

# MAREAS Y CORRIENTES MARÍTIMAS: UNA INCERTIDUMBRE CIENTÍFICA DE LA GEOGRAFÍA A MEDIADOS DEL SIGLO XIX

Bartolomé Valle Buenestado

Universidad de Córdoba

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde finales del siglo XV los avances en el conocimiento de la Tierra fueron espectaculares. Los descubrimientos geográficos, la circunnavegación del mundo, la proclamación del heliocentrismo de nuestro sistema planetario, el desarrollo de la cartografía, los progresos de las ciencias físicas, etc., proporcionaron un caudal de conocimientos que redundaron en la ampliación de los saberes geográficos.

En adelante éstos se encauzaron en dos direcciones: la Geografía antigua o histórica que se vio enriquecida con las noticias y descripciones de las tierras recién descubiertas o exploradas, y la Geografía General, preocupada por cuestiones y aspectos a escala planetaria, tales como la forma y dimensiones de la tierra, composición y naturaleza, atmósfera y climas, mares y océanos, etc.

Pese a los considerables avances científicos, descubrimientos, demostraciones y teorías que fueron enriqueciendo y compactando el acervo geográfico durante la Edad Moderna y hasta las vísperas de la institucionalización de los saberes de nueva Geografía gracias a Humboldt y Ritter, casi hasta mediados del siglo XIX se mantenían significativas incertidumbre geográficas, como por ejemplo la concerniente a las mareas y corrientes marinas. Y ello pese a que los numerosos viajes marítimos y la elaboración de los derroteros de navegación habían proporcionado muchos conocimientos sobre los océanos.

Las mareas fueron conocidas y observadas desde la antigüedad, incluso se estableció su periodicidad y coincidencia con las fases de la Luna y su amplitud variable en función de las estaciones del año. La explicación de las causas y fuerzas que las producen fueron una incógnita durante siglos, y

aun cuando se presentaron explicaciones y teorías al respecto, no gozaron de aceptación generalizada, siendo objeto de interpretaciones y emisión de nuevas teorías aún en fecha muy tardía, incluso bien entrado el siglo XIX.

Este es el caso, por ejemplo, de la *Memoria sobre las mareas y corrientes marítimas*, escrita en 1842 por D. José Rey, la cual es un fiel exponente de la ciencia del momento y de las corrientes de pensamiento filosófico-científico imperantes.

## 2. EL AUTOR

José Rey, como él firmaba, José María Rey Heredia, como es más conocido, fue un brillante intelectual, académico, profesor, filósofo y matemático muy apreciado en la Córdoba de mediados del siglo XIX (RAMÍREZ DE ARELLANO, R., 1921-23 y RAMÍREZ DE ARELLANO, T., 1985, 547-550).

Nació en 1818 en el seno de una familia humilde en el popular barrio de Santa Marina, en cuya parroquia fue bautizado. Ingresó niño y realizó sus primeros estudios en las Escuelas Pías, llamadas generalmente de la Compañía. Éstas habían sido fundadas en 1791 por el deán D. Francisco J. Fernández de Córdoba, siguiendo el modelo de las Escuelas Pías de San Fernando de Madrid, que desde sus orígenes gozaron del favor real por su carácter pionero en la enseñanza gratuita y en la atención a los niños pobres. Las de Córdoba tuvieron el título de Reales por el patrocinio de Carlos IV y contaron en sus aulas con un elevado número de alumnos. Su modelo educativo –de fuerte componente religioso– estaba inspirado en el modelo jesuítico de los Reales Estudios de San Isidro de Madrid, a donde acudieron a formarse los profesores de Córdoba, que a su vez lo fueron de muchos de los maestros que luego tuvieron escuela en la provincia.

Después estudió Humanidades y Latín con D. Juan Monroy, quien conocedor de las virtudes intelectuales del pupilo y de su prometedor futuro, propició su ingreso en el Seminario de San Pelagio de Córdoba en 1833. Allí permaneció once años, siendo un brillantísimo estudiante que disfrutó de beca desde el primer curso y luego desempeño la función de Pasante de la enseñanza de Filosofía durante los cuatro últimos, en dos de los cuales fue, además, encargado de la Biblioteca Episcopal.

Estuvo propuesto para Profesor de Lógica en el Colegio de la Asunción pero no aceptó. En 1844 obtuvo la Cátedra de Lógica del Instituto de Ciudad Real y en 1848 la de Psicología y Lógica del Instituto Noviciado de la Universidad de Madrid, en cuya oposición compitió por la misma con D. Pedro Felipe Monlau, quien luego se refirió a él en los siguientes términos: “La suerte nos hizo contrincantes en la binca o pareja para ejercitar, y entonces pude conocer y admirar de cerca el rico caudal de inteligencia y bondad que poseía mi ilustre competidor, ya desde aquel punto mi mejor

amigo, porque era imposible conocer a D. José Rey y Heredia y no estimarle, y era imposible estimarle sin que él correspondiera con efusión una simpatía y un rendimiento indecibles”.

