	5	6	22	73	35	35	20	6	10	Latitud dud. de 2' a 3'	Cevallos
19	Punta Mayzi	5	5	52	76	28	8	20	16	40		Cevallos
20	Punta de Mala	5	11	52	77	38	0	21	24	35		y Herrera
21	Punta Sabanilla	5	35	47	83	56	47	23	4	30	Cevallos	
22	Punta de Guanos	5	36	14	84	3	37	23	9	27	y Herrera	
23	Pan de Matanzas	5	36	17	84	4	24	23	1	39	Ferrer y	
34	Teta de Managua	5	38	39	84	39	53	22	57	38	Cevallos	
25	Cerro Guayabón	5	43	7	85	46	47	22	47	46	Ferrer y	
26	Punta del Holandés	5	48	27	87	6	52	21	47	0	Cevallos	
27	Cabo Corrientes	5	47	15	86	48	52	21	44	30	Números 26-31 son inciertos entre 3' y 5' en longitud.	Ferrer
28	Mariel	5	40	22	85	5	37	23	5	30		Ferrer
29	Cabañas	5	41	7	85	16	52	23	4	0		Ferrer
30	Boca Honda	5	42	7	85	31	52	22	57	0	Ferrer y	
31	Punta Maternillos	5	17	25	79	21	22	21	40	0	Montes	

CUADRO DE POSICIONES GEOGRAFICAS DEL NUEVO CONTINENTE

Islas de las Antillas. Isla de Cuba y Canal de Bahama

Nº	Nombre de Lugares	Longitud			Latitud			Notas e indicaciones de las alturas	Observadores			
		En tiempo			En arco							
		h	'	"	0	'	"	0	'	"		
32	Cayo Verde	5	20	2	80	0	30	22	5	6	Del número 32 al del Cayo del Mono comprende el Viejo Canal de Bahama	Lemaur y
33	Cayo Confites	5	20	19	80	4	53	22	11	44		Humboldt
33	Cayo de Lobos	5	19	46	79	56	43	22	54	50		Ferrer
34	Cayo Gujancho	5	21	40	80	25	0	22	44	0		Ugarte
35	Punta del Diamante	5	18	36	79	39	0	22	10	0	Números 36-41 o varios Oficiales de la Marina española.	Ugarte
36	Tributario del Minerva	5	21	36	80	24	0	22	21	30		Ugarte
37	Isla Anguila-B. E.	5	26	41	81	40	15	23	28	0		Ugarte
38	Cayo del Agua (mitad) ...	5	29	30	82	22	30	23	57	0		Ugarte
39	Cayo de la Sal	5	30	16	82	34	0	23	39	8		Ugarte
40	Placer de las Bocas (escolleros más al O)	5	30	48	82	48	0	23	51	30		Ferrer
41	Cruz del Padre (la mitad) ..	5	33	36	83	24	0	23	14	0		Ferrer
42	Punto N. O. del Placer de las Rocas	5	30	55	82	43	45	23	59	49		Ferrer
43	Banco de las diez brazas ..	5	27	50	81	27	30	24	38	15		Ferrer
44	Fresh-Water-Key, la Punta N.	5	25	54	81	28	36	25	43	30		Ferrer
45	Cayo Largo. P. N. E.	5	31	42	82	55	41	24	51	30		Ferrer
46	Punta la más al N.	5	31	31	82	52	48					Montes
47	Punta S. E.	5	31	35	82	53	51	24	52	0		Ferrer
48	Cayo Vizcaíno, punta la más											

CUADRO DE POSICIONES GEOGRAFICAS DEL NUEVO CONTINENTE

Islas de las Antillas. Isla de Cuba y Canal de Bahama

Nº	Nombre de Lugares	Longitud			Latitud			Notas e indicaciones de las alturas	Observadores		
		En tiempo			En arco						
		h	'	"	0	'	"	0	'	"	
	al N.	5	31	18	82	49	30				Montes
49	Cayo Romano. P. S.	5	20	10	82	2	30	21	53	0	
50	Cayo Romano. P. N.	5	22	44	80	41	0	22	53	30	
51	Cayo de la Cruz	5	20	52	80	13	0	22	8	0	Desde el 49 hasta el 60 de los Oficiales de la Marina española. He tratado de corregir las observaciones por las determinaciones cronométricas hechas por Humboldt, Ferrer, Montes y Ugarte.
52	Isla Barril (mitad)	5	21	34	80	23	30	22	24	0	
53	Paredón Grande	5	21	46	80	28	30	22	25	0	
54	Cayo del Coco (mitad)							22	28	0	
55	Ensenachos. P. S.	5	25	16	81	19	0	22	34	0	
56	Cayo Francés	5	26	44	81	41	0	22	37	30	
57	Almedinas	5	27	52	81	58	0	22	44	0	
58	Carenero	5	29	5	82	16	18	22	51	30	
59	Cayo Julias Gordas	5	29	22	82	20	30	22	55	30	
60	Cayo Julias Gordas	5	29	28	82	22	0	22	57	30	
61	Megano Oriental (mitad) ..	5	30	48	82	42	0	23	9	0	Desde el 61 hasta el 70 los Oficiales de la Marina española. He tratado de corregir las observaciones por las determinaciones cronométricas hechas por Humboldt, Ferrer, Montes y Ugarte.
62	Megano Occidental (mitad) ..	5	31	30	82	52	30	23	11	30	
63	Grupo de 20 Cayos. La Punta más al E.	5	31	52	82	58	0	23	13	0	
64	Falcones (Islote Austral) ..	5	32	1	83	0	18	23	9	42	
66	Cayo Blanco	5	32	40	83	10	0	23	16	0	
65	Las Cabezas (mitad)	5	33	58	83	29	30	23	12	30	
67	Carnero de Cayo Blanco Blanco (mitad)	5	34	2	83	30	42	23	10	0	
68	El Monillo (mitad)	5	34	30	83	37	30	23	10	42	
69	Cayo de Piedras	5	34	26	83	36	42	23	11	6	
70	Cayo del Mono (mitad) ...	5	34	20	83	35	0	23	12	42	

En las **Islas Vírgenes** e **Islas Caribes** observan la Expedición de la Flora, Ferrer, Chabert, Feuillée, Maskelyne, la Expedición de Fidalgo y Löwenörn. Así son conocidos ciertos puntos claves de la Isla de la Guadalupe, Isla de Santo Domingo, Martinica, La Barbada, Trinidad. Humboldt no logra sino determinar la posición geográfica de la Punta Noreste de Tabago.

Las Islas Lucayas son conocidas y determinadas por algunos viajeros, especialmente por Puységur. En total unas 41 posiciones. Entre éstas la histórica de San Salvador, de Cristóbal Colón: tanto su punta suroriental como la punta norte. Oltmanns tendrá mucho cuidado en volver a calcularlas en 1809 las posiciones dadas por Puységur, corrigiendo los resultados según las observaciones hechas en Puerto Rico. Ni una sola posición es determinada por Humboldt.

En las Islas Caribes, cerca de las costas de Tierra Firme, trabajan Ferrer por su cuenta y Humboldt por la suya. El primero determina dieciséis lugares geográficos y el segundo, siete. Estos últimos son: Cabo Oriental de la Isla Coche, Cabo Macanao de la Isla Trinidad, Islas Piritu, Isla Blanca, Punta Norte de Los Hermanos, la mitad de la Isla Tortuga, Cabos Oeste y Este de la Isla Orchilla e Isla de Roca de Afuera. Tanto las determinaciones de longitudes correspondientes a Ferrer como a Humboldt fueron precisadas por el cronómetro.

En Nueva Granada fueron determinados 42 puntos geográficos, los más por Humboldt, pocos por Carlos Cabrié, y otros por José Francisco de Caldas. La mayoría por medio del cronómetro, buen número por operaciones trigonométricas, y apenas dos por eclipses de luna. Cabrié determina Simijaca, Turmequé, Muzo, la mitad del lago de Fuquene, Tunja, Leiva, Chiquinquirá y Saboya, empleando operaciones trigonométricas y apoyándose previamente en las observaciones de Humboldt. Caldas determina a Gigante, Garzón, Timaná, San Agustín, Pital, Carnecerías, Yagua, Boquerón, Naranjal, Suasa, Cejas, Hato de Abajo, Paucol y Cerrillos. Estas posiciones fueron calculadas por Oltmanns en 1806.

En la Presidencia de Quito solamente determina Humboldt 19 posiciones, más 8 en la costa, incluyendo Guayaquil y El Pelado. Todas por el cronómetro, solamente la de Quito con casi todos los medios científicos: cronómetros, distancias de la luna al sol, eclipses de satélites de Júpiter, eclipses de la luna, culminación de la luna. No interviene ninguno de sus amigos españoles. Solamente nos entrega la determinación de Monte Cristi, que Bouguer, integrante de la Comisión Geodésica Franco-Española de 1736, ya lo precisara. En el

Perú y las costas de la Mar del Sur tampoco intervienen ningún español; sí, sólo Humboldt.

En el Virreinato de Nueva España se realiza un intenso trabajo astronómico por científicos mejicanos, alemanes, franceses o españoles, especialmente en su recorrido personal por países tan exóticamente maravillosos, durante la segunda mitad del siglo XVIII y primera del XIX. El pasado científico de México es, pues, extraordinario. El mismo Humboldt lo anota:

"Yo invito a los sabios que se interesan por la historia de la astronomía, a llevar los ojos a una Memoria muy extensa que acabo de publicar acerca del Calendario Mexicano, y sus relaciones admirables en cuanto a la división del tiempo que tenían los pueblos tártaros o tibetanos. Esta Memoria está consignada en mis **Vues des Cordillères et Monumens des Peuples indigènes de l'Amérique**, p. 125-194. Se encontrará en la misma obra algunas ideas acerca del origen de los zodíacos y sobre las fábulas cosmogónicas de los Aztecas, comparadas a aquellas de los Hindúes y de los Etruscos. Pueda ser que estos ensayos presenten algún interés en una época donde las bellas investigaciones de M. Ideler han fijado la atención de los sabios sobre la Cronología antigua. Nosotros nos alegraremos sumamente que un viajero, sumamente instruido en las ciencias matemáticas, M. Fourier, arrojará nueva luz sobre la astronomía de los Egipcios, fuente fecunda de la cual han tomado tantos pueblos sus conocimientos, sus ficciones y sus ensueños astrológicos". (4)

En el Virreinato de México trabajan, entre otros, algunos solos o acompañados, Humboldt, Ferrer, Velásquez, Cevallos y Herrera, los integrantes de la Expedición de Malaspina, —especialista en Astronomía— y muchos otros, como Quartara, Malaspina, Lapérouse, Vancouver, Cook, Marchand, Pedro de Laguna, Mascaro y Rivera, Oteyza, Lafora, los Padres Díaz y Font. En las observaciones se utilizan todos los medios disponibles: determinación de la longitud por el cronómetro, eclipses de Sol, eclipses de Luna, culminación de la Luna, distancia de la Luna al Sol, distancia de la Luna a las estrellas, eclipses de satélites de Júpiter, pase de Mercurio y de Venus, ocultación de estrellas, operaciones trigonométricas u observaciones hipsométricas. La ciudad de México y el puerto de Acapulco merecen una determinación científica más prolijamente ejecutada con buen número de los métodos respectivos, por parte de Humboldt. Sin embargo, con preferencia se utilizaron el cronómetro, las operaciones trigonométricas o

(4) Introduction par Alexandre de Humboldt. A Paris, le 14 septembre 1811. (Recueil d'Observations Astronomiques... Paris 1811, I.)

distancias de la Luna al Sol. El mismo Humboldt utiliza las operaciones trigonométricas para determinar el Cerro de Axusco, el Nevado de Toluca, el Volcán de Jorullo, Tasco, Popocatepetl, San Nicolás de los Ranchos, Iztaccihuatl, Pirámide de Cholula, Puebla de los Angeles, Perote, Cofre de Perote, Xalapa, Cerro de Maculitepec, Chapultepec, San Angel, Santafé, en el valle de México, Tacubaya, en el Palacio Arzobispal, Morales, Iztpalapán, los Remedios, Istacalco, Mexicanzingo, Acamiscla, Santiago de Zacualco. El Pico de Orizaba lo determinan Humboldt y Ferrer por operaciones trigonométricas.

Las costas oriental y occidental merecen atención esmerada por parte de los científicos españoles, singularmente. Las observaciones de Cevallos y Herrera son calificadas de **muy buenas** por Oltmanns. Además de ellos trabajan José Joaquín de Ferrer, Quartara, Malaspina, Camacho, Torres. El mayor número corresponde a Cevallos y Herrera, a Ferrer y a la Expedición de Malaspina. Esta determina en las costas unas 61 posiciones, utilizando principalmente el cronómetro, contadas operaciones trigonométricas y poquísimas relativas a los otros métodos astronómicos. Solamente la longitud de Veracruz es determinada por la ocultación de estrellas, el cronómetro y el paso de satélites de Júpiter y operaciones trigonométricas; San Blas, por el paso de satélites de Júpiter, eclipses de Luna y el cronómetro; el Cabo de San Lucas, por operaciones trigonométricas y el cronómetro; la Misión de San José, por el paso de Venus, el cronómetro y el paso de satélites de Júpiter; Noutka, Ensenada de los Amigos, observadas por Cook, Marchand, Malaspina y Vancouver, y determinadas según el paso de los satélites de Júpiter, el cronómetro y la distancia de la Luna al Sol; Mulgrave, por la distancia de la Luna al Sol y por el cronómetro.

Oltmanns al revisar todos estos trabajos concluye científicamente que las observaciones de Velásquez, Profesor en México, se fundaron en la posición de la capital de México, tal como la determinara Humboldt. Con todo había hecho un enorme esfuerzo al precisar 14 puntos por operaciones trigonométricas (5). Considera posiciones poco dudosas, algunas de las costas occidentales, determinadas por la Expedición de Malaspina (6); otras de Humboldt, en el interior de

(5) Tescuco, Zumpango, Xaltocan, Tehuilojuca, Hacienda de Xalapa, Cerro de Chiconautla, El Peñol, San Miguel de Guadalupe, Huehuetoca, Garita de Guadalupe, Cerro de Sincoque, Hacienda de Santa Inés, Cerro de San Cristóbal, Puente del Salto.

(6) Puerto de Salagua, Cabo Corrientes, Islote al N. O. de Cabo Corrientes, Cerro del Valle, Cabo Sur de la más oriental de las Islas Marias.

Nueva España (7); excluye algunas de Pedro de Laguna, Mascaro y Rivera y Lafora y Oteyza (8). ¡Para Cevallos y Herrera tiene los mejores conceptos por sus observaciones muy buenas. (9)

Cuando se había terminado de imprimir la obra **Recueil d'Observations Astronomiques...** recibe Humboldt del Almirante español José Mazaredo la intitulada **Memorias sobre las Observaciones Astronómicas de los Navegantes Españoles en distintos lugares del Globo** (10), por el Jefe de Escuadra José Espinosa. En este trabajo monumental se presenta el cúmulo de observaciones originales de las Expediciones marítimas que explotaran científicamente el mundo, entre ellas las de Malaspina, Churruca, Fidalgo, Galiano y Cevallos. Humboldt las califica como las que cambiaran la geografía de las costas de América poco después de 1788, provistas de buen número de instrumentos, nuevos y precisos. En aquella cantera de valor imponderable encuentran Humboldt y Oltmanns material suficiente para realizar comparaciones con el precedente de América, por obra del mismo Humboldt, Bonpland y Carlos Montúfar. Hallan casi uniformidad absoluta en las observaciones de unos y otros. Enorme es su satisfacción: pues, por métodos diferentes habían logrado casi resultados idénticos. En esa forma se habían garantizado los trabajos astronómicos desarrollados en América, tanto en su interior como en las costas. Quedaban respetadas así las posiciones más importantes para la Geografía americana, en cuanto a la situación de ciudades, villas, puertos, cabos, islas o más accidentes naturales y desconocidos.

