

y bien que lloviese y el cielo fuese muy turbado, siempre yo estaba en esta fatiga, fasta que nuestro Señor proveyó de buen viento y á mí puso en voluntad que yo navegase al Occidente con este esfuerzo, que en llegando á la raya de que yo dije que allí fallaría mudamiento en la temperancia. Después que yo empareje á estar en derecho de esta raya, luego fallé la temperancia del cielo muy suave y cuanto más andaba adelante más multiplicaba.»

Este largo pasaje en que se advierte el estilo franco y sencillo de Colón, pero difuso, contiene el germen de amplias ideas sobre geografía física. Añadiéndole lo que el mismo marino indica en otros escritos, estas miras abarcan: 1.º, la influencia que ejerce la longitud en la declinación de la aguja imantada; 2.º, la inflexión que experimentan las líneas isotermas, siguiendo el trazado de las curvas, desde las costas occidentales de Europa hasta las orientales de América; 3.º, la posición del gran banco de sargazo en la cuenca del Océano Atlántico, y las relaciones de esta posición con el clima de la parte de atmósfera que descansa sobre el Océano; 4.º, la dirección de la corriente general de los mares tropicales; y 5.º, la configuración de las islas y las causas geológicas que, al parecer, han influido en esta configuración en el Mar de las Antillas.

Al escribir la historia de los descubrimientos del siglo xv, y al examinar el desarrollo sucesivo de la *Física del mundo*, como físico y como geólogo creo tener la doble obligación de dar algunas explicaciones sobre estos diversos asuntos.

---



---

## II.

### Influencia de la longitud en la declinación de la aguja magnética.

El importante descubrimiento de la variación magnética, ó más bien del cambio de la variación en el Océano Atlántico, corresponde sin duda alguna á Cristóbal Colón. Durante su primer viaje, el 13 de Septiembre de 1492, al anochecer, á unos 28° de la latitud, en el paralelo de las islas Canarias, y según el trazado de rutas del señor Moreno, á los 31° de longitud al Oeste del meridiano de París (50 leguas marinas al Este de Corvo), observó que las brújulas, cuya dirección había sido hasta entonces al Noreste, declinaban hacia el Noroeste (*norouesteaban*), y que esta declinación aumentó á la mañana siguiente (1). El 17 de Septiembre (en la misma latitud, pero en un meridiano de cien leguas marinas al Oeste de la isla de

---

(1) «La aguja noruesteaba desde prima noche media cuarta, y al amanecer, poco más de otra cuarta.» Estas palabras, de su hijo, no deben, sin embargo, hacer creer que Cristóbal Colón observó desde entonces los cambios de la variación horaria. Los medios que empleaba eran muy poco precisos para justificar esta conclusión.



Corvo) la declinación magnética era ya de un cuarto de viento, «lo cual asustó mucho á los pilotos».

Los datos de estos descubrimientos están consignados en el Diario de Colón, que comprobó las brújulas por método que describe confusamente: reconoció muy bien «que, al tomar la altura de la estrella polar, era preciso tener en cuenta su movimiento horario, y que la brújula estaba dirigida hacia un punto invisible, al Oeste del polo del mundo». La observación del 13 de Septiembre de 1492, época memorable en los fastos de la astronomía náutica de los europeos (1), la refieren con justos elogios Oviedo, Las Casas y Herrera. Don Fernando añade que hasta aquel día «nadie había advertido dicha declinación». Es, por tanto, erróneo atribuir este descubrimiento, fiando en el testimonio de Sanuto, á Sebastián

(1) No ignoro que en gran número de obras muy estimadas (TOMÁS YOUNG, *Lect. on Nat. Phil.*, t. I, pág. 746; HANSTEEN, *Magnet. der Erde*, pág. 175) se cita una supuesta observación (de Pedro Adsigér), hecha en 1269, y de la cual habló Thevenot refiriéndose á un fragmento de carta que posee la biblioteca del Rey en París. Mi colega en el instituto M. Libri, que ha hecho un profundo estudio de la historia de las ciencias físicas, observa: 1.º, que hay error de nombre; la carta tiene la inscripción de: *Epistola Petri Peregrini de Maricourt ad Sigernum de Foucoucourt* (las palabras *ad Sigernum* han sido convertidas en *Adsigér*); 2.º, que el pasaje de la declinación magnética está intercalado y no se encuentra en el manuscrito de Leiden. No se debe, pues, atribuir la observación ni á Pedro Peregrini (BARLOW, en las *Trans. phil.* de 1833, tomo II, pág. 670), ni á quien recibió la carta. Gilbert en su célebre *Physiologia de Magnete*, 1633, lib. I, cap. I, asegura que en un tratado de Magnetismo terrestre fúndase Peregrini en las ideas de Roger Bacon.