Tras haberse conocido trabajaron conjuntamente y escribieron los textos de su asignatura (Psicología y Ética) que estuvieron vigentes durante muchos años. Luego José M. Rey publicó otro manual de Ética que, igualmente, fue aprobado como texto. Y en 1855 comenzó a escribir a instancias de su compañero Acisclo F. Valentín y Bustillo –catedrático en el mismo Instituto madrileño– la que sin duda fue su obra más importante: *Teoría transcendental de las cantidades imaginarias*, que fue publicada póstumamente por Real Orden de 21 de Noviembre de 1861 y por cuenta del Estado, pues tal era la importancia e interés que se le atribuía (ESCRIBANO BENITO, 1998).

Persona importante, conocida y muy querida en Córdoba, gozó de enorme reconocimiento intelectual desde muy joven. Tanto fue así que en 1842, a la edad de veinticuatro años, fue propuesto para Académico de la Real de Córdoba. Para hacer efectivo el nombramiento como tal –conforme a lo establecido por la institución– preparó y leyó el 22 de diciembre de 1842 su discurso de ingreso, con tanta complacencia y satisfacción del auditorio que el Pleno acordó que completara la exposición y debate en una sesión posterior, pues tal era el interés que había suscitado su exposición. El discurso versó sobre las *Mareas y corrientes marítimas*. El manuscrito del mismo – que ha permanecido inédito– fue conservado entre los papeles del autor, transferido y final y afortunadamente recuperado. A él hemos tenido acceso y su texto –cuya transcripción ofrecemos– nos ha servido de base para la redacción del presente trabajo.<sup>1</sup>

### 3. EL CONTENIDO DEL MANUSCRITO

El fenómeno de las mareas y corrientes marinas –considera el autor– ha sido hasta el momento objeto de investigaciones sin cuento y de acaloradas discusiones sobre la causa física o astronómica que las produce, –profesión de fe de su secta filosófica– procedentes de los discípulos de Descartes que consideran que son consecuencia de la presión ejercida sobre la superficie de las aguas por la luna y el vórtice que las conduce, o de los newtonianos, que las relacionan con la atracción obrada por este satélite sobre la masa de agua que forman los mares.

Rechazando ambas teorías, el autor se propone dar a conocer una teoría de los principales movimientos del mar, original, brillante y capaz de

---

<sup>1</sup> El manuscrito es propiedad de D. Francisco Muñoz Usano, quien ha tenido la amabilidad de cedérselo para su estudio. Desde estas líneas agradecemos la generosidad de ponerlo a nuestra disposición y de la comunidad de investigadores y estudiosos.

explicar o dar razón de otros muchos fenómenos. A tal fin presenta unas observaciones previas sugeridas por el estudio de los mares, principalmente del Océano Atlántico, en el que advierte la existencia de dos corrientes principales, causadas por la fusión alternativa del hielo de los polos en su verano respectivo. Los hielos y nieves forman durante cada invierno una enorme cúpula o casquete de espesor creciente hasta el polo, que viene a ser el origen del mar, como los hielos de las montañas lo son de los ríos. El fundamento de la teoría es que desde el casquete polar se desgajan fragmentos enormes de hielo que se desplazan a la deriva y se dirigen a reemplazar las aguas que se evaporan en el Ecuador, originando su fusión una corriente de agua desde el polo visitado por el sol hacia las bajas latitudes, favorecida por la disposición en canal del Atlántico entre los continentes.

La fusión de los hielos, pues, debe dar razón de los principales movimientos de la mar y, sobre todo de sus mareas. Cada año sale una corriente del Polo calentado por el Sol –en su respectivo solsticio– y, alternativamente, origina dos corrientes generales y opuestas que incluso, explican la alternancia o periodismo de las corrientes en las Indias Orientales entre el monzón oriental en invierno y el occidental en verano.

En Diciembre –coincidiendo con su estío– las efusiones parten del Polo Austral y la corriente general procedente de los hielos polares se divide en dos ramas:

- 1) La que se encauza por el canal Atlántico, que penetra desde el Sur hasta su extremidad septentrional. El estrechamiento del mismo entre África y Brasil provoca dos contracorrientes o recodos en los cuales el agua invierte su trayectoria: así se ha apreciado en las costas de Guinea hasta cuatro grados Sur y en el cabo de San Roque, en el que las aguas giran hacia el SO. Pasado el istmo la corriente continúa hasta el extremo septentrional, trayendo diariamente dos veces a lo largo de nuestras costas las mareas del Sur.
- 2) La rama al Oeste del Cabo de Horn, que recorre el océano meridional, produce en la India el monzón del E, y da la vuelta al globo por Occidente, viene al Oriente por el cabo de Buena Esperanza y engrosa la corriente inicial del Atlántico.