Tanto la obra astronómica de Humboldt como la de Espinosa encierran todo lo que se conocía hasta los primeros años del siglo XIX sobre la Geografía de España y sus Dominios americanos. El investigador alemán no escapa de su responsabilidad científica frente a la de los españoles y con toda severidad establece semejanzas y diferencias entre sus trabajos y los de ellos, tanto en los de longitud como en los de latitud. En España había realizado observaciones sobre Barcelona,

(7) San Angel, Tacubaya, Santafé, Morales, Iztapalapan, Los Remedios, Istacalco, Mexicalzingo.

(8) Pachutla, Xamiltepec, Guiechopa, Ometepepec, Nochistlán, Teposcolula, San Antonio de los Cues, Guadalupe, Zacatecas, Real del Rosario, Durango, Presidio del Paje, Villa del Fuerte, Real de los Alamos, Presidio de Buenavista, Chihuahua, Arispe, Presidio de Janos, Presidio del Altar, Presidio del Norte, Embocadura del Río Gila y Colorado.

(9) Campeche, Punta Desconocida, Castillo del Sisal, Punta Occidental y Punta Septentrional de Alacrán, Embocadura del Río de Lagartos, Parte S. O. de la Punta del Puerto, Punta N. del Contoy, Punta S. del Contoy, Baxo de Alerta, Bajos fondos de diez Brasas, Islote al S. O. del Triángulo, Bajo del Obispo.

(10) Madrid, 1809. Vols. I y II.

Montserrat, Balaguer, Valencia, Murviedro, La Coruña y El Ferrol; conjuntamente con Chaix y Bauzá sobre Madrid y Aranjuez, en su orden. Utiliza en general el cronómetro y sólo para Madrid añade el método de la ocultación de las estrellas. Sostiene el valor de las relativas a Barcelona (11) y los otros lugares (12). Apenas tres segundos de diferencia en la latitud de Valencia respecto de la señalada por Cavanilles y Tofiño en la Carta del Reino mencionado (13); otra pequeña diferencia entre las de La Coruña y El Ferrol y las de Tofiño, a base de los trabajos de Ferrer, Mazaredo, Méchain y Triesnecker. En cuanto a Aranjuez había tomado solamente dobles alturas, bastante alejadas del meridiano, rectificándolo Espinosa y el capitán Juan Francisco Aguirre.

Humboldt da mucha importancia a las determinaciones españolas por cuanto la mayor parte de expediciones militares al Nuevo Continente salían de Cádiz, Cartagena o La Coruña. Y el antiguo error de ocho o nueve minutos en la longitud de El Ferrol no solamente que aumentaba la incertidumbre para los barcos que iban a abordar, sino que contribuía a contar con datos poco fundados sobre la verdadera posición de varios puntos geográficos en el Nuevo Continente.

Los resultados que Humboldt adoptara sobre Santa Cruz de Tenerife fueron confirmados aunque bastante tarde por la Expedición de Krusenstern. Otros cálculos hicieron Horner, Quenot y el capitán Bligh. Todos difieren en los resultados. Los más antiguos de Borda, Fleurieu y Pingré, los de Vancouver y La Pérouse, se diferencian de los de Humboldt en 12 o 16'' de tiempo. Como la mayor parte de Expediciones para el perfeccionamiento de la Geografía Náutica se han interesado más por reconocer el Pico de Tenerife y aplicar el cronómetro, Humboldt sugiere que la longitud del muelle de Santa Cruz fuese verificado por cualquier ocultación de estrellas o eclipse de Sol.

(11) Las observaciones desde la Catedral de Barcelona, **Fontana del Oro**, Montserrat y Venta de la **Sienita**. En ésta permanece el 2 de febrero de 1799. En una hospedería aislada toma algunas alturas meridianas de Rigel y de Sirio. Como Humboldt no sabía todavía muy bien el español, creyó que tal hospedería se hallaba a unas cinco leguas al norte de **Alcalá de la Serba**. Su amigo Francisco de Arago le había dado a entender que en ello se hallaba equivocado, pues el verdadero sitio sería el de la **Venta de la Sienita**, próximo a **Torre Blanca**, a cinco leguas al sur de **Alcalá del Chiverri**. Arago conocía muy bien aquellos lugares, pues había realizado estudios astronómicos algún tiempo en los mismos.

(12) Justifica algunas diferencias de sus observaciones con las de los españoles en una forma amplia y científicamente explicadas.

(13) Cavanilles y Tofiño sitúa Oropesa en $40^{\circ} 6'$ de latitud, Humboldt en $40^{\circ} 9'$.

Sobre el Puerto de España, en la Isla de Trinidad, tampoco hay toda uniformidad en los cálculos de Churrua, Fidalgo y Humboldt; lo mismo en cuanto a Puerto Rico y Cumaná. La longitud de esta última, **incierto** en 1792 en tres cuartos de grado, acusa en 1801 sólo segundos de incertidumbre, a base de eclipses de Sol, satélites de Júpiter y distancias lunares. En abril de 1801 habíase encontrado Humboldt con Fidalgo en Cartagena de Indias. Este compara durante algunos días sus trabajos con los de aquél y fija por el transporte del tiempo en $66^{\circ} 40' 54''$ la ciudad de Cumaná, en $67^{\circ} 12' 28''$ Nueva Barcelona, en $69^{\circ} 19' 20''$, Silla de Caracas y en $69^{\circ} 26'$ de longitud La Guayra. Ferrer admitirá en 1809 para Nueva Barcelona los $66^{\circ} 59' 45''$, para Caracas los $69^{\circ} 10' 40''$ y para La Guayra $69^{\circ} 13' 30''$, a base de observación de eclipses de satélites de Júpiter. Delambre hace nuevas comparaciones y Oltmanns otras deducciones. Espinosa entrega nuevos datos para Cumaná, Nueva Barcelona, Caracas y La Guayra: **atribuye** las tres primeras determinaciones a la Expedición de Fidalgo y las dos últimas a la de Ferrer. Humboldt procuró fijar la longitud de Cumaná y Caracas por sólo la observación de fenómenos celestes. Todas las posiciones, sin embargo, se separaban en algo. La más oriental de La Guayra influye naturalmente en la longitud de Puerto Cabello. Espinosa, Fidalgo y Oltmanns entregan diferentes datos. La latitud comprobada en 1704 por el Padre Feuillée fue confirmada por las observaciones de Fidalgo, quien encuentra el Fuerte de San Carlos, en la parte sur de la entrada del puerto, en los $10^{\circ} 29' 23''$ Norte. Oltmanns había sometido a revisión los cálculos de Feuillée y de Herrera, encontrando la latitud dada por el primero bastante falsa, en $4' 14''$; la longitud por Herrera, muy buena, sobre Santa Marta. Se comprueba ampliamente la eficiencia de las tablas de satélites de Delambre, aún remontándose a una época de sesenta o más años.

Muchas islas próximas a Tierra Firme fueron determinadas en distinto tiempo por Humboldt y Fidalgo. Aquél midió los cabos Macanao, Tres Puntas, islas de Piritu, Roca de Afuera, parte central de la isla de la Tortuga. Las observaciones de Fidalgo encontraron también que las de Humboldt sobre las Bocas del Dragón estaban muy bien fundadas. Humboldt había observado Punta Araya, situando Nueva Salina por operaciones geodésicas en menos cuatro minutos en arco al Oeste de Cumaná; Fidalgo encuentra el castillo arruinado de la Punta de Araya en $2^{\circ} 46' 43''$ al occidente de Puerto España. Humboldt y Bonpland se extraviaron la noche del 6 al 7 de diciembre de 1800 junto a un arrecife, el Banco de la Víbora. Lo localizaron en $16^{\circ} 50'$ de latitud y $80^{\circ} 26'$ de longitud, dos años después de haberlo descubierto el barco español denominado **El Monarca**. Asimismo determina Humboldt dos islotes de los Caimanes en su travesía de

Cumaná a La Habana y de Batabano a Cartagena de Indias, después de interesantes observaciones en diciembre de 1800 y marzo de 1801. Cevallos confirma después los cálculos al levantar en 1802 un plano del pequeño Caimán y de Caimán-Brac. Antes del estudio del alemán y español suponían los navegantes encontrar entre el pequeño Caimán occidental y el grande Caimán un paso de cincuenta millas de largo. La Carta española de 1804 lo había reducido a treinta millas. En cuanto a las costas meridionales de la Isla de Cuba admite Espinosa para la villa de Trinidad $21^{\circ} 42' 40''$; Humboldt no se halla conforme, según sus observaciones propias. Había determinado la Punta de Matahambre, el Cayo de Don Cristóbal, el Flamingo, el de Piedras, el de Diego Pérez, luego los ríos Guaurabo y San Juan. Los españoles lo hacen también. Entre los resultados hay poca diferencia.

En 1804 da a conocer Humboldt en México los resultados de una parte de las observaciones que Cevallos realizara en el Golfo de México desde 1802, empleando el reloj marino de Louis Berthoud. Todas las posiciones aplicadas al puerto de Campeche. Ferrer lo había determinado también este último. Espinosa y Oltmanns se refieren después a él. Oltmanns revisa los cálculos por los cuadros corregidos de Delambre y otras seis inmersiones y emergencias del primer satélite de Júpiter, que lo realizara Cevallos en 1803, más el cálculo que el mismo español verificara sobre el eclipse de Sol en Tabasco el año de 1806. Esta rada fue determinada también en su longitud.

Los navegantes españoles habían situado los puertos de Guayaquil y del Callao en $40''$ de tiempo más al oriente que los localizara Humboldt. Como el resultado obtenido del último paso de Mercurio sobre el disco del Sol no se conformara con la longitud calculada por Peralta y Ulloa, somete Oltmanns a nuevas apreciaciones las observaciones verificadas por la Expedición de Malaspina, que corren reproducidas con todos sus detalles en la obra de Espinosa. Ellas presentan —según Humboldt— la más grande armonía con las suyas. Había obtenido en 1803 para el Callao, por el paso de Mercurio, $5\text{ h } 18' 18''$; para Guayaquil, por el cronómetro de Louis Berthoud, después de 18 días de navegación, $5\text{ h } 29' 12''$, 7. En cambio los astrónomos de la Expedición de Malaspina habían entregado en 1790 para Guayaquil $7\text{ h } 54' 46''$, después de observar en la noche del 14 de octubre de ese mismo año la inmersión de la estrella y de Sagitario bajo el disco no brillante de la luna. Esta ocultación al someterse a las tablas de Bürg no corregidas dieron a Espinosa $5\text{ h } 28' 14''$. Oltmanns, en cambio, utilizando esas mismas tablas corregidas por las observaciones de Maskelyne y Bouvard obtuvo $5\text{ h } 29' 12''$, 74. La posición de la estrella fue tomada del Catálogo de Piazzi. Y como Guayaquil se encuentra casi emplazada bajo el Ecuador, las diferentes hipótesis

d'aplatissement no pueden influir sino débilmente en los resultados definitivos.

"Conjunción en París	12 h. 47' 31",02
En Guayaquil	7 h. 18' 19",28
Longitud de Guayaquil	5 h. 29' 12",74

Este resultado se diferencia apenas en una fracción de segundo de la longitud asignada por las observaciones de Humboldt al puerto de Guayaquil. Asimismo el fin de un eclipse de luna, observada por los astrónomos de la Expedición de Malaspina el 22 de octubre de 1790, y comparado por Oltmanns con seis observaciones correspondientes verificadas en Europa, dio 5h 29' 13",1. Según Humboldt:

"Diferencia de meridianos del Callao y de Guayaquil:

por las observaciones absolutas	0 h. 10' 55"
por el cronómetro de Humboldt	0 h. 10' 54"
diferencia	1"

Esta conformidad prueba la exactitud del paso del Mercurio observado por Humboldt; la longitud más oriental del Callao, en la cual se detiene Espinosa, no se funda más que en una sola inmersión del satélite de Júpiter observada en Magdalena cerca del Callao. Malaspina había determinado la diferencia de los resultados entre los meridianos del Callao y Guayaquil en 0 h 10' 37",7.

"Limitando lo mismo a tomar la media entre este resultado y el de mi garde-temps, y en suponiendo Guayaquil, según la observación del ocultamiento de Sagitario, por las 5 h 29' 12",74, nosotros encontramos, por las solas observaciones hechas en 1790, para el Callao 5 h 18' 27", lo que no se diferencia sino en 9" de tiempo de mi longitud, pero en 50" de aquella en la cual se detiene M. Espinosa".

Espinosa admitía también la diferencia de meridiano entre Callao y Guayaquil, según el resultado cronométrico de Malaspina. Tal diferencia reduce a 23".

Humboldt considera científicamente todos estos resultados y respetuoso como el más a las disquisiciones problemáticas se cree jamás autorizado para alterar las posiciones geográficas que ya las había adoptado para las costas de la Mar del Sur. Algunas de ellas fueron confirmadas, sin embargo, por los oficiales españoles que investigaron en las corbetas **Atrevida** y **Descubierta**. Oltmanns explica también que el eclipse del satélite observado en 1790 en el Callao había dado 5 h

18' 23'',6, después de compararlo con las tablas de Delambre. Los marinos españoles no habían obtenido sino 5 h 17' 38''. Le es difícil admitir que las tablas del primer satélite de Júpiter hubieren hallándose en un error de 45''. En cuanto a las distancias lunares que precisaran Malaspina y Galiano se difereciaban entre ellas en medio grado y casi en un grado del resultado definitivo de Espinosa.

"Las que yo he observado en un cielo brumoso —escribe Humboldt— dan una longitud más oriental que el paso de Mercurio".

Humboldt escribe satisfecho por haber demostrado su mayor celo en los trabajos astronómicos y en los cálculos generales, lo que se pusiera en evidencia al comparar todas sus observaciones con las de otros científicos. Él sabe que los versados en tan difícil disciplina teórica y mucho más en la astronomía práctica no se sorprenderían ante el cuadro de diferencias, establecido por múltiples observaciones de algunos viajeros, bajo la técnica diferente en métodos y en instrumentos. Los errores en la zona del Nuevo Continente, explorada por él, no excedían generalmente sino entre 16 y 20'' longitud; en tanto que en la costa noroeste de América, explorada por muchos viajeros, —Cook, Vancouver, La Pérouse, Malaspina— la diferencia elevábase hasta 1' 25'' de tiempo. Y remontándose al siglo XVII afirma que los navegantes no conocieron con precisión el **verdadero origen de Cayo Largo**, ni tampoco la diferencia de longitud entre Montevideo y Cabo de San Antonio.

Humboldt ofrece en detalle sus experimentos sobre la intensidad de la luz astral, como de Sirio, Canopus, Centauro, Grulla, Pavo Real, Paloma, y otras grandes constelaciones. Las compara entre sí según el método de **Herschell**. Toma de referencia a Sirio —100— y ordena las estrellas de primera dimensión —entre 100 y 80— y las de segunda —entre 80 y 60—. La intensidad relativa de la luz de dos astros estudia por medio de vidrios planos, blancos o coloreados y de distinto espesor, que los coloca antes del ocular del anteojo. Sabe que hay imperfección, pero lo realiza.