Cabot (1), cuyo viaje se verificó cinco años después.

Es posible y, á pesar de la imperfección de los instrumentos y de los métodos, hasta probable, que los pilotos europeos notaran, mucho tiempo antes que Colón que la

(1) LIVIO SANUTO, *Geografia distinta in XII libri ne quali; otra l'esplicatione di molti luoghi di Tolomeo é della bussola e dell' Agugua, si dichiarano le provincie, popoli e costumi dell' Africa* (Venecia, 1588). El autor de este curioso libro supo por su amigo Guido Gianetto di Fano que Cabot había explicado en su presencia al rey de Inglaterra Eduardo VI (no se sabe en qué año) la variación de la aguja, y el meridiano en que señalaba el verdadero Norte (situaba la línea sin declinación á 110 millas italianas al Oeste de Flores). GUIL. GILBERT, *Physiol. nova de Magnete*, 1633, pág. 5. M. Biddle, autor de la sabia *Memoir of Sebastian Cabot*, publicada en 1831, dice acertadamente (cap. 26, páginas 177 y 180) que una nota puesta en el Mapamundi de Ptolomeo, añadido á la edición romana de 1508, nota según la cual «cerca de Terranova y de la isla Bacalaurus», la brújula no gobierna *nec navis quæ ferrum tenent revertere valent*, parece fundada en las ideas de Cabot relativas á la posición y á la proximidad del polo magnético boreal. Si se debiera conceder á Sebastián Cabot el mérito de haber observado la variación de la aguja antes que Colón, lo cual es imposible teniendo en cuenta la fecha del primer viaje del Almirante, este mérito no dataría del año 1549, como supone Fontenelle (*Nem. de la Acad.*, 1712, pág. 18), sino ascendería al año de 1497, en que Cabot llegó antes que otro alguno á la tierra firme de la América septentrional.

El ingenioso historiador de la Academia reclama también á favor de un piloto de Dieppe, llamado Crignon, el haber indicado la declinación de la aguja el año 1534 en un manuscrito, que poseía el geógrafo Delisle. Pero estas reclamaciones no tienen valor alguno supuesto que con tanta precisión fija el *Diario* de Colón la fecha del 13 de Septiembre de 1492, correspondiente al día en que, por primera vez, se observó la declinación magnética. ¿Será acaso Crignon el piloto francés de Dieppe que



aguja magnética no señalaba el verdadero polo terrestre. La declinación oriental debe haber sido bastante grande durante el siglo xv en el Oriente de la cuenca del Mediterráneo para poderla advertir; pero lo indudable es que Colón fué el primero en observar que, al Oeste de las Azores, la *variación* misma *variaba* y de NE. se inclinaba á NO.

Si la novedad del descubrimiento de la declinación de la aguja imantada la relaciono tan sólo con el conocimiento que los *européos* tenían de los fenómenos del magnetismo terrestre, es para recordar que, según la excelentes investigaciones hechas á instancia mía por M. Klaproth en el E. de Asia, conociase ya en la China la variación magnética desde principios del siglo xii, es decir, ciento cincuenta años antes de Marco Polo, Roger Bacon y Alberto el Grande.

En una carta que me escribió M. Klaproth sobre la invención de la brújula, leo lo siguiente: «Keutsungchy, autor de una historia natural médica titulada *Penthsaoyan*, escrita en la época de la dinastía de los Sung, entre 1111 y 1117 de nuestra era, se expresa así acerca de las virtudes del imán, ó sea la *pedra que aspira el hierro*: «Cuando se frota una punta de hierro con el imán (*hi-nanchy*) recibe la propiedad de señalar el Sur; *sin embargo declina siempre hacia el Este, y no marca directamente el Sur* (en el meridiano del sitio de la observación).

vió pasar la línea sin declinación por las islas de Cabo Verde, y á quien cita Miguel Coignet en una obra notabilísima impresa en Amberes en 1581 con el título de *Instruction nouvelle des points plus excellens et necessaires de l'art de navigues*, cap. 3, página 12?

»Por esta cualidad, cuando se toma una hebra de algodón y se fija con cera á la mitad del hierro imantado, la aguja »señala en un sitio donde no corra aire, constantemente »el Sur; si se fija la aguja á una mecha (las mechas »chinas son canutillos de caña muy delgada), y se pone »este aparato en la superficie del agua, la aguja muestra »también el Sur, *pero declinando siempre hacia el »punto ping*, es decir, el Este  $\frac{5}{6}$  Sur (1). Este párrafo hace ver que los chinos, para evitar el rozamiento sobre los ejes y facilitar el movimiento de las agujas imantadas, ó las hacían sobrenadar en agua, ó se valían de la suspensión que hoy llamamos *suspensión á la Coulomb*. Como los chinos, los coreanos y los japoneses refieren todas las direcciones al polo Sur, porque su navegación dirigíase siempre con preferencia al Sur, la declinación de la aguja que Keutsungchy cita, es, según nuestra manera de expresarnos, hacia el Noroeste (2).»