Transcurridos seis meses, el Sol pasa el Ecuador y abandona el hemisferio austral, se detienen las efusiones del mencionado polo y comienzan a fundir nuestros hielos, de manera que las corrientes del Océano cambian en todas sus latitudes.

Consecuentemente, del Polo Septentrional parte ahora –en su estío, desde Junio– la Corriente General del Hemisferio Norte, que, como la Austral, también se divide en dos ramas:

- 1) Una parte del estrecho de Waigats, de la bahía de Hudson y de otros golfos profundos poco conocidos aún del Norte de América.

En los estrechos el agua de fusión de los hielos corre con la rapidez de una esclusa y produce mareas del Norte, del Este y del Oeste, a decir de numerosos navegantes, toda ella procedente de las extensísimas congelaciones del Norte de Europa, Asia y América. La corriente desciende por el Atlántico, pasa el Ecuador y llega a los estrechos de Brasil y Guinea donde por las circunstancias ya explicadas anteriormente se forman contracorrientes laterales que vuelven a subir hacia el N., las cuales nos traen sobre las costas de Europa las mareas que parecen venir del Sur, aunque en realidad tienen su origen en el septentrión. Pasado el Estrecho la corriente dobla el cabo de Buena Esperanza hacia el E., circunda el globo por el mar del Sur y, finalmente, gana el cabo de Horn y vuelve a subir por la costa de Brasil y termina en el cabo de San Roque de modo opuesto a la corriente principal que baja.

- 2) La rama que corre por el Estrecho llamado del Norte baja al mar del Sur, donde viene a unirse a la primera rama que forma el monzón occidental, si bien recibe pocas efusiones porque la mayor parte de éstas evacuan hacia el Atlántico.

Concluye, finalmente, que... “de esta manera el Océano recorre el Globo dos veces en el año en espirales opuestas partiendo alternativamente de cada polo y describiendo en cierto modo sobre la tierra la misma ruta que el Sol en los cielos”.

Por esta teoría pueden, asimismo, aclararse muchos hechos bastante oscuros en los diarios de los viajeros.

- a) Así la afirmación de Frager de que en Brasil las corrientes van hacia el mismo lado que el Sol, lo cual no es explicable por la atracción lunar que, en todo caso sería de Este a Oeste.
- b) La constatación de Dampier de que en todas las latitudes las corrientes cambian su curso en ciertas épocas del año, como, por ejemplo, en las Indias Orientales, en cuyas costas el monzón en invierno fluye de Este a Oeste y en verano de Oeste a Este, sin que ello pueda ser atribuido al efecto lunar, que actuaría siempre en la misma dirección.
- c) El hallazgo –transmitido por Souchú de Rennafort– de restos de embarcaciones en el punto 40° O. – 43° N. proceden de un combate naval cerca de Ostende y que las corrientes habrían arrastrado desde su origen 345 leguas en el transcurso de nueve días.

Las mareas son también consecuencia de esta teoría y entran en la explicación de las corrientes generales, que a juicio del autor son el resultado del influjo que el Sol ejerce sobre cada hemisferio durante medio día, no durante medio año, como sucedía en las corrientes marinas.

En el hemisferio septentrional hay dos bloques continentales (Eurasia y América) separados por dos vertientes (del Norte u oriental y del Ártico u occidental) que constituyen canales que al ser visitados por el Sol dos veces cada día, generan dos mareas –también diarias– que son efluencias coincidentes con el Sol. Se forma con el agua resultante del deshielo una ola alternativa que se descarga por uno u otro canal, la cual lleva el mismo rumbo que las corrientes generales, se desplaza en espiral hacia el Ecuador con una velocidad retardada y al llegar a una costa, el choque con la tierra provoca un flujo o marea alta al que sucede un reflujo o marea baja.

A continuación se refiere a las mareas del Norte, a las del Cabo de Horn y a las del mar del Sur o de la India.

Las primeras, del Círculo Polar Ártico, no vienen del Ecuador, como debe suponerse en las teorías astronómicas de Newton y de los cartesianos, sino del polo mismo, –como atestiguan numerosos viajeros– donde las hace nacer el Sol todos los días a cada paso meridiano. La mareas del Cabo de Horn y estrecho de Magallanes, Tierra de Fuego y punta de América meridional son efusiones directas del Polo Sur que no se parecen a las del Atlántico porque al no existir aquí dos continentes ni dos canales, las efluencias no son retardadas y ocasionan una sola marea cada veinticuatro horas, salvo cuando encuentran una isla a su paso, en cuyo caso se convierten en semidiarias como en el Atlántico. En la parte septentrional del mar del Sur (India) los continentes empiezan a juntarse hacia el N y se derraman alternativamente, produciéndose, en consecuencia, dos efusiones y dos mareas diarias.