En las regiones ecuatoriales observa las bellas estrellas de Navío, Centauro, Pavo Real, Erídano, Grulla, llegando aún a poetizar a la Cruz Austral. Bastante en desorden registra todo detalle del proceso astronómico en América en su Diario; más tarde lo ordena cronológicamente en su **Recueil d'Observations Astronomiques**. . . Tal estudio le llevó a la determinación de la longitud y latitud de cientos de lugares, a la nivelación del suelo o a precisar el decrecimiento del calórico. Su observatorio flotante: unas veces sobre la cubierta del barco, la canoa o la piragua; otras, en la desembocadura de los ríos, al

pie de las rocas o en la cumbre de las montañas. Su campo de trabajo la extensa zona ecuatorial entre 12° latitud austral y 23° latitud boreal, singularmente en el interior de la antigua Capitanía General de Venezuela, Virreinato de Nueva Granada, Isla de Cuba, Virreinato del Perú, Presidencia de Quito y Virreinato de Nueva España. Rastreó científicamente por Nueva Andalucía y Nueva Barcelona, los valles de Caracas y Aragua, los llanos y montañas de Guigue, la Guayana española, las cuencas o puertos del Apure, Orinoco, Casiquiare y Río Negro, La Habana o los islotes que la rodean, el río de la Magdalena, las cordilleras de Colombia actual, el valle del Cauca, las provincias de los Pastos y Popayán, la región del Carchi e Imbabura, los Andes de Quito, sus valles y sus altiplanicies del interior y parte de su Amazonía, los Andes del Perú, una parte del Virreinato de Nueva España. Todo esto encerrado o delimitado por una naturaleza salvaje o por una naturaleza agreste o sombría y, en ciertas zonas, apenas algunas huellas de vida humana. Sin embargo, nada amendrentó a Humboldt. Antes admiró todo ello, describió magistralmente la estética del paisaje y se recreó en la estruendosa desembocadura de los ríos y en la elevación sinuosa de las altas cumbres americanas.

Con el descubrimiento de los **anteojos** habíase iniciado en el Viejo Mundo una época memorable para la Geografía y la Astronomía matemáticas. Simón Mayer descubre en 1609 los satélites de Júpiter y Galileo y Harriot los observan al comienzo de 1610. Peyrese intenta construir dos cuadros propuestos para calcular las revoluciones periódicas de los satélites, de forma que observándolos en diversos lugares de la tierra se podría determinar la diferencia de meridianos entre aquellos lugares y el que había servido para construir los cuadros. Ciertas observaciones posteriores influyeron para que se abandonara por imperfecto este método. Entonces construye Galileo algunos cuadros de los satélites de Júpiter y propone en 1612 al monarca de España mandara resolver el problema de la determinación de las longitudes. La Corte de Madrid no acepta la proposición. En la misma época había presentado a Richelieu el médico francés Morin una Memoria acerca de la determinación de longitudes, por la observación de la distancia de la luna al sol o las estrellas. El comisionado para informar le consulta a Galileo, quien remueve su proyecto; propone que le apoyen los Países Bajos, el año de 1636. En respuesta le envían a los astrónomos Hortense y Bleauw, a fin de que calculen las tablas de los satélites. Todo queda en la nada al siguiente año por haber perdido la vista el infortunado Galileo, confiando el secreto de su método a Vincenzo Ranieri. El célebre Dominique Cassini observará pacientemente en Roma y Bolonia las inmersiones y emersiones de los

satélites a la sombra de Júpiter, construirá asimismo en 1666 nuevos cuadros y publicará las configuraciones y cálculos de los eclipses en la misma forma que se conservaban en las Efemérides hasta el siglo XIX. A Cassini se debe, pues, el método más seguro para determinar la longitud por los satélites de Júpiter.

Los cálculos y observaciones de Humboldt en América son revisados también por Oltmanns, con imparcialidad propia de los científicos alemanes. El escribe:

"En general he tratado de emplear apenas los eclipses observados por los anteojos de una construcción y una extensión casi iguales; y no es sino en la determinación de la longitud de Quito que me he visto obligado a comparar directamente las observaciones verificadas con anteojos de ocho pies con otras realizadas por medio de anteojos de 16 a 18 pies".

Los cálculos provisionales de Humboldt en la vorágine de su actividad exploradora no tendrán toda la validez, ni toda la expresión dogmática del empirismo; en cambio, gozarán del respeto básico, como columnas inamovibles, para un revisionismo científico y una nueva orientación geográfica en general y cartográfica en particular. El mismo aprovecha ya dichos cálculos en los propios lugares de su trabajo americano para esbozar una serie de mapas o planos. Nunca se llegaron a publicar estos auténticos originales; sí, algunos perfeccionados por artistas de París, Berlín o Roma. Nosotros poseemos las copias de tan valioso material, que lo descubrimos en su **Diarios de Viaje inéditos**. Entre dichos esbozos podemos mencionar los del Río Orinoco, Meta, Río Negro, Laguna de Vasiva, Desigualdad del Globo al Norte del Amazonas, Nivelación barométrica desde el Cerro de Avila hasta el Amazonas, Perfil de la Costa de Venezuela desde la Costa hasta los Llanos, Carta Especial de las Misiones de Caura, Camino por el cual salieron Humboldt y Bonpland en la navegación desde Batabanó, Plano de la Ciudad de Quito, Plano del Panecillo, Plano topográfico del Pichincha, Plano del Valle de Chillo y ríos que forman el Guangopolo, Plano de la Villa del Villar **don pardo**, Situación de las ruinas de la antigua Riobamba, Plano topográfico de las partes orientales del Chimborazo y del volcán extinguido del Yanaurco, Nudos y Montañas de las Cordilleras de Quito, la Isla del Amortajado, Pico de Orizaba, Llano de Telimpa, Volcanes de México, Plano de los alrededores de Guanaxuato, y muchos otros.

Copias de aquellos planos o mapas entrega Humboldt a ciertos gobernantes españoles de las diversas porciones americanas. Más tarde algunos los graba bajo su cuidado. No había podido calcular en su Viaje Americano apenas las dos terceras partes de sus observacio-

nes, utilizando para los eclipses de los satélites y las distancias lunares, casi en todo, las Efemérides de Greenwich, los cuadros de Delambre o de Maison. En plena actividad se siente satisfecho, por cuanto había llegado a "centros donde jamás instrumento astronómico alguno fuera portado". Encontró, además, falsas algunas latitudes, aún en los lugares más inaccesibles del Nuevo Continente, como el fuerte de San Carlos del Río Negro, próximo del límite setentrional del Brasil, en 1° falso de latitud; 2° longitud de error en el Orinoco; $0^{\circ} 50'$ longitud de error en Quito, y $1^{\circ} 30'$ longitud de error en México. También dio rudo golpe a quienes sólo por el transporte del tiempo o por medio de los cronómetros habían determinado la mayor parte de posiciones geográficas en el Mar de las Antillas, el Océano Pacífico o la costa noroeste de América, con graves inconvenientes para el progreso de la Geografía. En el transporte del tiempo cada punto dependía de algún otro. No se cambiaría, por ejemplo, la longitud de Fort-Royal, en la Martinica, del puerto de España, en la Isla de la Trinidad, sin alterar al mismo tiempo centenares de puntos unidos por el cronómetro.

El mismo Humboldt reconoce que no había sino esbozado apenas las cartas de los países que recorriera por América, debido a la inmensidad del camino. Esperaba algunos años para levantar en detalle el plano del Orinoco o del Magdalena, a semejanza de trabajos europeos realizados por geógrafos sobresalientes. Por cierta imperfección en sus cartas geográficas se defiende con habilidad, cita en su favor algunas deficiencias de otras, las cuales **representan las partes menos cultivadas del globo**. Admira, sí, por los detalles topográficos el Atlas de Cassini. En propio favor cita algunas villas francesas con latitudes inciertas. Muchas más equivocaciones puntualiza en algunos mapas de las Indias Occidentales, especialmente de los lugares frecuentados por comerciantes de Europa. Espera que algún día desaparezcan los errores, mucho más pronto cuando se impulsen expediciones científicas bien organizadas, a semejanza de las de Cook, Lapérouse, Vancouver, Malaspina, Churrua, Galiano, Fidalgo, Cevallos, Löwenörn, Krusenstern: todos sus maestros o inspiradores.

Humboldt se lamenta a comienzos del siglo XIX de que la Geografía no haya aprovechado sino bastante tarde de los recursos nuevos que ofrecieran las observaciones de viajeros notables. Las más de ellas habíanse sepultado en obras de Astronomía; cartas modernas y hasta acreditadas perpetuaban errores ya depurados científicamente. Así, por ejemplo, la carta de las Indias Occidentales, publicada por Arrowsmith en 1803, no consideraba las observaciones precisadas por Ferrer e Isasvirivil. Los lugares emplazados en México y Veracruz "encontrábanse arrojados como al azar". Le acusa a Arrowsmith de

haberse apropiado de su Mapa de Nueva España, haciéndolo aparecer bajo su nombre y aún presentándose como el compilador de sus materiales. Igualmente indica Humboldt que su Carta de las Provincias Internas, incluida en el Viaje de Pike a la parte occidental de Luisiana y Santa Fe de Nuevo México, había sido calcada. Las califica de simples copias, con infinidad de faltas topográficas, hasta el extremo de habérselas hecho desconocidas.

Humboldt siempre tuvo presente las ideas acerca de la exactitud de los mapas, sin jamás huir de todo esfuerzo por lograrla. Para ello se informó en detalle de los diversos métodos o instrumentos delicados que se utilizaban. Constantemente tuvo que lamentar el haber abandonado obligatoriamente ciertos lugares donde no le fuera dable quedarse apenas una noche, por lo cual el cálculo de las estrellas le diera diferencias marcadas. Reconoce asimismo el haber cometido —y de hecho lo cometió— errores graves, por inadvertencia y falta de habilidad para el trabajo astronómico; pero, eso sí, jamás por falta de paciencia o de celo. Ofreció todo su esfuerzo al servicio de la Geografía. Le faltó tiempo para recorrer en América una extensión de más de tres mil leguas. Una vez en Europa comprueba personalmente la verdad absoluta o el error relativo en la determinación geográfica de los lugares americanos. En Berlín y París se sintió satisfecho de su éxito, utilizó en las comprobaciones su sextante de Ramsden, el fiel amigo que le sirviera de 1799 a 1804.

Algunas cartas geográficas de Francisco de Seixas y Lobera, que se las guarda en el Depósito de la Marina de Madrid, prueban que los navegantes del siglo XVII no conocían con precisión el origen verdadero de Cayo Largo, lo mismo que la diferencia de longitud entre Montevideo y el Cabo de San Antonio. Los errores de la parte marítima y continental de América que Humboldt exploró no exceden generalmente de 16 a 20'' en longitud, en tanto que en la costa noroeste de América la diferencia entre las observaciones de Cook, Vancouver, La Pérouse y Malaspina se eleva hasta 1' 25'' en tiempo. Los sabios que conocen el estado de la astronomía práctica —anota Humboldt— no se sorprenderán de la diferencia obtenido por algunos investigadores, con el empleo de métodos e instrumentos diversos. Entre amargado y escéptico escribe:

"Pocos viajeros han tenido la oportunidad de experimentar las dificultades tan frecuentemente como yo".

La gran altura del sol en los trópicos determinó en Humboldt a que empleara solamente la observación de las estrellas para la determinación de latitudes americanas durante cinco años.

"Nada más lamentable que estas observaciones por la noche, cuando en los climas ardientes se ha pasado el día a caballo, expuesto al ardor del sol, y cuando bajo un cielo vaporoso se ha tenido la pena de distinguir en el horizonte artificial la luz débil de las estrellas que se refleja".

En otras ocasiones se debía producir el error, acaso, por la posición individual del observador, la fatiga de los ojos, pérdida general del vigor físico o extrema dificultad para que cupiese bien el horizonte artificial cuando no se lo había iluminado sino con una **antorcha de nopal**. Muchas más dificultades en América del Sur, a orillas de sus grandes ríos, llenas de mosquitos o toda clase de insectos, los cuales con sus picaduras dolorosas impedían el trabajo.

"He dejado constantemente —escribe— el nivel sobre el plattillo: después de cada altura de estrellas he llamado a un indio con una antorcha para que aclarase el nivel y luego juzgar el grado de confianza que merecía la operación parcial".

Pone mucho cuidado en la medición de longitudes, porque conoce muy bien que a causa de la falsedad en el dato habíase producido buen número de naufragios, especialmente en la desembocadura del Canal de Bahama o en La Habana. Algunas de estas Cartas geográficas, con error en las longitudes, hallábanse en el Depósito de la Marina Española. Asimismo compara prolijamente sus observaciones con las de otros viajeros, lo que le lleva casi a conclusiones definitivas sobre sus errores. De esa comparación también deduce la longitud y latitud de buen número de lugares americanos. En otras ocasiones no se cree autorizado para cambiar las posiciones adoptadas según sus cálculos, como las de las costas de la Mar del Sur. Ellas se encuentran confirmadas por los trabajos realizados en Guayaquil por oficiales españoles de las corbetas **Atrevida** y **Descubierta**. Sus comparaciones se extienden a los datos registrados en los Observatorios de París, Greenwich, Lilienthal, Goetingen, Copenhague y Berlín, sin mayor exactitud desde luego. Oltmanns examinará una vez más las longitudes de los Observatorios, a fin de evitar ciertos errores en las reducciones indirectas.

Alejandro de Humboldt llega a determinar finalmente en su Viaje Americano 235 **posiciones geográficas**: En España 9, en las Islas Canarias y Costas de Tierra Firme de América 15, en el interior de Nueva Andalucía y de Venezuela 20, en el Orinoco, Casiquiare y Río Negro 22, en las Indias Occidentales o Grupo de las Antillas, Islas de Cuba y Canal de Bahama 19, en la Isla de Santo Domingo 2, en la Isla de Jamaica, 5, en las Islas Caribes 1, en las Islas Caribes Australes, cer-

ca de Tierra Firme 7, en el Reino de Nueva Granada 72, en la Presidencia de Quito 15, en el Perú y Costas de la Mar del Sur 24, en el Reino de Nueva España 52, en las Costas Orientales de Nueva España 1, en las Costas Occidentales de Nueva España ninguna, en el interior de Nueva España 13.

La determinación de longitudes se hizo por el cronómetro, eclipses de Sol, eclipses de Luna, culminación de la Luna, distancias de la Luna al Sol, distancias de la Luna a las estrellas, eclipses de los satélites de Júpiter, paso del Mercurio, paso de Venus, ocultación de estrellas, operaciones trigonométricas y observaciones hipsométricas. El nombre de Humboldt se suma al de otros sabios investigadores en los mismos aspectos de determinar las posiciones geográficas del Nueva Continente. Entre ellos: Feuillée, Gamboa, Herrera, La Condamine, Bouguer, Antonio de Ulloa, Jorge Juan, Puységur, Chabert, Fleuriu, Borda, Pingré, Maskelyne, Collnett, Löwenörn, Velásquez, Gama, Malaspina, Ferrer, Galiano, Churrucá, Robredo, Lemaur, Montes, Isasvirivill, Del Río, Quartara, Ugarte, Fidalgo, Noguera, Tiscar, Espinosa, Ceballos, Silva, Cabrie, Ellicot y Caldas. Oltmanns y Humboldt discutirán sobre las observaciones americanas y calcularán definitivamente los resultados según un método uniforme, utilizando las tablas solares de Zach y Delambre y las tablas lunares de Bürg y Triesnecker. Las distancias lunares tomadas en el Nuevo Continente fueron asimismo corregidas por las observaciones de Greenwich y París. Igualmente muchos puntos determinados según las tres coordenadas de latitud, longitud y altura. En este caso, la elevación de los lugares que fue calculada por medio del barómetro, se sometió a la fórmula de Laplace y al nuevo coeficiente de Ramond. Todo esto, depurado científicamente, lo utiliza Humboldt para trazar definitivamente, y publicar el **Atlas de Nueva España**, la **Carta del Orinoco**, la Carta del Casiquiare y del Río Negro, la del Río Magdalena, los Mapas de las Provincias de los **Quixos y Jaén de Bracamoros**.