(1) Esta brújula acuática de los chinos, semejante al pez imantado de los antiguos pilotos indios y al lagarto de los birmanes, la emplearon también los marinos franceses en tiempo de San Luis, y de aquí proviene acaso el nombre de *calamita* ó *rana verde* dado á la aguja imantada, denominación que se encuentra en Plinio, xxx, 42, pero aplicada al reptil llamado rubeta.

(2) Según las observaciones magnéticas hechas en Pekín por M. Kovanko en la casa magnética que á ruego mío ha hecho construir el Emperador de Rusia en la capital de la China, la declinación era de nuevo en 1831 de 2° 3' hacia el Oeste (KUPFER, en los *Anales de Poggendorf*, 1835. núm. 1, pág. 54). El padre Amiot, en los años de 1780-1782, veía ya oscilar la declinación magnética en Pekín de 2° á 4 $\frac{1}{2}$ ° hacia el Oeste (*Memoires concernant les Chinois*, vol. ix, pág. 2; vol. x, pág. 142); pero en un espacio de 670 años la *línea sin declinación* puede



Vemos, pues, por las laboriosas y sólidas investigaciones de M. Klaproth, que el fenómeno cuyo descubrimiento se atribuye á Cristóbal Colón era conocido en China lo menos cuatrocientos años antes, lo cual en nada

haber pasado muchas veces por Pekín. La propiedad directriz de la aguja imantada, es decir, la propiedad de colocarse en un plano que sólo forme determinado ángulo con el meridiano del sitio, fué conocida en China 1.100 años antes de Jesucristo. El historiador Szumathsian, cuyo *Szuki*, ó Memorias históricas, fué escrito en la primera mitad del siglo II de nuestra era, dice que el emperador Tchhingwang regaló en el año 1100 antes de nuestra Era, á los embajadores del Tonkin y de Cochinchina, que tenían no encontrar su camino, cinco *carros magnéticos* (*tchinankiu*), *carros que indican el Sur* por medio del brazo móvil de una figurita cubierta con traje de plumas. Á estos carros se añadía un *hometro*, es decir, otra figurilla que daba golpes en un tambor ó una campana cuando el carro había recorrido uno ó dos *li*. El célebre diccionario *Chuenen*, que terminó su autor Hiutchin en tiempo de la dinastía de los Han, año 121 de Jesucristo, describe la manera de recibir una aguja la propiedad de indicar la dirección del Sur por el imán. También conocían los chinos que el calor disminuye esta fuerza directriz. En tiempo de la dinastía de los Tsín, y por tanto en el siglo III de nuestra era, gobernaban los chinos sus barcos con arreglo á las indicaciones magnéticas. En el *Tchinlafunghuki*, ó descripción del país de Cambodja, obra publicada recientemente en París, pero escrita en 1297 en el reinado del Khan Timur, las rutas ó direcciones de la navegación están siempre indicadas con arreglo á los rumbos de la brújula.

El uso de la aguja imantada lo introdujeron en Europa los árabes, como lo prueban las denominaciones de *zohron* y *aphron* (Sur y Norte), dadas en el *Speculum naturale* de Vicente de Beauvais á los dos polos del imán. (El *Libro de las piedras*, que los árabes atribuyeron á Aristóteles y cita Alberto el Grande «como prueba del uso del imán en la marina», es aprócrifo y acaso de la misma época que el tratado árabe de las piedras de Teifachi y Beilak Kiptchaki.) Los primeros que

disminuye la gloria del marino genovés, pues no cabe duda que, hasta él, los pilotos *européos* no emplearon corrección alguna relativa á la variación de la brújula.

Pero el Almirante no tuvo sólo el mérito de encontrar la *línea sin variación* en el Atlántico, pues también dedujo entonces la ingeniosa consecuencia de que la declinación magnética podía servir para saber (entre determinados límites) la longitud en que estaba un buque. La prueba de este aserto la encuentro en el único pasaje del Diario (*itinerario*) del segundo viaje, que el hijo de

en Europa hablaron de la brújula, pero en el sentido de ser su uso conocido, como instrumento necesario á los marinos, fueron Guyot de Provins en un poema político satírico titulado *La Biblia*, compuesto en 1190, y el obispo de Ptolemais, Jacobo de Vitry, en su *Descripción de Palestina*, escrita entre 1204 y 1215.

La prueba que ha querido M. Hansteen deducir del *Landnamabok* para suponer que los noruegos usaron la brújula en el siglo XI, queda anulada por las investigaciones de M. Kämtz (KLAPR., páginas 41, 45, 50, 66, 90 y 97).

Las obras del célebre mallorquín Raimundo Lulio (por ejemplo, su tratado *De contemplatione*, escrito en 1272, cap. CXXIX, § 19, y cap. CCXCI, § 17) y el texto de antiguas leyes españolas prueban que á mediados del siglo XIII los marinos catalanes y vascos usaban comunmente la brújula (CAPMANY, *Cuestiones críticas*, 1807, *Cuestión 2.ª*, pág. 38; y *Comercio antiguo de Barcelona*, t. III, páginas 72-74).

En el desarrollo progresivo de los conocimientos sobre el imán, preciso es distinguir: 1.º, la observación de los fenómenos simples de atracción ó de repulsión; 2.º, la dirección de una aguja móvil como efecto del magnetismo terrestre; 3.º, la variación ó la observación de la diferencia entre el meridiano magnético y el meridiano del sitio en que se opera; 4.º, el cambio de variación en diferentes sitios de la tierra; 5.º, los cambios de variación horaria; 6.º, la observación de la inclinación y de la intensidad magnética.



Colón nos ha conservado. Colón había salido de la isla de Guadalupe para volver á Europa el 20 de Abril de 1496. En vez de subir en latitud, como hoy se hace para salir de la región de los vientos alisios, permaneció entre los 20 y 22° de latitud. No adelantaba hacia el Este; las provisiones de agua y de pan disminuían con espantosa rapidez. «Aunque iban ocho ó diez pilotos en aquella carabela, dice Fernando Colón, ninguno sabía dónde estaban sino el Almirante, que tenía por muy cierto estar un poco al Occidente de las islas de los Azores, de que daba razón en su itinerario, diciendo: «Esta mañana noruestaban las agujas flamencas, como suelen, una cuarta (1), y las ginoveas, que solían conformarse con ellas, no noruestaban sino poco, y en adelante habían de noruestar yendo al Leste (2), que es señal que nos hallábamos cien leguas ó poco más al Occidente de las islas de los Azores, porque cuando estuviéramos á ciento, entonces estaba el mar con poca hierba de ramillos esparcidos y las agujas flamencas noruestaban y las ginoveas herían el Norte. Lo que se verificó de repente el domingo siguiente á 22 de Mayo, de cuyo indicio y de la certidumbre de su punto conoció entonces que se hallaba á cien leguas distante de los Azores» (*Vida del Almirante*, cap. 63).

(1) Podía añadirse, según creo, desde nuestra salida de Guadalupe.

(2) Así dice la edición de Barcia; el sentido exige acaso *nordesteaban*, como, al parecer, prueba el fragmento de la carta de 1498 antes publicado. Colón dice allí claramente: «Antes de pasar la raya de 100 leguas al Occidente de los Azores, por consecuencia entre esta banda y España, las agujas (falta entonces) *nordesteaban*.»

No discutiremos aquí el grado de esta certidumbre, pero el párrafo del Diario de Colón no deja duda del empleo del método. Este método llamó más vivamente la atención de los navegantes á medida que la navegación se extendía y que los grandes intereses unidos á la situación de los nuevos descubrimientos respecto á la *línea de demarcación* hacían más urgente la necesidad de conocer las longitudes. Fué elogiado en 1577 por Guillermo Bourne (en su *Regiment of the Sea*), y en 1588 por Livio Sanuto. Las últimas palabras de Cabot (1), oídas por Ricardo Eden, aludían sin duda á este método tan encomiado entonces, «de fijar la longitud por la variación de las agujas». Cabot, á quien su amigo designa siempre con la frase de *good old man*, se alababa al morir de «que, por *revelación divina*, poseía un método de longitud infalible, pero que no le era permitido divulgarlo».

El examen más detenido de las curvas de igual declinación dirigidas con frecuencia (por ejemplo, actualmente en el mar del Sur al norte del Ecuador) en la dirección de Este á Oeste, y el descubrimiento de su *traslación*, que es una función del tiempo, hecho por Gasparin (2), ha hecho poco á poco ilusoria una esperanza misteriosamente mantenida durante el curso del siglo XVI. El ingenioso Guillermo Gilbert, al discutir en un capítulo especial de su grande obra de *Magnete*

(1) BIDDLE, *Mem. of Seb. Cabot*, pág. 222. No se sabe con exactitud ni el año de la muerte ni el sitio de la sepultura de este gran marino, «que dió á su patria casi un continente, y sin el cual acaso no se hablara la lengua inglesa en América por tantos millones de habitantes».

(2) *Mem. de la Acad.*, 1712, pág. 19.



la cuestión «An longitudo terrestris inveneri possit per variationem», calificó ya el método de «pensamiento quimérico de Bautista Porta (*Magia naturalis*, lib. VII, capítulo 38) y de Livio Sanuto»; Gilbert prefiere el método de determinar la latitud por los cambios de inclinación, método que, según dice, tiene la ventaja de poder emplearse sin ver el sol y las estrellas, en medio de espesa niebla, *aëre caliginoso* (1).