El año de 1808 publica Humboldt y Oltmanns un **Conspectus longitudinum et latitudinum**, con 291 posiciones geográficas de América (7). En 1810 se edita otro trabajo importante (8), prologado

(7) CONSPECTUS/ Longitudinum et Latitudinum/ Geographicarum,/ Per Decursum Annorum 1799 AD 1804/ In Plaga Aequinoctiali/ Ab/ Alexandro de Humboldt/ Astronomicæ Observatarum,/ Calculo Subjecit/ Jabbo Oltmanns./

Lutetiae Perisiorum,/ Apud F Schoell, Bibliopolam./ Et Tubingae, Apud J. G. Cotta, Bibliopolam./ 1808./

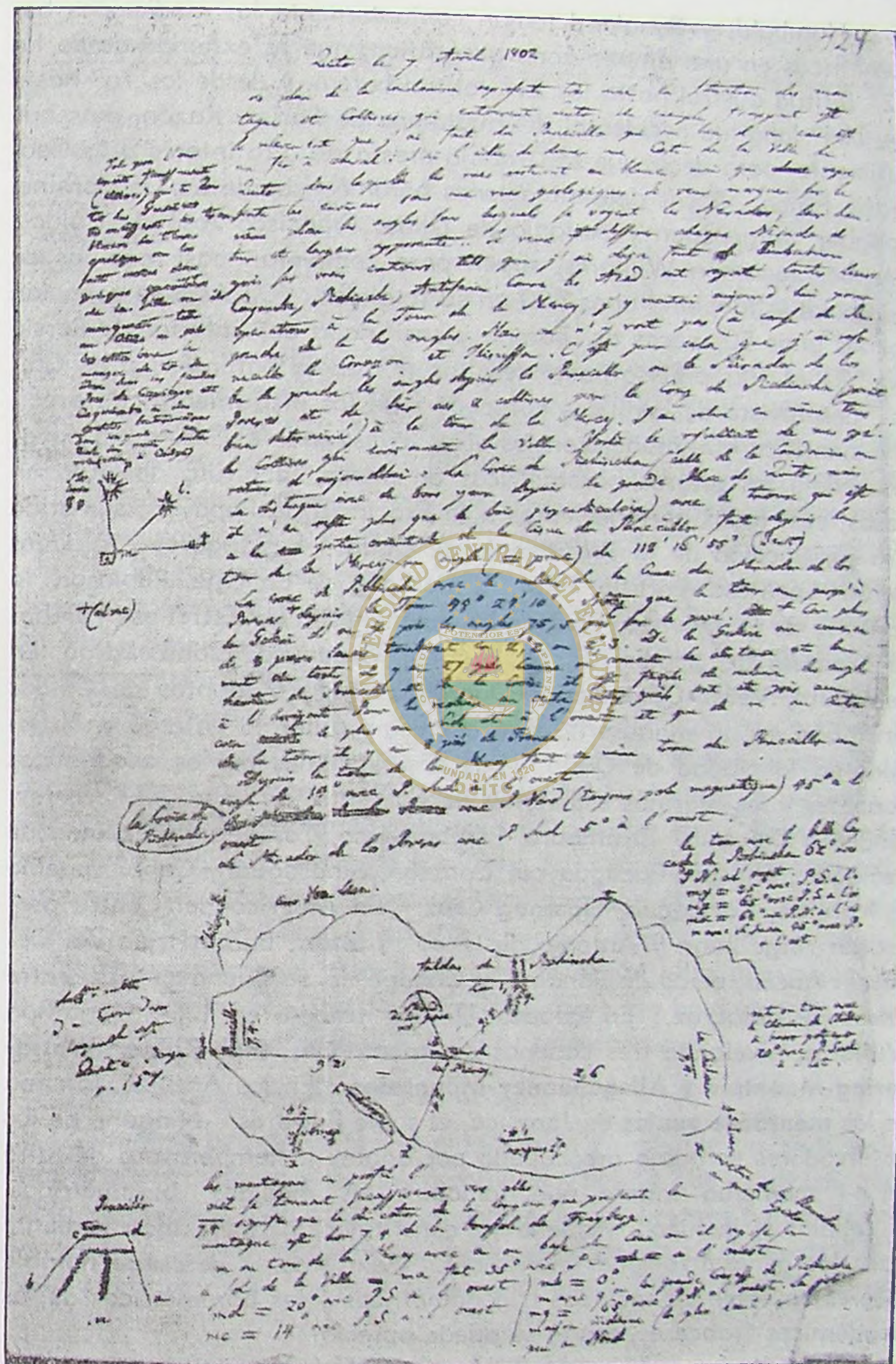
(8) Tableau/ Des/ Positions Géographiques/ Du Nouveau Continent/ Déterminées/ Par Des Observations Astronomiques/ De M. de HUMBOLDT/ Et de Plusieurs Navigateurs Francois, Anglois et Espagnoles,/ Calculées/ D'Après Les Tables Les Plus Récentes,/ Et/ En Suivant Une Méthode Uniforme,/ Par J. OLTMANNNS./

por Oltmanns. Se reconoce que el último es más exacto que el primero por haberse empleado un mayor número de materiales propios, inspiradores de confianza para la discusión. Es, no hay duda, el trabajo más completo y definitivo. Se han añadido aún las posiciones geográficas determinadas en España, por considerárselas el punto de partida para las determinaciones cronométricas en América.

Alejandro de Humboldt no solamente determina en el Nuevo Mundo la latitud y longitud de buen número de lugares geográficos, sino la elevación de los mismos sobre el nivel del mar. Durante su viaje logra obtener la altura absoluta de 453 puntos por medio del barómetro. Algunos sabios habían indicado anteriormente que podía utilizarse el barómetro en la triangulación de un país montañoso, entre ellos Allent y Puissant. Pero a Humboldt le corresponde el honor de ser el primero en determinar la posición geográfica de Veracruz y de la capital mexicana. Utiliza ángulos de altura, azimuts y bases perpendiculares, luego establece la diferencia entre meridianos. Mucho antes habíase planteado la necesidad de buscar la distancia entre dos objetos, por la diferencia de altura. Sin embargo nadie había ensayado este método hasta que Humboldt por primera vez utilizara las bases perpendiculares para hallar la distancia entre tres grados de longitud. Por el mismo método determina el capitán Phipps la distancia entre dos barcos y establece el método hipsométrico. Le siguen Borda, Dagelet y Horner. Allent, Ramond y Puissant tratan también sobre el barómetro para triangular un país montuoso. El método original que Humboldt emplea en Veracruz puede justificar algunas de sus equivocaciones, descubiertas por Oltmanns. Este astrónomo al referirse a ellas sostiene que su amigo había utilizado la fórmula de Laplace en la determinación de las alturas absolutas. Podía tener un error el coeficiente barométrico aplicado. En verdad casi todas las medidas las realiza con un mismo instrumento y las calcula por la fórmula de Laplace y el coeficiente nuevo de Ramond. Ocupado en investigaciones botánicas y mineralógicas también, confiesa que, sin embargo,

“no ha dejado de hacer cursos lejanos simplemente con el objeto de llevar el barómetro a cimas notables por su elevación; no ha podido hacer sino las mediciones que se alcanzan, por así decir, inmediatamente con el objetivo principal de mi trabajo”.

Humboldt y Bonpland al evaluar casi 500 puntos barométricos señalan también el límite superior e inferior de crecimiento para algunos vegetales, trazan cartas geográficas, como la que acompañaron en 1803 a la **Géographie des Végétaux**, y las distribuyen en la descripción de **Plantes Equinoxiales**, **Monographie des Melastomes et des Rexia**.



Diario de Viaje inédito de Alejandro de Humboldt: Quito, 7 de abril de 1802. Carta de la Villa de Quito. Las calles en blanco y los alrededores sus "vistas geológicas".

Comienza así: "El plano de La Condamine representa muy mal la situación de las montañas y colinas que rodean Quito".—Letra original de Humboldt.

Humboldt y Bonpland toman conjuntamente las mediciones barométricas en una amplia zona geográfica, que se extiende desde los 12° latitud austral hasta los 21° latitud boreal, y desde los 76° hasta los 104° longitud occidental del meridiano de París. Razón, más que suficiente, para decir que tal trabajo presta un alto interés a la Geografía Física. Pocas determinaciones barométricas de La Condamine, Bouguer, Jorge Juan y Antonio de Ulloa, Francisco José de Caldas, Chappe, Jonathan Williams, sirven para completar casi con las de Humboldt y Bonpland unas 500 en su totalidad. De Asia se conocían apenas unas 50; pocas de Europa y casi nada del interior de Persia y del Tibet. Es preciso hacer resaltar el trabajo barométrico de Caldas, desprovisto de las luces europeas y de los instrumentos de precisión científica que manejaron los otros investigadores. El sabio payanés señaló las alturas barométricas en líneas, la altura absoluta en toesas, casi todas pertenecientes a la Provincia de Popayán, sometida a la jurisdicción de la Presidencia de Quito. Los lugares evaluados fueron: La Mesa, Portillo, Pital, la montaña de La Eme, Poblason, la montaña de Buenavista, Paispamba, la montaña de Estrellas, Tambores, Cantera de Sombreros, Las Juntas, Coconuco, Llano Largo, La Herradura, Venta-Quemada y Quarchú. Los 16 puntos de Caldas constaban en un manuscrito que el mismo autor lo entregó a Humboldt en la ciudad de Quito. Las observaciones de los académicos franceses y los marinos españoles, hechas entre 1736 y 1744, corresponden a Caraburu, Oyambaro, Pambamarca, Tanlagua, Hacienda de Tanlagua, Chusay, Pucaguaycu, Corazón, Sinasaguán, Cañar, pueblo de Yaruquí, Tarigagua, Guamag Cruz. En América del Centro precisaron Jorge Juan y Antonio de Ulloa la altura barométrica del Cerro del Ancón, cerca de Panamá, y Chappe, la de Buenaventura, entre México y Veracruz. En Estados Unidos trabajó en 1791 Jonathan Williams, nivelando tres cadenas de montañas: **Blue-Ridge, Warm-Spring-Mountain y Alleghenney-Mountains**. En las Antillas, la cima de las **montañas azules** de Jamaica, el sabio Edwards. Ninguno de los observadores se había preocupado por anotar la temperatura del aire en el momento mismo que tomaban las medidas barométricas. Humboldt si lo hizo. Aquello ya constituyó un grave inconveniente para las generalizaciones científicas. Asimismo se descubre notable diferencia entre las medidas trigonométricas y las barométricas de los académicos franceses, según se puede apreciar:

Las alturas se cuentan desde el nivel de Caraburu. Existe un error de cuatro grados en los termómetros observados en Caraburu, lo que disminuye ya la altura de 25 toesas. Los académicos franceses y los oficiales españoles indican que todas las alturas de las montañas tomadas por ellos las habían verificado con referencia a la señal de Ca-

Lugares de Observación	Mediciones Trigonométricas	Mediciones Barométricas	Diferen.
Señal de Pambamarca	883,5 toesas	864,5 toesas	-19,0
Tanlagua	518	515,1	- 2,9
Oyambaro	126	135,5	(+) Más 9,5
Corazón	985	995,8	(+) Más 10,8
Pucaguaicu	1036	1056,2	(+) Más 20,2
Chusay	727	737,0	(+) Más 10,0
Sinasaguán	1106	1131,7	(+) Más 25,7

raburu, lo que ya falla por las diversas evaluaciones sobre el nivel del mar. Según Bouguer tiene 1214 toesas; según Jorge Juan 1155 y 1283 toesas; según La Condamine 1226 y según Antonio de Ulloa 1268. Como el punto de partida es completamente desarmónico, todo lo demás falla. Oltmanns se esforzará en discutir pequeñas modificaciones aplicadas a los números que expresan la elevación de Caraburu y que dependen especialmente de una evaluación rigurosa de las refracciones. Este sabio toma de Humboldt su **Diario Astronómico del Viaje Americano** y revisa todas las observaciones barométricas por medio de la fórmula de Laplace, considerada por entonces como la más exacta entre otras, y aplica también el coeficiente barométrico de Ramond. Este astrónomo había publicado una **Memoria** acerca de las mediciones de las alturas con **ayuda del barómetro**, e incluído en ella una fórmula aproximativa para los cálculos, la de **Prony**: considera como la que en extremo facilitaba todo movimiento matemático, entregando resultados más precisos que la misma fórmula primitiva de Laplace. El sabio Prony, que había querido calcular bien las observaciones barométricas de Humboldt, elaboró según ellas una curva, por la cual se podía encontrar la variación para cada hora del día. Oltmanns no tiene por menos que declarar solemnemente:

“Yo he aprovechado de su trabajo”. (8)

Oltmanns ayuda en forma magistral a Humboldt sin endiosarlo. Publica sus errores, que los había cometido, pese a que el investigador había desplegado todo cuidado en tomar las mediciones barométricas, previendo o remediando ciertos inconvenientes, desde julio de 1801 hasta enero de 1804, en la travesía atlántica e Islas de las Canarias,

(8) **Nivellement/ Barométrique/** Fait dans les Régions Equinoxiales/ **du Nouveau Continent,**/ en 1799, 1800, 1802, 1803, 1804,/ PAR A. de HUMBOLDT/
Toutes les Hauteurs ont été calculées par M. Oltmanns, d'après la Formule de/ M. Laplace et le Coeficient Barométrique de M. Ramond. On á ajouté aux noms/ des Hateurs mesurées quelques Observations Physiques et Géologiques (Recueil d'Ob-
servations Astronomique... I, 282-362).

Capitanía General de Venezuela e Isla de Cuba, Virreinato de Nueva Granada y Presidencia de Quito, Virreinato del Perú y de Nueva España. Durante este tiempo repitió algunas veces las mediciones más interesantes o las que consideró dudosas; se sirvió de un aparato especial con el cual repitió el experimento primitivo de Torricelli, valiéndose sucesivamente de tres o cuatro tubos llenos de mercurio, purgados de aire, tomando siempre el término medio de las alturas observadas. En Santafé recibe de Mutis un aparato de esos, del que se servía el sabio español en las excursiones botánicas. Era un barómetro de algunos tubos, donde el uno se podía sustituir por el otro en caso de accidente ya sea en la cumbre de una montaña u otro lugar cualesquiera. Humboldt después de experimentar con tan valioso aparato, recomiéndalo a los viajeros y los instruye sobre la forma de manejarlo. Al llegar a México hace nuevos experimentos con él, acompañado de Lindner y Bellardoni, éste Ingeniero de Instrumentos, y aquél Profesor de Química.

A pesar de todos los cuidados considera sus observaciones barométricas en Cumaná y Caracas como menos buenas. Pues la altura absoluta de la capital venezolana y la cima del Cerro de Avila y el convento del Caripe era mucho mayor de la que obtuviera con sus observaciones barométricas. No tiene recelo alguno de confesar las causas posibles para haber cometido sus equivocaciones. Deja en libertad al lector para que se le juzgue. Eso sí pide que se consideren sus observaciones barométricas como nuevas. Reconoce asimismo que en esa buena cantidad de trabajos había otros acerca de las variaciones horarias del barómetro, desde el nivel del mar hasta 4.000 metros de altura, las mismas que le habían **puesto en estado de evitar el pequeño error** de uno o dos milímetros.

"El fenómeno curioso de las variaciones horarias del barómetro no se halla restringido a la extensión de los mares como lo ha pretendido recientemente M. Horsburgh. Yo he observado en el interior del continente, a más de 400 leguas de las costas; se manifiesta igualmente, sobre todo, como la columna de mercurio tiene 760 o 460 milímetros de elevación. Ya se lo había observado en Surinam en 1722, llamando la curiosidad de los físicos de Holanda, más de 20 años antes que Godin creyera haberlo descubierto el primero durante su permanencia en Quito" (9)

Humboldt enuncia en su *Essai sur la Géographie des Plantes* la esperanza "que por las medidas deducidas de varios miles de observaciones hechas hora tras hora en Europa, se descubriría un día que lo mismo que pasa en nuestras latitudes boreales el barómetro asciende y desciende en épocas determinadas". (10)

(9) *Chimie de Thomson*. I, 95.

El 2 de enero de 1809 enunciaba este descubrimiento, previsto por Humboldt, su amigo Ramond en la Conferencia acerca de **la nivelación de las llanuras con ayuda del barómetro**, dictada en el Instituto Nacional de París.

Sumamente interesante el **Cuadro** que presenta Humboldt acerca de la **Nivelación Barométrica** a lo largo de su Viaje Americano, donde hace constar la **hora de la observación**, la **temperatura termométrica del aire libre y del barómetro**, la **altura barométrica en líneas**, la **elevación sobre el nivel del mar**, según la fórmula de Laplace, en **toesas y metros**.

Su aspiración era de completarlo con datos de sus observaciones astronómicas, geológicas y físicas. En ese Cuadro se encontraría entonces la longitud y latitud de los lugares en los cuales había verificado sus trabajos astronómicos, la temperatura media del aire, la naturaleza de las rocas, la superposición e inclinación de sus capas, el número de las rocas que componen el suelo, plantas y animales que determinan la fisonomía de un país. Mas, para construir aquel Cuadro, —dice Humboldt— cuyos resultados generales hallanse ya en el de las Regiones Equinoxiales, grabado el año de 1805, habría deseado reunir en una sola obra todo ello. Pero lo publica mejor separadamente, a fin de satisfacer el interés de los sabios, de aquellos que no se preocupan sino de un ramo aislado de las Ciencias Naturales.

Espera que otros viajeros ofrezcan un gran número de estudios sintetizados en un Cuadro como él lo había hecho. Sólo allí descansarían sobre base sólida la **Geografía Física del Mundo**. Ventajas sin número podrían ofrecer los datos entregados por exploradores del Ecuador magnético, que fijasen la inclinación, declinación e intensidad de las fuerzas magnéticas; los proporcionados por navegantes que se interesen por el desenvolvimiento de la Astronomía Náutica. Obligación es de los gobiernos impulsar las exploraciones continentales o marítimas, a fin de contribuir al progreso de todas las ramas de la Historia Natural descriptiva.

Sus resultados barométricos en las regiones ecuatoriales forman la base de los perfiles o proyecciones verticales en ciertos mapas americanos, de los cuales publica Humboldt algunos en su **Atlas de Nueva España**. Sugiere que por el mismo método se dé a conocer los perfiles de la cadena de los Alpes, los caminos de Munich a Verona, de Stuttgart a Génova o de Lyon a Turín. Su corte del Río Magdalena, de Santafé a Cartagena, diseñado en 1801, lo publican en Madrid sin su autorización y antes de su regreso a Europa, situando la villa de Honda a una altura mayor y precisando justamente la latitud y longitud de otros lugares.

La altura media del barómetro al nivel del mar en las diversas zonas terráneas constituye un problema de los más importantes. En el pensamiento de Humboldt abarca dos tesis fundamentales: buscar la media de la altura absoluta en las costas europeas y de América ecuatorial y comprobar si en ellas es la misma o existe cierta diferencia. Hasta 1826 nada definitivo habíase resuelto pese a que la temática la había considerado desde 1797 en Salzburgo y en América se esforzara por demostrar la diferencia barométrica bajo el paralelo 49 y la región tropical. Antes de su **Viaje** había comparado su amigo Bouvard los dos barómetros de Ramsden, que consigo los llevara a América, con los del Observatorio de París, encontrando algunos pequeños reparos (11). Esto le significará grave problema en el Chimborazo para su medición (12), y lo mismo en la ascensión a una cima o en el descenso a una enorme profundidad, mucho más cuando se halle expuesto a la intemperie sobre cumbres cubiertas de nieve o al borde de un cráter o en medio de formidables chubascos, muy frecuentes en las espesuras de América ecuatorial.

En Cumaná determina Humboldt la altura media barométrica al nivel del mar y la compara con las de Europa, según los trabajos de Schuckburg en 1799. Concluye entonces que la media barométrica de la zona tórrida al nivel del mar es algo menor que en la temperada. Francisco José de Caldas no estuvo conforme. Humboldt se defiende con nobleza (13), recurre al mecanismo del mercurio en ebullición para justificarse. En 1805 los defenderá también a Richer, Bouguer, La Condamine, Jorge Juan y Antonio de Ulloa, en refiriéndose A LOS CALCULOS BAROMETRICOS QUE ENTREGARON en la primera mitad del siglo XVIII sobre los mares equinociales (14). La falla del barómetro atribuye, entre otras causas, al movimiento ascendente del aire tropical, a cierto desperfecto de la ca-

(11) Los barómetros de Humboldt señalaban menos de dos décimas de línea que los del Observatorio de París. Su escala situada de forma que la imagen de la división se reflejaba en el tubo, extendiéndose dicha escala sólo hasta 14 pulgadas.

(12) El límite de 14 pulgadas en la escala barométrica tiene en el Chimborazo que prolongarla con un compás en sentido descendente. La verificación del nivel constante presupone que el instrumento se halla en posición exactamente perpendicular.

Al subir a una cumbre o al bajar a un valle, el mercurio sufre siempre algunas variaciones. La operación es bastante complicada para volverlo a su normalidad, sobre todo cuando se halla expuesto a complicadas condiciones atmosféricas.

(13) Humboldt elogia a Caldas y condena la política sanguinaria de España que acabó con tan ilustre sabio americano.

(14) **Essai sur la Géographie des Plantes...**

pilaridad, a la acción del largo viaje de París a La Coruña, por Marsella, Murviedro, Barcelona, Madrid. Con franqueza escribe:

"debía yo tener muy poca confianza", en las determinaciones del barómetro.

Años después fue rectificada la nivelación barométrica de Venezuela (15) por Boussingault y Rivero, a quienes los llama viajeros bastante instruídos en todas las ramas de las ciencias físicas (16). Boussingault hará conocer en el Instituto Nacional de París todo el detalle de sus trabajos. Olvidó que en el perfil del camino de La Guaira a Caracas, publicado en 1817, Humboldt había fundado en simples evaluaciones aproximativas, jamás verdaderas, las alturas de Torrequemada, Curucuti y Puente del Salto. En la altura de la Silla de Caracas la diferencia era de una toesa y entre las de los valles de Aragua fue mayor la concordancia.

En 1806 verificará con Gay-Lussac mediciones importantes, a base del barómetro de Fortin, en Italia, Suiza y Alemania, sorprendiéndole la gran exactitud del instrumento.

Del buen número de instrumentos astronómicos y de física que Humboldt utilizó ninguno le ocasionó tanta contrariedad ni le exigió tanto cuidado que sus barómetros; mucha más preocupación en el transporte durante tres o cuatro meses continuados. De ello —se conforma— podían dar muy buena cuenta los naturalistas que realizaron trabajos idénticos a los suyos en las montañas de Europa, ya en los Pirineos o en los Alpes, a diferencia de aquellos a quienes les acompañaron guías inteligentes. Las dificultades crecían en los Andes por ofrecer lugares en extremo inclinados o de relieve por demás arcillosos o húmedos. El sabio explorador Seatzén que en 1802 penetrara en el Africa creía de todo punto imposible llevarse a una larga expedición algún barómetro en perfectas condiciones. Asimismo Humboldt llegó a convencerse que los destinados a trabajos fuera de Europa debían construirse bajo recomendaciones del mismo explorador, sin faltarles ni el mercurio ni los tubos, condición indispensable, aunque no fuera del gusto de los constructores por las complicaciones. Muy buena experiencia había extraído de sus largas correrías por las montañas y valles europeos desde 1790 hasta 1799 después de utilizar y conocer muchos barómetros. Para sus objetivos no le servían ni los **sifones guarnecidos por llaves**, ni los de **Hurter**; sí, los portátiles de Ramsden, con recipientes o vasos a nivel constante y fáciles de manejo. El mismo de Ramsden que lo llevó a

(15) Recueil d'Observations Astronomiques... I, 295-298.

(16) *Relation historique*... X, 329.

América desde Salzburgo hasta cerca de las vertientes del Orinoco, bajo 3° de latitud, reunía condiciones irreemplazables. En tan largo peregrinaje no lo cambiara de tubo sino en la **Misión de Esmeralda**, uno de los rincones más apartados de la Capitanía General de Venezuela, y eso por la torcedura que sufrió en el bosque. Materialmente imposible preservarlo del contacto con el agua en la navegación del Río Negro, Casiquiare y otros.

Cuando Humboldt y Oltmanns discuten en París y Berlín las observaciones barométricas de América analizan también en el campo de la ciencia si una medida alcanzada por medio del barómetro podía tener toda la garantía de exactitud como la lograda por operaciones trigonométricas. Humboldt considera difícil el pronuciarse por uno u otro método. Analizando científicamente por los recursos de Laplace y Ramond expresa que su cálculo barométrico había supuesto la altura media de la columna de mercurio al nivel del mar ecuatorial en 0,762 m., a la temperatura de 25° 3; y que bajo el Ecuador una fuente constante de calor y humedad producía disminución sensible en la altura media barométrica. El aire dilatado en las columnas más elevadas refluía sin cesar sobre las columnas vecinas, pesando menos a causa de su movimiento ascensional. Era indispensable en América utilizar ambos métodos. Sin el barómetro mal se podría conocer la elevación de un pequeño número de montañas desparramadas en las cercanías a las costas; sin las operaciones trigonométricas mal se podría igualmente precisar las bases de elevaciones de los Andes a dos o tres mil metros de altura. Cuando trabaja en el Nuevo Continente utiliza ambos métodos, según las circunstancias. Así obtiene estudios importantísimos sobre la medición trigonométrica del Tolima, del Chimborazo y de otras elevaciones. En detalle presenta todo el proceso, singularmente de la medición geodésica del Chimborazo desde la llanura de Tapi cerca de Riobamba, entre la iglesia de la Merced y el convento de San Agustín, en junio de 1803. La Condamine y Jorge Juan la habían evaluado muchos años antes. Jorge Juan dedujo de sus ángulos 3.380 toesas y La Condamine 3.217 (17). La altura absoluta de la **Villa de Riobamba Nueva** alcanza a 2.891,2 m., según la medición barométrica de Humboldt. Concluye así:

“nosotros encontramos, pues, a 6.530, 5 m. igual a 5.350. o teosas, la cima del Chimborazo”.

Humboldt y Oltmanns la habían calculado tomando muy en cuenta el efecto de la refracción terrestre, en conformidad con la fórmula de Laplace dada en su **Mecánica Celeste**.

(17) *Essai sur la Géographie des Plantes*.

Por esta razón hallábanse absolutamente convencidos que las mediciones y cálculos del Chimborazo tenían todo el valor científico. Se precia también Humboldt de haber publicado con toda franqueza el detalle de sus observaciones geodésicas. Era su deseo que todo esto se confirmara definitivamente. Así esperaba de los sabios de la Presidencia de Quito, donde "las luces habían progresado rápidamente".

Confía que sus

"hombres instruídos repitan mis operaciones sobre la llanura de Tapi, a fin de que no quede duda ninguna sobre la verdadera altura de la cima más elevada de las Cordilleras".

Oltmanns se vio precisado a idearse tablas propias para facilitar el cálculo tan complicado. Ampliamente explica en **Tables hypsométriques portatives** (18) y en una Memoria especial que las incluye en el volumen primero de **Recueil d'Observations Astronomiques** (19).



The image shows a handwritten page from a diary, likely belonging to Alexander von Humboldt, dated June 1803. The page is numbered 148 in the top right corner. It contains a table with several columns, including time, altitude, and other measurements. The handwriting is in cursive, and the page is aged and slightly discolored. A circular stamp of the Universidad Central del Ecuador is overlaid on the page, with the text 'UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR', 'FUNDADA EN 1820', and 'QUITO'.

Diario de Viaje inédito de Alejandro de Humboldt: junio de 1803.— Experiencias sobre la evaporación del agua en México. La marcha progresiva del Barómetro, Termómetro e Higrómetro con agua destilada.—Longitud de México.—Letra original de Humboldt.

Transcribimos el cálculo de la altura del Chimborazo, según Oltmanns, traduciéndolo del francés:

"Base A B 1,702,49 m.

Se ha medido dos veces A B; pero en la segunda operación, no se ha vuelto a medir sino una tercera parte de la base. Los dos resultados no concuerdan en menos de un metro. El suelo en B era más elevado que el suelo en A, en unos 6, 3 p. o sean 2,1 m.

Yo había encontrado

el ángulo A B α igual a $98^{\circ} 34' 50''$

α A B igual a $78^{\circ} 16' 20''$

Por consecuencia, A α B igual a $3^{\circ} 8' 50''$

La resolución del triángulo, dado A α igual a 30662,73 m. Es la distancia de la cima del Chimborazo a la estación A (Ver la figura de la montaña en mis **Vues des Cordillères, Pl. XXV**)

Angulo de elevación medido en A igual a $6^{\circ} 41' 26''$. M. Oltmanns encuentra, por aproximación, la distancia horizontal b s (Pl. I, fig. 7) igual a 30437,40 m., o, en arco, $16^{\circ} 27''$,65.

Angulo aparente $60^{\circ} 41' 26''$,00

Semi-ángulo al centro de la tierra Más

$8' 13''$,82 igual a $\frac{1}{2}$ (b c s)

Refracción por 17° y 1483 toesas . . Menos

$0' 41''$,64 igual arco $\times -0,04217$, según M. de Lindenau

Verdadero ángulo de elevación $6^{\circ} 48' 58''$,20

En consecuencia,

a' sb igual a $6^{\circ} 48' 58''$,2

a' bs igual a $90^{\circ} 8' 13''$,8

b a' s igual a $83^{\circ} 2' 48''$,0

y, altura de la cima del Chimborazo sobre el punto s, añadiendo 16 centímetros, cuyo horizonte artificial estaba elevado sobre la estación A

3.639,35 m. igual a 1.867,25 t.

Pues, la altura absoluta de Riobamba Nuevo resulta de mi medición barométrica en 2.891,2 m., o 1.482,8 (Vol. I, p. 310);

(18) Recueil d'Observations Astronomiques... I.

(19) Recueil d'Observations Astronomiques... I.

nosotros encontramos, pues, la cima del Chimborazo, sobre el nivel del Océano, en

6.530,5 igual a 3.350,0 t.

La Condamine y Don Jorge Juan habían medido esta misma montaña tomando ángulos de altura, de los cuales ninguno excedía 4°19', en varias estaciones de sus grandes triángulos. La Condamine había deducido de estos ángulos 3.217 toesas; Don Jorge Juan, 3.380 t. (Ver mi **Ensayo sobre la Geografía de las Plantas**, p. 50). Volveré en otra parte sobre las causas de estas diferencias enormes, examinando los errores que afectan los ángulos de depresión de las estaciones, y discutiendo la altura absoluta de la villa de Quito, que, en los cálculos de los académicos franceses, ha sido concluída según algunos ángulos de altura del Iliniza, tomados a grandes distancias.