Hoy sabemos que entre ciertos límites y sólo en parajes donde la variación y la inclinación de la aguja cambian con gran rapidez al avanzar en el sentido de un paralelo ó de un meridiano (2) terrestre, pueden ser empleados con mucha utilidad práctica los fenómenos magnéticos para reconocer las diferencias de longitud ó de latitud.

La combinación de las tres observaciones de declinación magnética que he encontrado en los escritos del Almirante, me da la dirección de la *línea sin variación*

(1) *Tractatus sive Physiologia nova de Magnete, magneticis corporibus et magno Magnete tellure*, ed. Wolfg. Lochmans; Sedini, 1633 (la primera edición es de 1600), lib. IV, capítulo IX, pág. 164.

(2) *L. c.*, lib. V, cap. VIII, pág. 195. Este empleo de la inclinación, que Gilbert llama siempre (lib. V, capítulos I-XII) *declinatio magnetica*, y cuya existencia negaron D. Pedro de Medina (*Arte de navegar*, Sevilla, 1545, páginas 212-221) y Sanuto (*Geographia*, lib. I, pág. 6), es tanto más notable, cuanto que la brújula de inclinación no la inventó Roberto Normann hasta 1576. La posición del ecuador magnético, en el cual la inclinación es nula, no la conoció Gilbert, quien, como Haüy, llama polo Sur á la punta de la aguja que se dirige hacia el polo Norte (lib. I, cap. IV, pág. 16). Creía que el ecuador magnético coincide con el ecuador terrestre (lib. V, cap. I, pág. 182).

correspondiente á los años de 1492-1498. En el primer viaje atravesó Colón la *línea cero* el 13 de Septiembre de 1492 por la latitud de 28° y longitud de 30°  $\frac{1}{2}$ , es decir, casi á 3° al Oeste del meridiano de la isla de Flores; en el segundo viaje, el 20 ó 21 de Mayo de 1496, por los 31°  $\frac{3}{4}$  de latitud y por los 31°  $\frac{1}{4}$ ; en el tercer viaje, el 16 de Agosto de 1498 en el mar de las Antillas, por los 12°  $\frac{3}{4}$  de latitud y 68°  $\frac{1}{4}$  de longitud, un poco al Este del meridiano del cabo Codera.

Esta última observación es la más importante de todas. Desde el 13 al 18 de Agosto recorrió Colón la costa de Cumana, desde el cabo Paria hasta la punta occidental de la isla Margarita. El 15 se dirigió al NO., entre las islas Blanquilla y Orchila, y no podía tener duda acerca de la posición exacta del barco el 16 al anochecer. Ahora bien; el Almirante dice en términos precisos (*Vida*, cap. 72): «Por el continuo velar tenía los ojos vueltos sangre y me veía precisado á anotar la mayor parte de las cosas por la relación de los pilotos y marineros. En la noche del jueves 16 de Agosto, no habiendo hasta entonces noruesteado las agujas, noruestearon más de cuarta y media, y algunas veces *medio viento*, sin que pudiese haber en esto error, porque habían estado siempre muy vigilantes en anotarlo y con la admiración de ello y desconsuelo de que les faltase comodidad para seguir la costa de tierra firme.» Por inciertas que puedan suponerse (1) las longitu-

(1) Al volver de mi viaje á América he demostrado cómo la inclinación puede indicar en el Mar de Sur, en las brumosas costas del Perú, la *latitud* con precisión bastante para las necesidades del pilotaje. Véase la Memoria que, en unión de



des en que se encontraba el barco de Colón en 13 de Septiembre de 1492 y el 21 de Mayo de 1496, siempre constará que por 28 y 32° de latitud la declinación era entonces cero en un meridiano que pasa cerca de la isla de Flores, y la misma línea sin declinación fué atravesada al Oeste de las pequeñas Antillas el 16 de Agosto de 1498 por los 13° de latitud, en un meridiano que pasa entre la isla Margarita y el cabo Codera, cabo que forma parte de la costa de Caracas. La línea estaba, pues, á fines del siglo xv, inclinada de NE. á SO. Esta misma dirección la ha encontrado M. Hansteen (1) en el Océano Atlántico hasta 1600.

M. Biot, publicó sobre las variaciones del magnetismo terrestre en diferentes latitudes, en el *Journal de Physique*, t. LIX, páginas 448-450.