Efecto de la refracción terrestre:

Angulo de elevación más el semi-ángulo al centro	6° 49' 39",8
90 más semi-ángulo al centro de la tierra...	90° 8' 13",8
Angulo b a' s	83° 2' 6",4
M. Oltmanns ha encontrado, por analogía, sin. (90° 8' 13,8) :	
30.662,75 m. igual sin. (6° 49' 39",8) : x.	
Altura del Chimborazo, sin haber mirado la refracción, 3.645,32 m.	
y habiendo mirado la refracción, 3.639,19	
Diferencia	6,13

Según la fórmula dada por Laplace en **Mecánica Celeste**, el efecto de la refracción sería de 7,57 m.
Para juzgar el grado de certeza que ofrece la medición del Chimborazo, M. Oltmanns ha construído el cuadro siguiente:

Elementos Variables	Errores Supuestos		Efectos de los Errores sobre la altura absoluta de la montaña
Angulo a B A o A B	10"	sexag.	3,2 m.
Base A B	10	metros	21,4 m.
Angulos de elevación	10"		1,5 m.
Coeficiente de refracción	0",1		-14 m.

No he podido descubrir hasta este día ninguna causa de error en mi medición del Chimborazo. Para explicar una diferencia de 100 toesas de altura, sería necesario suponer o que los ángulos de las estaciones con la cima **a B A** y **a A B** fuesen falsos en 10', 9, o que hubiese equivocado en la medición de la base en 91 metros, o que el ángulo de altura tomado en A fuese muy grande de 21' 58'', o en fin que la refracción, en lugar

de ser $-0,042$ del arco comprendido entre la estación A y la cima, fuese de $-1,39$. He publicado, con la mayor franqueza, el detalle de mis observaciones geodésicas; estoy seguro de haber empleado mucho cuidado al verificar los ángulos; pero deseo ardientemente que, en un país donde las luces tienen rápidos progresos, hombres instruídos repitan mis operaciones en la llanura de Tapi, para que no quede duda alguna sobre la verdadera altura de la cima más elevada de las Cordilleras" (20).

Los estudios que Humboldt realiza en América sobre la **refracción** los anota en detalle en su **Diario Astronómico** de Viaje. De regreso en Europa lo arregla todo para la publicidad, de conformidad siempre con Oltmanns, el verdadero experto en cuestiones de Astronomía en general, y el verdadero depurador de los trabajos humboldtianos en el Nuevo Continente. A Oltmanns le ayuda y en mucho el astrónomo Mathieu, tanto que este experto en cuestiones del firmamento publica un estudio bastante importante a continuación de la **Memoria** de Humboldt que trata sobre las refracciones astronómicas, deduciendo de ciertas observaciones del astrónomo **Svanberg** las razones para el decrecimiento del calorico bajo el círculo polar. Humboldt había afirmado ya en su trabajo acerca del **límite de las nieves perpetuas** las mismas causas para que se produzca la altura de la nieve bajo los 65° de latitud boreal, según las mediciones de Ohlsen y Vetlafsen en Islandia. Si bien considera tales observaciones como precisas, en cambio sostiene que las circunstancias locales de Islandia determinan un descenso mayor de las nieves en este país que en el extremo septentrional de Europa. Su argumento se basa especialmente en los trabajos especializados de su amigo Leopoldo de Buch, quien por entonces se encargaba de propagar mucha luz sobre la materia, tanto en su interesante **Relación** de Viaje a Laponia como en su **Memoria** sobre el límite de las nieves en el Norte, a raíz de su Conferencia pronunciada en el Instituto Nacional de Francia el mes de marzo de 1811.

Reúne en un cuadro sus propias observaciones, las de Leopoldo de Buch y de Seaussure y deduce para los continentes, excluyendo las islas que les rodean, lo siguiente:

"Nieves perpetuas bajo el Ecuador a . . .	4.800 metros de altura
a los 20° de latitud boreal . . .	4.600 metros de altura
a los 45° de latitud boreal . . .	2.550 metros de altura
a los 65° de latitud boreal . . .	1.500 metros de altura

(20) Bib. Iberoam. Berlín.— Ec. 302.—Voyage/ de Humboldt et Bonpland./ Quatriéme Partie./ Astronomie./ A Paris,/ Chez F. Schoell, Libraire, Rue des Fossés-Saint-Germain-L'auxerrois, N° 29./ 1810./

Introduction. A Paris, le 14 septembre 1811. Alexandre de Humboldt. I, LXXII-LXXV.

Después de dar a la publicidad la **Memoria** sobre las refracciones astronómicas, recoge Humboldt otras interesantes noticias sobre los conocimientos que

"tenían los antiguos como verdaderas causas de la inflexión de los rayos durante su paso a través de los medios de diferentes densidades".

Esto le lleva a descubrir, entre las ideas astrológicas de los caldeos, en mucho semejantes a las de los hindúes y mexicanos, un pasaje de **Sextus Empiricus**, que parece haberse ocupado de la historia de la Astronomía. Asegura que él conoció ya las causas y el efecto de la refracción, no así Tolomeo. Asimismo Humboldt describe brillantemente la actitud de los astrónomos por descubrir el horóscopo de los recién nacidos, observando la bóveda celeste. Laplace recomendará en su **Exposition du Systeme du Monde** el manuscrito **Liber Ptolemei de opticis sive aspectibus**, traducción latina a la vez de dos manuscritos árabes de **Ammiracus Eugenius, Siculus**, que se encuentran en la Biblioteca Nacional de París, donde Humboldt los consultara (21).

Un año antes que Wollaston publicase su **Memoria** acerca del **Espejismo**, Humboldt había realizado ya en Cumaná en 1799 buen número de observaciones sobre la **refracción** extraordinaria. Ofrecerá incluir otras en su **Relation historique** junto a las relativas de la regularidad de la variación horaria del barómetro, desde el nivel del mar hasta las 2.104 toesas de elevación; muchos de sus experimentos para determinar la intensidad relativa de la luminosidad de las estrellas australes invisibles en Europa y el tiempo empleado en tomar durante una tempestad la altura de las nubes, considerando la influencia de la presión atmosférica sobre la altura aparente del suelo. Gran importancia para la ciencia lo que ofrece sobre sus experimentos con la intensidad de la luminosidad de las grandes estrellas del hemisferio austral. Biot se referirá en mucho a estos trabajos en su importante obra **Recherches sur les refractions extraordinaires**.

Apenas regresa Alejandro de Humboldt a París después de casi cinco años de exploración científica en algunos países del Nuevo Continente, resuelve entregar a la opinión pública su larga ausencia transformada en un ejemplar trozo de su vida agitada y sensiblemente laboriosa. América, desde Filadelfia hasta Caracas, fue la fuente

(21) No tuvimos la suerte de hallar nosotros en París tan valiosos manuscritos.

que llenó en parte sus más queridas ambiciones de superación científica. En el Continente de Colón encontró lo que había ansiado en su primera juventud: una exótica naturaleza, un erizado suelo de montañas, todo entre selvas y bosques, planicies y páramos, valles y crestas andidas, ríos caudalosos y lagos tranquilos. La más bella armonía entre las fuerzas físicas y el desenvolverse de una compleja vida orgánica del desconocido mundo americano. Allí encontró el ambiente excepcional para su existencia, que gustaba más de la agitación o del problema que de la tranquilidad o la vida fácil. En **Considerations sur les Steppes** y en **Essai sur la Physionemie des Végétaux** publica sus primeras impresiones americanas (1).

Lo que trata de enseñar no es cosa superficial, sino algo y mucho de sustancia, lo que enriquecerá las ciencias exactas y naturales, la historia y geografía, la política y economía, la cultura y civilización de los pueblos. El autor y su obra americanista estaban garantizados. Alejandro de Humboldt antes de que partiera hacia América ya era suficientemente conocido en los círculos científicos y académicos de Francia, Alemania, Austria, España, Suiza e Italia; y su obra nueva era producto de mucha seriedad, probidad y madurez científicas. Desde muchos años habíase preparado en las observaciones que tuvo que verificarlas en su viaje, a base de numerosos y magníficos instrumentos; contó con la colaboración de Aimé Bonpland, un ejemplo excepcional de hombre instruido, bondadoso y gran amigo en toda clase de circunstancias. A ellos les ofrecen las regiones americanas su terreno fértil y casi ignorado para sus investigaciones profundas. Si España misma no las conocía plenamente, mucho menos los otros países europeos. Por tanto, cualesquier investigaciones prometían al público en general toda clase de novedades o curiosidad. Su viaje al Nuevo Continente no fue solamente científico, aspiró también a desentrañar la incomparable naturaleza, que ya Chateaubriand lo pintara magistralmente en **Atala**. La estética tenía que ir íntimamente unida a la ciencia.

Alejandro de Humboldt rompe la tradición mantenida hasta entonces: publicarse las experiencias viajeras en **Diarios**. Sus investigaciones en cambio iban a consignarse en obras distintas y casi de especialización científica en determinado ramo del saber humano. En esta forma resuelve lanzarlas a la circulación, convencido siempre de que así haría mejor bien a las ciencias físicas o matemáticas, y a los hombres de saber especializado. Estaba así también conforme con el

(1) Voyage aux Régions Equinoxiales du Nouveau Continent... A Paris, 1816. I, 1.

objetivo mayor de su Viaje Americano: conocer históricamente los países y acopiar los datos necesarios y suficientes para enriquecer una de las ciencias que apenas se esquematizaba por entonces y a la cual se la denominaba vagamente **Física del Mundo, Teoría de la Tierra o Geografía Física**.

El servicio a la ciencia le apasiona mucho más que la anécdota o el incidente diario, impulsado por un verdadero sentido de servir a la botánica y a la zoología (2). Prefiere en este campo, sin embargo, más que el descubrimiento de un género nuevo, una observación sobre las relaciones geográficas entre los vegetales, las migraciones de las plantas **sociales** y el límite de la altura hasta el cual podían elevarse en la cima de las cordilleras tanto el mundo orgánico como inorgánico del universo. Tampoco deja de lado el estudiar experimentalmente el valor de las ciencias físicas ante los fenómenos de la naturaleza. Esta posición de trabajo humboldtiano es bastante original en el siglo XVIII y absolutamente opuesta a la que comúnmente adoptaron los sabios de la época: buscar el trabajo de escritorio para una cómoda producción filosófica o naturalista. Iba a revolucionar y de hecho revolucionó no sólo la forma de investigar, sino lo que debía investigarse. Hasta su tiempo se habían obtenido apenas pocas nociones exactas sobre la configuración exterior de los diversos países de la tierra, la historia física de las mares, la producción de las islas y de costas, proporcionado todo esto por algunos viajeros particulares o auspiciados por ciertos gobiernos. En esa forma se impulsaba el progreso de algunas ciencias en menor escala que las exploraciones en el interior de un continente. Por otra parte, la técnica instrumental habíase impuesto en el siglo XVIII y comienzos del XIX al afán investigador del hombre. Humboldt y ciertos sabios, más comprendían esta realidad, lamentándose por no aprovecharla convenientemente. Mientras más aparatos e instrumentos científicos producíanse no se conocían con precisión ni la elevación de altiplanicies o montañas, ni las oscilaciones periódicas del aire, ni el punto tope de las nieves eternas bajo el círculo polar o los límites de la zona tropical, ni la intensidad variable del magnetismo terrestre, ni las apreciaciones higrométricas o disminución de la luz solar en la zona tropical o temperadas, ni otros fenómenos singulares de la naturaleza.

Humboldt antes de partir al Nuevo Continente había planificado integralmente su acción innovadora en las investigaciones científicas y estéticas de la naturaleza. En una carta de triste despedida que dirige desde La Coruña el 4 de junio de 1799, vísperas de su partida

(1) Ob. cit. I, 4.

hacia América, a uno de sus amigos más queridos, Karl Freiesleben, le dice: "Qué felicidad se presenta ante mí! Mi cabeza aturdida de alegría. Yo parto en la fragata española **Pizarro**. Nosotros abordaremos a las Canarias y a la costa de Caracas, en la América del Sur. Qué tesoro de observaciones veo yo que voy hacer por enriquecer mi trabajo sobre la construcción de la tierra! Desde allí os escribiré sobre los progresos. El hombre debe querer hacer lo bueno y lo grande! El resto depende del destino. Veré en México al minero saxón del Río. Nosotros hablaremos de Freiberg" (1) Y a Karl-Marie Ehrenbert Fr. von Moll, uno de los secretarios de la Academia de Ciencias de Munich, el mismo día le escribe: "En pocas horas nosotros doblaremos el cabo Finisterre. Coleccionaré plantas y fósiles y podré ejecutar observaciones astronómicas con instrumentos excelentes; analizaré el aire con ayuda de la química... Pero todo eso no es el objeto principal de mi viaje. Mi atención no debe jamás perder de vista la armonía de las fuerzas concurrentes, la influencia del universo inanimado en el reino animal y vegetal" (2)

Si bien el viaje marítimo lo considera importante para la ciencia, mucho más la exploración continental. Las dificultades que ofrece el desplazamiento terrestre para el transporte de instrumentos o las colecciones de material recogida aún en lugares insospechados no cuentan ante las múltiples ventajas. Por el interior de los continentes es mucho más fácil que por el mar seguir las mismas costas, la dirección de los caminos de montaña y su estudio geológico, el clima de cada zona y su influencia en las formas y hábitos de los seres.

Allí radica indudablemente el grande problema de la **Física del Mundo**: en determinar el tipo de las materias reunidas en rocas, en la distribución y las relaciones naturales entre plantas y animales. Estas notables consideraciones le guiaron en el curso de sus investigaciones y las tuvo siempre presentes aún en sus estudios preparatorios. El mismo Humboldt reconoce, sin embargo, que su plan de trabajo fue ejecutado de manera incompleta: por haberlo trazado sin medir las fuerzas que las iba a necesitar para su realización (3). Su viaje no se cumple tal como lo pensara. De allí que se lamentase en poder ofrecer en sus obras solamente **resultados generales sobre América** (4). Tampoco pudo llenar estrictamente el amplio permiso que la

(1) E. T. Hamy: *Lettres Américaines*. París, 1905. Pág. 18.

(2) E. T. Hamy: *Ob. cit.* Pág. 18.

(3) *Voyage...*, 10.

(4) *Voyage...*, 10.

Corte de Madrid lo falicitó para desplazarse por México y más dominios del Nuevo Continente, las islas Marianas y Filipinas. Tampoco logró cumplir su proyecto de retornar a Europa por el Archipiélago del Asia, el Golfo Pérsico y la ruta de Bagdad.

La realidad americana es bastante diversa. Ella se le impone avasalladoramente. Conforme a ella estructura su itinerario, detallado y audaz, cuando navega o se desplaza por los caminos miserables del Nuevo Continente. Describe lo que observa en sus **Diarios de Viaje** con una prolijidad asombrosa, casi regularmente todos los días en el lugar mismo de trabajo. Se ve precisado a interrumpir la redacción de ellos cada vez que se mueve hacia el cráter de un volcán o de cualesquier otra montaña importante, cuando se desplaza de una villa a otra entre circunstancias nada favorables para el descanso. Los **Diarios de Viaje Americano**, de puño y letra de Alejandro de Humboldt, redactados en francés, alemán, español, han permanecido inéditos por más de un siglo y medio en la **Biblioteca de Estado** de Berlín. Nosotros los descubrimos en 1959 cuando realizábamos investigaciones científicas en Alemania, bajo los auspicios del **Instituto Iberoamericano de Hamburgo**, dirigido por el gran americanista profesor Meyer-Abich, y bajo el patrocinio de la **Fundación Humboldt** de Bonn. Guardamos en nuestro poder las únicas copias en microfilm de tan valioso hallazgo, tesoro de los más significativos en la Historia de la Ciencia Americana.

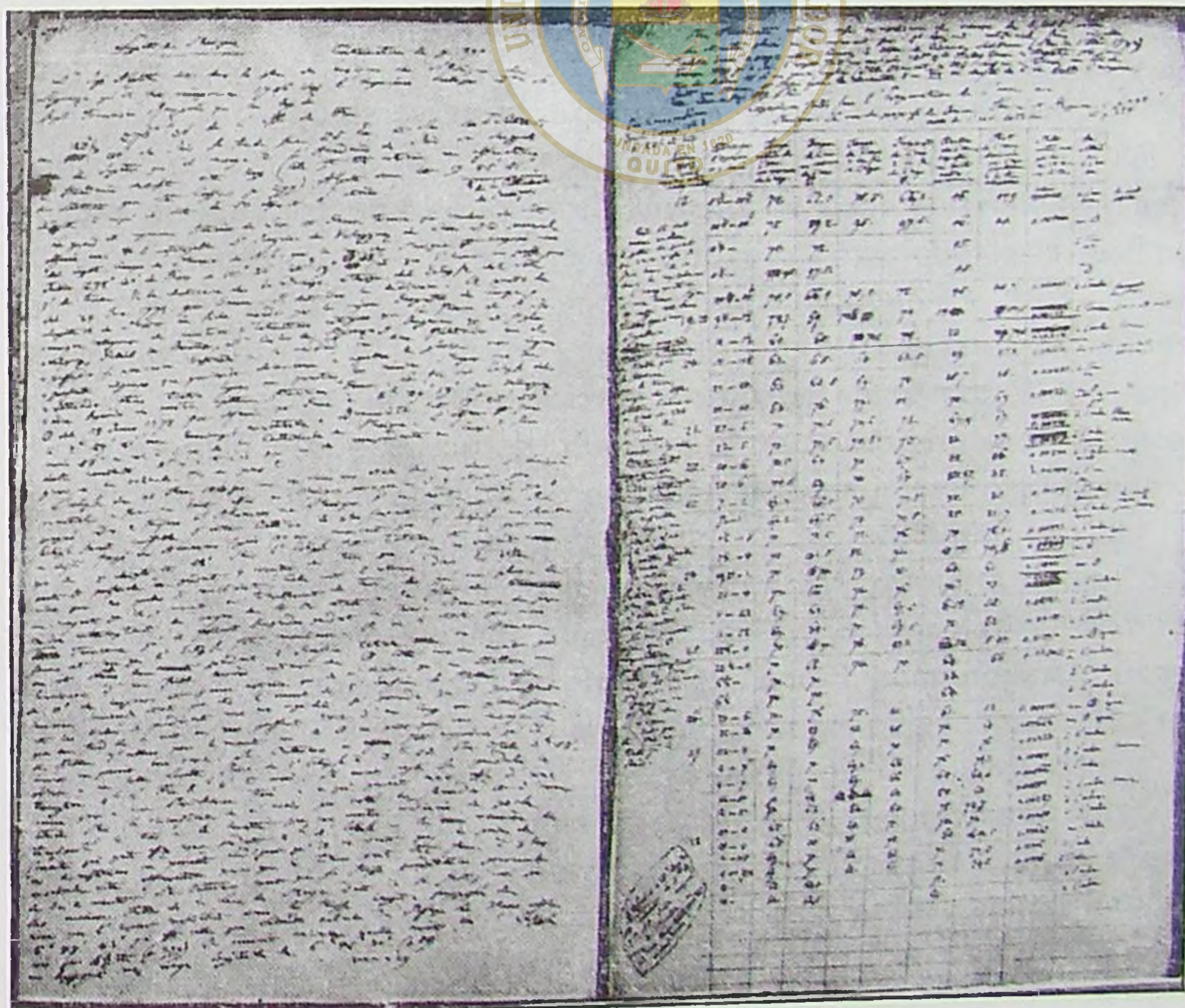
En sus **Diarios** anota el hecho capital de sus observaciones diversas o una serie de asuntos secundarios, los cuales no habían podido ser clasificados. No faltan tampoco sus impresiones agradables o inesperados accidentes personales. Esperaba que algún día los **Diarios**, escritos algunos con precipitación, constituirían la base de una obra medular para la publicidad, la ciencia y la cultura. Los incidentes considerados como incidentes mismos en el cuerpo integral de su obra. Jamás aprovechados con fines novelescos, románticos o aventureros. El viaje por tierra le ofrece enormes dificultades para el transporte de sus instrumentos o colecciones botánicas, zoológicas y mineralógicas, dado el primitivo estado de los caminos de herradura o senderos intrincados de los Andes, como en las regiones menos cultivadas de Europa. Mucho más difícil la exploración trepadora por montañas inaccesibles o la penetración continental por selvas o ríos desconocidos. En las ascensiones o vencimiento superficial de la naturaleza, variables por su duración, —días y hasta meses— tenía Humboldt que arrastrar el instrumental delicado y preciso, hacerse seguir hasta de veinte mulos de carga, cambiándolos por otros cada ocho o diez días, y vigilándolos a igual que a los mismos indios conductores de tan singular caravana. Tantos peligros y contrariedades —lo confiesa Humboldt— le fueron

compensados sin embargo por el gozar de emociones jamás producidas ante tierra o paisaje alguno (1), y por la explosión violenta de un inesperado conjunto de fenómenos que la naturaleza prodigiosa de América le presentaba cada día. Nada puede compararse —dice— al espectáculo que se descubre cuando se reconoce la dirección de las cadenas de las montañas y su constitución geológica, el clima propio de cada zona y su influencia vital en lo orgánico. Nada podrá igualarse al estudio de la superficie del suelo o a la riqueza de la producción animal, vegetal o mineral. Es decir, el material necesario que Alejandro de Humboldt buscaba por aclarar el problema de la **Física del Mundo**; cuyo fin, en última instancia, era determinar la forma del tipo de plantas, animales y minerales, las leyes de sus relaciones y los lazos entre los fenómenos de la vida y los de la naturaleza inorgánica.

Alejandro de Humboldt reconoce que el Nuevo Continente no ocupaba por entonces un lugar distinguido en la historia del género humano o de las viejas revoluciones que lo habían conmovido; sí, un sitio limitado y deprimente, especialmente en el seno de las academias o centros científicos de Europa. Trata entonces de oponer a ello el campo virgen de trabajo que el Mundo de Colón ofrecía para la investigación de los hombres de ciencia. Casi nula hasta entonces la pujanza terrestre de la naturaleza americana. Por lo mismo llamaba desde lo hondo de sus entrañas a conocerla y a organizar ideas generales acerca de la causalidad de sus fenómenos vitales e inorgánicos, como sobre su encadenamiento armonioso. Humboldt se había propuesto citar apenas aquella fuerza vital de la vegetación y su frescura orgánica, la variación del clima dispuesto escalonadamente sobre el declive de las cordilleras o ríos gigantescos. Pues, —según él— considera oportuno hacer frente a Chateaubriand. Humboldt es más un físico y descubridor científico de América que un novelista telúrico. Sin embargo de ser un gigante frente al destino científico y cultural del Nuevo Mundo con su obra jamás superada, créese —el mismo— un modesto colaborador para su conocimiento. Así lo sostiene al afirmar que él y Bonpland únicamente habían coleccionado un número considerable de materiales, lo cual ofrecería en publicándose **algún interés** para la historia de los pueblos o conocimientos de la naturaleza. Las ciencias físicas —según su concepto— mantenían entre sí los mismos lazos de unión que los fenómenos de la naturaleza. Concepto atrevido, pero que iba tras demostrarlo ampliamente en vista de nuevos descubrimientos. La clasificación de las especies, lo que se debería mirar como parte esencial de la botánica, —decía

(1) Voyage... I, 1.

Humboldt— era para la **geografía de los vegetales** lo que la mineralogía descriptiva para la precisión de las rocas que constituían la corteza exterior del globo. El geólogo debe conocer ante todo los fósiles simples que integran la masa de las montañas y cuya ortognosia enseña la nomenclatura de los caracteres, a fin de que pueda determinar las leyes que las rocas guardan en sus yacimientos, descubrir la época de su formación sucesiva y la identidad en las zonas más lejanas. Lo mismo constituye la parte de la Física del Mundo: trata de las relaciones de los vegetales entre sí y el suelo que lo habitan, el aire que respiran o los fenómenos químicos que los modifican. El progreso de la **Geografía de los Vegetales** depende, pues, en gran parte del desenvolvimiento de la botánica descriptiva. Considera que sería utópico y perjudicial al progreso de la ciencia el pretender elevar a ideas generales pocos hechos particulares. Estos propósitos dirigen las investigaciones de Humboldt en América. Ideas enteramente de acuerdo a la realidad americana; pues, el Nuevo Continente era reconocido desde lejanos tiempos como la fuente de inmensas ventajas para el estudio



Diario de Viaje inédito de Alejandro de Humboldt: Experimentos en México sobre la evaporación del agua, marcha del barómetro, termómetro e higrómetro. Comienza así: "Experiences faites sur l'Evaporation de l'eau au Mexique"... Letra de Humboldt.

de las ciencias de la naturaleza. Tales garantías y facilidades para el trabajo científico las reconoce ampliamente y las sitúa en plano superior a las que podían ofrecer a otros investigadores ciertos países antiguos, como Grecia, Egipto, las islas del Pacífico o las orillas del Eufrates y del Tigris. En el Viejo Continente formaban su carácter esencial los pueblos y el matiz de la civilización de éstos; en el Nuevo Mundo, el hombre y su producción dispersa, entre una naturaleza salvaje o gigantesca. Por entonces, algunos restos de comunidades indígenas, poco avanzadas en la agricultura, o cierta uniformidad de costumbres e instituciones, una **aculturación** manifiesta, —obra de España— ofrecía el Continente de América al trabajo de investigación.

Humboldt y Bonpland estudian vivamente las inmensas regiones solitarias, destinadas al cultivo de plantas y animales, las formas de gobierno de los indios, los monumentos de arte, el paisaje vertebral de la naturaleza tropical o andina. El **salvaje** les interesa menos y mucho menos de regreso en Europa. Crítica, sí, el delirio sistemático de tanto escritor por aprovecharse de aquel hombre ni siquiera **subdesarrollado** en la cultura. Volney había publicado en 1816 observaciones diversas sobre el nativo americano, que las calificara Humboldt de justas y sagaces; uno que otro viajero más habían dado a conocer también el carácter —una mezcla de dulzura y perversidad— del habitante de las islas del Mar del Sur. Estos pocos se salvan de su pluma cáustica. Cree más bien que daba un encanto especial a la descripción de las costumbres el estado semicivilizado en el que se encontraban aquellos indios. Cita por ejemplo con admiración el hecho nativo de que el rey seguido de su séquito iba a ofrecer el mismo sus frutos cultivados. Otra manifestación de **encanto especial** pretende encontrar en una fiesta fúnebre preparada en la espesura de un bosque. Tiene razón al comparar la miseria moral del salvaje del Missouri y del Marañón.

El conjunto final de las observaciones que Humboldt y Bonpland ejecutan en el Nuevo Mundo se distribuye en seis secciones, las cuales abarcan la **Relación histórica, Zoología, Ensayo Político sobre Nueva España, Astronomía, Física y Geología, y Descripción de Plantas nuevas** coleccionadas en las dos Américas. Los viajeros célebres publican en común esta obra de gigantes, sin sujetarse a prioridad ninguna ni al orden enunciado. Alejandro de Humboldt reconoce, con nobleza que le honra, las cualidades excepcionales de su compañero. Las más justas y bellas expresiones le dedica cuantas veces le es menester, singularmente en obras de interés universal (1). Bonpland redactó por

(1) Hemos consultado en la **Biblioteca Humboldt** de la Universidad de Berlín. En dos volúmenes, con más de 150 planchas, grabadas al burin e impresas en negro. Obra rarísima en Europa, no se diga en América.

sí solo y según sus observaciones puntualizadas en el **Diario Botánico Americano**: en ocasiones en el mismo lugar de trabajo, en otras en la soledad de una cabaña, las obras **Plantes équinoxiales** (2) y **Monographie des Melastomes**. Todo esto hasta 1816. El **Diario** contenía más de cuatro mil plantas ecuatoriales, descritas según método especial, y de ellas solamente una novena parte fuera descrita por Humboldt, lo cual incluye en **Nova genera et species plantarum**. En esta obra no sólo se halla el conjunto de nuevas especies que recogieran los dos exploradores, y cuyo número, —según Wildenow— alcanzaba a 1.500, sino también las observaciones personales de Bonpland sobre vegetales hasta entonces imperfectamente descritos.

En **Monographie des Melastomes**, Bonpland da a conocer más de ciento cincuenta especies recogidas en América. Su importancia es mayor por formar ellas el más bello y legítimo ornamento de la vegetación tropical. Se incluyeron las plantas de la misma familia que el naturalista Richard había descubierto en su viaje por las Antillas y la Guayana Francesa y quien, por gran amistad con Humboldt, las había descrito y entregándole el trabajo en París.

El **Diario Botánico de América** —dos volúmenes— se encuentra en el Jardín Botánico de París. Lo hemos consultado detenidamente. Este preciosísimo material que fuera depositado por Alejandro de Humboldt, con observaciones suyas de puño y letra, después de haberlo utilizado, se encuentra en perfecto estado. Está escrito en latín. Bonpland se hallaba por entonces secuestrado por el tirano Francia en el Paraguay. Triste destino de este gran naturalista, lejos de su patria y su nombre bastante opacado por la prepotencia absorbente del prestigio de Humboldt.

Juntamente habían considerado cada fenómeno que observaban en América, luego clasificábanles según sus relaciones. Esta forma de trabajo les permitirá en Europa lanzarse con obras casi especializadas acerca de Astronomía, Ciencias Naturales, Geografía o Prehistoria del Nuevo Mundo. Las notas tomadas en América completas y de un valor incalculable. Aún así no se mostraba absolutamente satisfecho el espíritu insatisfecho de Humboldt. En medio de aquella naturaleza imponente, vivamente ocupados en aquella labor científica, no se hallaban muy inclinados para depositar en sus **Diarios** las incidencias personales en cuanto a detalles de la vida misma.

A fin de dar al público lector una justa idea de la marcha progresiva de las investigaciones americanas y de la riqueza material que

(2) *Monographie des Melastomes, Rhexia et autres genres de cet ordre de Plantes.*

habían llevado a Europa, Humboldt presenta sucintamente lo relativo a los volcanes del Antisana y del Pichincha, en la Presidencia de Quito, y al Jorullo en México. La posición de estas montañas determinadas en longitud y latitud, según las propias observaciones astronómicas de Humboldt. Después las niveló barométricamente; determinó la inclinación de la aguja imantada e intensidad de las fuerzas magnéticas. Las colecciones vegetales recogidas tanto en los declives como en las rocas superpuestas que forman la envoltura exterior. Las medidas suficientemente precisas ponían a Humboldt y Bonpland en condición de señalar el límite de altura sobre el nivel del mar para cada grupo de plantas o de rocas. En los **Diarios** registraron, además, observaciones acerca de la humedad, temperatura, transparencia del aire, cambio eléctrico, todo ejecutado al borde de los cráteres del Pichincha y del Jorullo. En los mismos **Diarios** se hallan también algunos planos topográficos y perfiles geológicos de dichas montañas, basado este trabajo importantísimo en el cálculo de los ángulos de altura. Cada observación, evaluada según cuadros y métodos de los más exactos para entonces, conservaba no obstante el detalle de las operaciones particulares, a fin de poder juzgar en un futuro el grado de confianza que los resultados merecieran.