(1) Hay cuatro causas de error: la de la *estima* de la dirección del barco, la de la observación magnética y la de los instrumentos y efemérides, tan imperfectos. En el texto me he atendido á las longitudes determinadas por Moreno y Navarrete en el trazado de los viajes de Colón. Según este trazado, lejos de encontrar el Almirante, como pretende, el 13 de Septiembre de 1492 la línea sin declinación á 100 leguas de distancia del meridiano de Corvo y de Flores, no llegó á esas 100 leguas hasta el 17 ó 18 de Septiembre. Además, la situación del barco en 21 de Mayo de 1496 debió ser, según las investigaciones del Sr. Moreno acerca de los rumbos de Colón, no al Oeste del meridiano de Flores, sino en el meridiano de la isla de Pico. Los *puntos de estima* del Almirante, visto el impulso de las corrientes hacia el Sureste, debían estar delante de sus verdaderas posiciones. No puede esperarse conseguir mucha precisión en resultados que dependen de tantos datos inciertos (del rumbo, de la distancia recorrida, de la desviación que producen las corrientes, de la lentitud del cambio de la declinación magnética, etc.); pero hay una circunstancia que, al parecer, autoriza á dar una posición más occidental á la línea sin declinación en

Hoy la declinación es nula en una curva que desde las costas del Brasil, cerca de Bahía, al SE. del cabo San Agustín, se inclina en un sentido completamente contrario del SE. al NO. hacia el cabo Hatteras. Ahora bien; ¿esta línea americana sin declinación es la que á fines del siglo xvii pasó por Londres y París? No sería extraordinario un cambio de forma ó de dirección en la línea durante su movimiento de translación, pues se ha probado por observaciones directas que en la isla de Spitzberg no ha cambiado la declinación desde hace doscientos años; que las partes de curvas de declinación que desde el Océano llegan sobre un continente no se mueven con la misma rapidez que las que permanecen oceánicas, y que, por consecuencia, la antigua hipótesis de la translación uniforme de todo un sistema de líneas no es en manera alguna admisible.

Lo más digno de atención en el resultado que acabo de obtener, en cuanto á los tiempos de Colón y de Sebastián Cabot, es la resolución del problema relativo al sentido en que se verifica el movimiento de un sistema susceptible de alterar parcialmente su forma. Mr. Aragón ha hecho ver, gracias á profundas investigaciones, que

1492 y 1496. Colón insiste muchas veces en el hecho físico de la coincidencia de esta línea con el borde del *Mar de Sargazo*, es decir, con la gran banda de fucus que se extiende casi de Norte á Sur entre los 22° y 41° de latitud. «Cuando las agujas comienzan á dirigirse al NO., dice, comienzo á entrar en las yerbas» (la zona de fucus). Ahora bien; es indudable que el límite oriental de los fucus está al Oeste de Corvo, por encima de los 44° de latitud, y que generalmente se mantiene entre los 37°  $\frac{1}{4}$  y 40° de longitud, esto es, á 80 ó 140 leguas marinas de distancia al Oeste de Corvo.



el nudo ó punto de intersección de los ecuadores magnético y terrestre avanza de Este á Oeste, lo cual influye directamente, cambiando las latitudes magnéticas de los lugares, en la extensión de las inclinaciones (1). Conforme á las exactísimas observaciones de Mr. Kuper, la línea sin declinación, cuya prolongación hacia el Mar Caspio determiné cuando mi viaje á Asia, muévase igualmente de Este á Oeste, avanzando desde Kasan, por Morón, hacia Moscow. Según estos datos, parece que la *línea cero*, observada por Colón al Oeste de la isla Margarita (2), atravesó en siglos anteriores la Europa, y que la línea que se aproxima en estos momentos al cabo Hatteras, dirigiéndose de SE. á NO., llegará en su marcha progresiva al Mar del Sur, pasando sucesivamente por los meridianos de Méjico y Acapulco. Pero ¿cómo conciliar con estos datos el hecho cierto de que

(1) *Untersuch. über den Magnetismus der Erde*, 1819. Atlas, tab. I. En la Geografía física del P. Acosta (su *Historia natural de las Indias* merece bien este nombre) hay una prueba también convincente de la dirección de la línea sin declinación de las Azores del NE. al SO. Acosta (lib. I, cap. XVII, pág. 64) dice que en su tiempo, 1589, se encuentra la variación hacia el Oeste cuando, desde el meridiano de Corvo, se va á más altura (en latitud), y que la variación es más oriental cuando se baja de latitud, aproximándose al ecuador en el mismo meridiano.

(2) He dado numerosos ejemplos de estos cambios por la comparación de mis propias observaciones de inclinación, hechas en épocas lejanas unas de otras, en POGGENDORF, *Journ. der Physik*, 1829, t. XV, páginas 321-327. Véase también una excelente Memoria de Mr. Hansteen sobre la traslación de la curva sin declinación en el Oeste de Siberia, de 1769 á 1829, de Este á Oeste desde Orsk á Uralsk, y sobre las variaciones seculares de la inclinación, en POGGEND., t. XXI, páginas 414-430 y tab. V.

en el siglo XVII pasó por Londres una línea de declinación en 1657, y después, en 1666 por París, que está á 2° 26' al Este del meridiano de Londres? ¿Fue acaso esta prioridad de paso por un sitio más occidental efecto de una forma muy inclinada de la curva, de la extensión del ángulo que esta curva hacía con los meridianos terrestres, siendo la diferencia de latitud entre las dos poblaciones sólo de 2° 41'?