Tan preciado material de los **Diarios** fue utilizado en parte por sus autores o por algunos ilustres científicos que necesitaron de ellos a fin de colaborar con Humboldt y Bonpland. De esa manera surgen sus obras especializadas o memorias diversas. Tardíamente **Relación histórica del Viaje**. Primero: **Ensayo Geográfico sobre las Plantas** el año de 1805. Cuando se inicia la gigantesca producción americanista, Europa por desgracia no facilitaba ampliamente la enorme empresa de cultura. Epoca difícil aún para ediciones auspiciadas por los mismos gobiernos. Napoleón había transformado el ímpetu cultural europeo en el ímpetu de empuje militar. Alejandro de Humboldt recuerda con dolida amargura los obstáculos que tuvo que vencer (1). Confiesa que jamás los hubiera superado de no contar con el celo de algunos editores y la benevolencia del público lector. Las cartas geográficas del Casiquiari, Magdalena y muchas otras no tienen toda la aceptación del autor. Con todo hasta 1816 habíanse editado casi las dos terceras partes del material americanista. Es cuando Humboldt promete no desplazarse al Asia para nuevas investigaciones hasta no entregar a la opinión europea el conjunto total de los resultados científicos extraídos del Nuevo Continente (2). Con modestia algo ficticia trata de encontrar imperfección en algunas de sus obras. Mas, esto

(1) Voyage...I, 18.

(2) Voyage...I, 19.

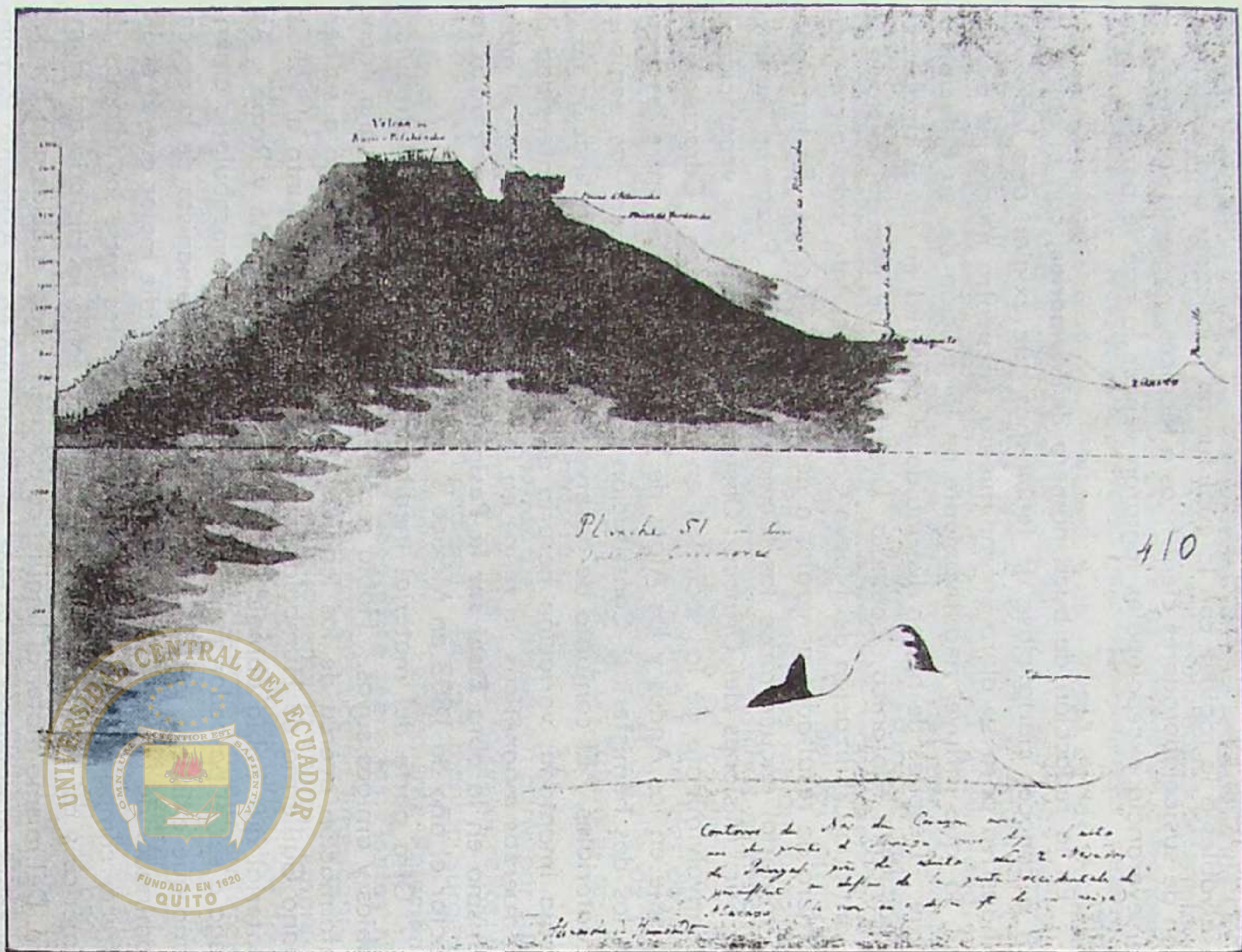
trata de justificar señalando la serie de obstáculos que le parecieron insalvables o la rapidez con la cual fueron publicadas o la poca atención de sus colaboradores científicos o técnicos. Sólo su voluntad y su perseverancia excepcionales lograron vencer lo que le parecía invencible.

En la redacción de buen número de **Memorias**, con el objeto de dar a conocer cierta clase de fenómenos que exigían una labor casi exhaustiva para su claro entendimiento, encuentra mucho de dificultad, lo que influye negativamente en la edición de su **Relación de Viaje**. Después de haber distribuido el material en obras singulares, **Astronomía**, **Botánica**, **Zoología**, **Descripción de México**, **Historia de la antigua Civilización del Nuevo Continente**, cuenta todavía con gran número de resultados generales o descripciones locales. En tan variado material encuéntrase las **Memorias sobre las Razas en América del Sur**; **Misiones del Orinoco**; **Obstáculos del clima y vegetación al desenvolvimiento de la sociedad en la zona tórrida**; **Caracteres del Paisaje en los Andes y los Alpes de Suiza**; **Relaciones entre las rocas de los dos hemisferios**; **Constitución física del aire en las regiones ecuatoriales**. El conjunto de observaciones sobre la inclinación de la aguja imantada, variación horaria de la declinación e intensidad de las fuerzas magnéticas, lo reúne en la **Memoria** inserta sobre el magnetismo en la obra **Essai sur la Pasiographie**, la cual comenzara a redactar el año de 1803 en México.

Otra parte del material inédito ofrece Humboldt a distinguidos sabios y amigos suyos. Había recogido en su Viaje Americano buena información acerca de las lenguas nativas, lo que entregó a su hermano Guillermo de Humboldt para que lo utilizara junto al valioso material que había obtenido en su estadía por España y Roma. Así llega a ser el poseedor de la más rica colección del vocabulario americano que existiera jamás. Era el verdadero humanista de la época, dominador de lenguas antiguas y modernas: nadie mejor que él podía ofrecer comparaciones sustantivas e importantes entre los idiomas de América y así realizar el estudio filosófico sobre la Historia del Hombre. Del mismo material lingüístico echarán mano, gracias a la bondad del sabio, humanistas de lo más representativo en la Alemania Romántica: Federico Schlegel, para **Consideraciones sobre los Hindúes**; Vater, para la continuación de *Mitrhidate* d'Adelung.

Ensayo sobre la Geografía de las Plantas es el primer trabajo de recia envergadura científica y filosófica que publica Alejandro de Humboldt en París el año de 1805. El primer esbozo lo redactó en Guayaquil entre enero y febrero de 1803. Con nuevas observaciones sobre los fenómenos de la naturaleza que las ejecutara en México mo-

Diario de Viaje inédito de Alejandro de Humboldt: El Pichincha, el Corazón y el Iliniza. Firma Alexandre de Humboldt. Dice así: "Volcan ou Rucu-Pichincha... — Contours du Nev. du Corazon avec une deux pointes d'Iliniza vues depuis l'aute de Poingasi près de Quito. Les 2 Nevados paraissent au dessus de la pente occidentale de Atacazo"...



dificó en buena parte el primer esquema. Antes había anunciado que aparecería primeramente su **Relación** histórica del Viaje. No fue así: ésta ocupará uno de los últimos lugares en la cronología de la gran obra americanista que Humboldt lo publicara. Eso sí, maduramente estructurada, aunque incompleta. Y aún casi ni siquiera llega a circular la primera parte. El resto de ella no la editó jamás. La **Relación** de su Viaje, según sus Diarios, quedó en tal forma inédita. Sin conocerse todo lo relativo a Nueva Granada, Presidencia de Quito, Perú, Cuba y México, con el sabor de la anécdota o del dato científico anotados diariamente. La primera parte de **Relación** histórica del Viaje aparece en París en 1814, y trozos de ella habíanse incluido en **Visiones de la Naturaleza**.

La responsabilidad y autoestimación del científico y escritor le anonadan, mucho más ante los obstáculos que encuentra en sus primeras publicaciones. Bastante voluntad le costó vencer su extremada repugnancia por escribir la **Relación**, según el mismo lo confiesa. Pero se impusieron sus amigos. Finalmente consideró el hecho real en la sociedad europea de entonces: concedía ésta preferencia destacada a las **Relaciones** de Viajes, y mucho más cuando los sabios habían presentado ya aisladamente sus investigaciones sobre producción, costumbres o el estado político de los países explorados. Parece que la aversión de Humboldt para escribir su **Relación** estuvo en razones principalmente subjetivas. Confiesa que dejó Europa con la firme resolución de jamás escribirla. Mas, sí, en obras puramente descriptivas entregar sus investigaciones. Acaso por eso mismo no anotara en sus **Diarios** con detenimiento absoluto sus incidencias personales, ni los hechos como se le presentaban sucesivamente; sí, según la relación entre ellos. Por tanto no contaba Humboldt con una serie de incidentes reales o fantásticos que hace encantador todo relato de un itinerario de viaje.

Según Humboldt, la **Relación** histórica de un **Viaje** debía comprender dos objetivos esenciales: la presentación de los fenómenos o sucesos más o menos importantes que tenía que fijar de antemano el viajero y luego las observaciones realizadas. Asimismo debía determinar la unidad de composición que distingue toda buena obra de aquellas cuyo plan es mal concebido. Mucho más cuando se tenía que escribir de una manera animada lo observado personalmente y cuando se había interesado mayormente en los grandes fenómenos de la naturaleza y las costumbres de los pueblos que en las observaciones de la ciencia. Considera, además, que el cuadro más fiel de las costumbres es el que hace conocer de mejor manera las relaciones que existen entre los hombres. El carácter de una naturaleza salvaje o cultivada se pinta —dice Humboldt— cuando se describen los obstáculos o facilidades que se presentan al viajero o las percepciones que encuentra día tras

mino con objetivos concretos, observar aspectos de Historia Natural, Geografía y Geología, Economía o Política, las **Relaciones** perdían en parte la unidad atractiva de composición y en ocasiones la novedad. Resultaba casi imposible unir tantos materiales diversos en la narración de los acontecimientos, siendo reemplazada la parte algo dramática por trozos puramente descriptivos. Buen número de lectores que prefieren el descanso al aprendizaje de nuevos aspectos científicos mal pueden elegir el tipo de la **Relación** sobre asuntos de verdadera ciencia. He creído —dice Humboldt— que poco les interesaría seguir el curso de los viajes de quienes irían cargados de un buen número de instrumentos de trabajo y colecciones naturalistas. Según estas consideraciones, él interrumpe con frecuencia la parte histórica de su **Relación** por hermosas descripciones. Las formas de su obra resultan así variadas. Expone en ella los fenómenos según el orden que se le presentan en el **Viaje**, y luego el conjunto de sus relaciones individuales. Narra muy pocos detalles de la vida común, suprime la mayor parte de su anecdotario: pues, lo considera de poco interés, aunque si podía ofrecer algunas ventajas a futuros exploradores de América. Se preocupa mucho, eso sí, que la **Relación** no fatigue. Cree que le habría sido útil en describiendo una provincia o una región geográfica añadir por separado lo relativo a la geografía, mineralogía y botánica. Esto no lo hizo por jamás interrumpir la narración. Se cuida asimismo de no interrumpir la narración con la enumeración descriptiva de nuevas especies de plantas o animales o por el árido detalle de sus observaciones astronómicas. Con todo no siempre superó sus ideas preconcebidas. En su **Relación** no le es fácil en toda oportunidad separar las observaciones en detalle de los resultados generales que interesan a los hombres especializados en tal o cual materia. Entre estos resultados señala el clima y su influencia sobre los seres organizados, el aspecto del paisaje, la variación del suelo y su envoltura vegetal según la naturaleza, la dirección de las montañas y de los ríos que separan las razas del hombre y los grupos de vegetales, las modificaciones que comprueban el estado de los pueblos que se hallan a diferentes latitudes y circunstancias más o menos favorables para el desenvolvimiento de sus facultades. En dicha forma cree hallarse conforme con la civilización de su época, bastante diferente a la de tiempos lejanos, en los cuales solamente pocos sabios se preocupaban por los fenómenos de la naturaleza y eso restringiendo sus puntos de vista a lo más dogmático o marco estrecho de concepciones. Humboldt reacciona contra ello: amplía y generaliza el saber. Era hombre del siglo XVIII, el que abrió horizontes al conjunto de concepciones naturalistas, el que hizo sentir mejor las relaciones entre el mundo físico y el

intelectual y el que extendió el interés por todos los fenómenos del cosmos.

El circular de dos obras semejantes a su **Relación** de Viaje, ya manuscrita, determinó en él para que la llevase a prensa. Esos trabajos correspondieron a Seaussure y a Pallas. La obra del último referíase a sus investigaciones exactas y profundas, desarrolladas en su viaje, ilustrada con un Atlas Geográfico, cartas sobre costumbres de algunos pueblos, figuras de plantas o animales. La de Seaussure había causado sensación. En ella exponía primero los fenómenos tal cual se le habían presentado, relacionándolos luego en conjunto. La parte histórica interrumpía por descripciones. En medio de discusiones acerca de la meteorología había presentado algunos cuadros descriptivos: vida en las montañas, peligros para la caza, impresiones sobre las cumbres de los Altos Alpes.

Humboldt quiere individualizarse. Sus Atlas no serían como el de Pallas. Distribuye sus cartas en dos **Atlas**. Estos forman parte integral de su **Relación** y de otra obra magistral, **Ensayo Político sobre el Virreinato de Nueva España**. En **Vistas de las Cordilleras y Monumentos de los Pueblos Indígenas de América**, **Plantas Equinocciales**, **Monografía de Melastomes**, **Colección de Observaciones Zoológicas**, añade interesantes trabajos gráficos bellamente ejecutados. Gérard, el artista inteligente y amigo de Humboldt, embellece el frontispicio de la edición en cuarto de la **Relación** histórica de su Viaje.

Hay quienes consideran esta obra como de gran envergadura científica y literaria, en la cual vierte el autor su enorme pujanza intelectual, comentando de manera brillante sus **Diarios** y sus notas (1). Fatalmente interrumpe su relato el 20 de abril de 1801, cuando se embarca en el Magdalena dirección a Barrancas Nuevas (2). No lo completó jamás.

(Continuará)

(1) E. T. Hamy: *Lettres Américaines d'Alexandre de Humboldt*. París, 1905, XV.

(2) Se detiene en el tomo III y X de sus ediciones en 4° y 8°, en su orden.