Cuanto se refiere á la traslación de las líneas sin declinación inspira el más vivo interés; pero por ingeniosas que sean las analogías que se han creído observar entre las inflexiones de las *líneas isotermas* conforme las tracé en 1817, y las inflexiones de las curvas isodinámicas del magnetismo terrestre, parece, sin embargo, que la fijeza de las líneas isotermas, que dependen (1) de las corrientes aéreas y pelágicas y de la forma actual de los continentes, ó, mejor dicho, de las relaciones de *área* y de posición entre las masas más ó menos diáfanas y susceptibles de absorber el calor (los mares y las tierras), concuerdan mal con la movilidad (el movimiento de traslación) de las curvas magnéticas.

A su vuelta del primer viaje, llegó Colón el 4 de

(1) Cuando me encontraba en la costa de Paria y en las tierras costeadas por los barcos de Colón en 1498, creí durante algún tiempo que el cabo designado por Colón con el nombre de *Punta de la Aguja* (NAVARRETE, t. I, pág. 250), como sucede con la Punta de las Agujas en la extremidad meridional de África era un *antiguo punto sin variación magnética*. Pero la Punta de la Aguja de Colón es el cabo que los españoles llaman hoy la *Punta de Alcatrazes*, y está, por tanto, 3° 25' al Este de la curva sin declinación que con Colón hemos fijado, para el año de 1498, á los 68° 15' en el paralelo de 12° 45'.



Marzo de 1493 á Lisboa y el 15 de Marzo á Saltes, frente á la ciudad de Huelva (junto á Moguer y á Palos). La recepción solemne que le hicieron los Sobranos se verificó en el mes de Abril, y el 4 de Mayo del mismo año (1) firmaba el papa Alejandro VI la famosa bula fijando la *línea de demarcación* á cien leguas de distancia de las islas Azores y de Cabo Verde. Jamás la corte de Roma despachó asunto alguno con tanta rapidez.

Creo que la causa de no determinar la línea por la más occidental de las islas Azores (Flores y Corvo), sino á cien leguas al Oeste, debe consistir en las ideas de geografía física del mismo Colón. Varias veces he recordado la importancia que daba á esa *raya*, donde se empieza á encontrar «un cambio grande en las estrellas, en el aspecto de la mar y en la temperatura del aire»; donde la aguja imantada no presenta variación; donde

(1) Creyendo Gilbert (*Tractat. de Magnete*, 1633, páginas 42, 98, 152 y 155) que la forma de las curvas de variación dependía también de la configuración de los continentes y de la interposición de valles oceánicos profundísimos, admitía necesariamente la fijeza de las curvas, y hacia pasar en 1600 la línea de declinación por el mismo sitio donde la encontró Colón en 1492 (*Variatio uniuscujusque loci constans est*). Búrlase de los polos magnéticos de Frascatoro, el célebre contemporáneo de Colón (*Rejicienda est vulgaris opinio de montibus magneticis aut rupe aliqua magnetica aut polo phantastico á polo mundi distante. Magnus magnes ipse est terrestris globus*). Las agujas, en su opinión, se dirigen hacia las regiones donde aparece sobre el nivel del agua mayor cantidad de masa sólida y donde la superficie del núcleo terrestre (*cor terra, inequalitas globi magnetici sub continentibus et in marium profunditate*) se acerca más á la capa exterior.

se altera la esfericidad de la tierra; donde el Océano se cubre de yerbas; donde hasta el clima, en la zona tropical, es más fresco y suave. No es aventurado creer que Colón fué consultado cuando los Reyes Católicos pidieron al Papa la división del hemisferio occidental del globo entre España y Portugal; y conforme á las impresiones que tuvo en el primer viaje (véase el Diario correspondiente á los días 16 á 21 de Septiembre), al pasar lo que llama *una cuesta* para descender á una región constituida de otro modo, debió sin duda desear Colón que la demarcación física fuera también una demarcación política. Su correspondencia con el Papa no empezó hasta pocas semanas antes de su cuarto y último viaje (en Febrero de 1502); pero se sabe por ella que, al volver de la primera expedición (NAVARRETE, *Docum.* número 145), quiso Colón ir á Roma para dar cuenta al Papa «de todo lo que había descubierto». En esta relación al Pontífice hubiese figurado, en primer lugar, la determinación de una línea en que llega á ser nula la variación magnética, á juzgar por la importancia que los contemporáneos de Colón, su hijo, Las Casas y Oviedo dan á este hecho en sus escritos.

Cuando advirtió Colón que las agujas de diferente temple y construcción no indicaban los mismos ángulos de variación, esforzábese mucho por descubrir «la relación entre la marcha de la aguja y de la estrella polar». Atribuía el cambio de declinación más allá de las islas Azores á la «dulce temperatura del aire, y se expresa embrolladamente (1) acerca de la influencia de la es-

(1) Es verdaderamente notable que en los archivos de Simancas haya una *Bula de concesión de las Indias* de 3 de



trella polar, que, como el imán, parece tener la propiedad de los cuatro puntos cardinales (*la calidad de los cuatro vientos*), porque también la aguja, cuando se la toca con el Oriente, dirigese hacia Oriente, de suerte que los que

Mayo de 1493 (*quinto Nonas Maias*), encontrada por mi ilustre amigo Muñoz, y semejante á la de 4 de Mayo (*quarto Nonas Maias*), conservada en los archivos de Sevilla (MUÑOZ, *Historia del Nuevo Mundo*, lib. IV, § 29; NAVARRETE, *Docum. diplomático*, t. II, páginas 23-35), con algunas diferencias que apuntaré aquí. En la de 3 de Mayo nada se dice de la *línea de demarcación* designada en la bula del día siguiente; únicamente expresa que se hace donación á perpetuidad de las islas y tierra firme recientemente descubiertas *per dilectum filium Christophorum Colon* á los Reyes de Castilla y de León, y que estos reyes poseerán dichas tierras con los mismos privilegios y derechos que los Papas habían concedido (en 1438 y 1459, desde el cabo Bojador hasta las Indias orientales, según Barros, Déc. I, libro I, capítulos 8 al 15) á los Reyes de Portugal.

Las dos bulas de 3 y 4 de Mayo son literalmente iguales en su primera mitad hasta las palabras «ac de Apostolica Potestatis plenitudine omnes et singulas terras et insulas prædictas et per Nuntios vestros repertas per mare ubi hactenus navigatum non fuerat, per partes occidentales, ut dicitur, *versus Indiam*....» Después de este párrafo se inserta en la bula de 4 de Mayo la cláusula de que España poseerá «omnes insulas et terras firmas inventas et inveniendas, detectas et detegendas, versus occidentem et meridiem, fabricando et constituyendo unam lineam á polo artico ad polum antarcticum quæ linea distet á *qualibet* insularum quæ vulgariter nuncupantur de los Azores et cabo Verde centum leucis versus occidentem et meridiem». Preciso es convenir en que esta determinación á *qualibet insularum* es muy vaga, tratándose de dos archipiélagos que ocupan gran extensión en longitud.

La extraña frase, muchas veces repetida, *versus occidentem et meridiem*, se explica por la *Capitulación de la partición del Mar Océano*, ajustada, por influencia de la Santa Sede, en 7 de Junio de 1494, durante el segundo viaje de Colón, la cual fija

imantan brújulas las cubren con un paño para no dejar fuera más que la parte boreal».

Hasta el siglo XVII, después de haber reconocido la dirección de las curvas de las variaciones magnéticas en ambos hemisferios, no se empezó á tener ideas más claras del conjunto de este gran fenómeno.

la línea de demarcación «por términos de vientos y grados de Norte á Sur».

En otro sitio de este documento se dice «que el Rey de Portugal debe poseer cuanto está al *Este ó al Norte ó al Sur de la raya*». Es un circunloquio que debiera haberse sustituido con la frase «al Este del meridiano, en cualquier paralelo».

La *capitulación*, tan mal redactada como la bula, fué durante tres siglos causa de interminables hostilidades entre Portugal y España.

Fija además la bula la época de la legítima posesión de las tierras por el Oeste de las Azores en la Pascua de Natividad de 1493, «como época en que los capitanes castellanos hicieron los descubrimientos». Pero en este día de Pascua de Natividad fué cuando ocurrió el naufragio de Colón en las costas de Haití, cerca de la bahía de Acul, llamada entonces *Mar de Santo Tomás* (*Vida del Almirante*, cap. 32), y hacia ya dos meses y medio que Colón estaba en esta isla, en Cuba y en Guanahani. Dichas inexactitudes son menos chocantes que los cambios sufridos por la bula del 3 de Mayo, en el intervalo de veinticuatro horas (HERRERA, Déc. I, lib. II, cap. 4). La causa de estas variaciones podría averiguarse en los archivos romanos. En la bula de 25 de Septiembre de 1493, llamada *Bula de extensión y donación apostólica de las Indias* (NAVARRETE, tomo II, pág. 404), tampoco se dice nada, como en la de 3 de Mayo, de línea de demarcación.