En referencia a las causas que las producen, el autor reafirma la poca concordancia de las mareas con la atracción lunar y expresa la exacta conformidad de las mismas con la acción solar sobre los hielos polares. En prueba de ello argumenta la quietud del Mediterráneo y de grandes lagos cuando la luna pasa por su meridiano o la dificultad para explicar la marea semidiurna atlántica, pues sobre este ancho mar el astro lunar pasa una sola vez al día. Por el contrario, la acción del calor sobre los polos explica la altura de la pleamar en el Círculo Polar o la concordancia perfecta con los continentes de donde descienden, siendo las mareas “...dobles en 24 horas cuando el hemisferio que las derrama o recibe está separado en dos continentes; dobles y desiguales cuando la separación de ellos es desigual; simples y únicas cuando no hay sino un solo continente que las flanquee en su descenso o no hay absolutamente alguno”.

Y a todo ello añade, como pruebas adicionales –entre otras– que las mareas de nuestros mares (costa europea atlántica) son mayores en las tardes de verano y en las mañanas de invierno, que el orden cambia cada seis meses, que son más bajas en los solsticios y más altas en los equinoccios,

que hay un retraso diario de  $\frac{3}{4}$  de hora causado por el alejamiento diario del borde del hielo fundido, etc.

En definitiva, considera el autor que la teoría que expone es muy nueva, sencilla y que explica los fenómenos con mucha naturalidad, y confiesa que no es suya sino de Bernardin de Saint-Pierre, de cuya obra *Estudios de la Naturaleza* la ha extractado.

#### 4. EL SIGNIFICADO DE LA OBRA

Efectivamente, el texto sobre *Mareas y corrientes marítimas* que redactó José María Rey Heredia es un extracto muy sistemático, ordenado y completo de dos capítulos de la obra de Jacques Bernardin Henri de Saint-Pierre, estando, por tanto, desprovisto de originalidad científica por ausencia de autoría. Demuestra un extraordinario conocimiento de la obra y asimilación de sus contenidos, los cuales interioriza y traslada a su texto con sencillez y naturalidad. Probablemente José M<sup>a</sup> Rey halló el libro original en la Biblioteca Diocesana de Córdoba, de la cual era el encargado por las fechas en que presentó su discurso de ingreso en la Academia. Hasta allí pudo llegar tras la incautación de los bienes de la Compañía de Jesús y luego –en calidad de fondo de tal procedencia– pudo pasar a la Biblioteca Provincial, donde felizmente hoy se encuentra un ejemplar que no sabemos si será el mismo que utilizase en su día Rey Heredia, pero que es muy posible que sí, porque corresponde a la misma edición de 1792, y en la Córdoba de principios del siglo XIX hemos de suponer que no existieran muchos ejemplares de tal edición francesa.

Pese al carácter de novedad que José M<sup>a</sup> Rey le confiere a la obra de B. de Saint Pierre y a la condición de primicia con que él presentó su discurso y lo acogieron los Académicos en 22 de Diciembre de 1842, la verdad es que el libro estaba publicado desde 1792, es decir, desde cincuenta años atrás, y que por ello la novedad era ciertamente relativa, máxime si tenemos en cuenta que el momento en el cual Rey Heredia redacta su *Memoria* es víspera de la publicación del *Cosmos* (HUMBOLDT, ed. española, 1851; ed. alemana, 1845).

En cuanto a contenidos, la obra evidencia un buen conocimiento de los mares y los océanos, toda vez que su publicación coincide con uno de los momentos cenitales de la navegación ultramarina y de tránsito por los mares de todo el mundo camino de las colonias dispersas en archipiélagos y continentes. Coincide asimismo con la plenitud de la navegación a vela, a la que resultaba tan práctico el conocimiento de los vientos, corrientes marítimas y mareas para trazar los derroteros de navegación y para acceder a puertos y estuarios (VICTORIA, 1825). Todo ello poco antes de que apareciese la navegación a vapor y la máquina restase importancia a

los condicionantes naturales de la mar. El libro cita indirectamente una abundante bibliografía y hace referencia a numerosos relatos de navegantes, de los cuales toma el grueso de la información sobre las corrientes marinas y las mareas, incluso aporta su propia experiencia personal y profesional.

Cuestión diferente es la validez científica de los contenidos, que hoy es prácticamente nula. Y aunque en el momento de su publicación pudiera considerarse una aportación original, novedosa y creíble, realmente las teorías a partir de las cuales explicaba las corrientes marítimas y las mareas eran claramente refutables a la luz de los conocimientos ya existentes en la época, y de los cuales se hacía eco Humboldt con su proverbial clarividencia, unos años más tarde, al afirmar en el *Cosmos*, que las corrientes marinas son un fenómeno permanente y variable en intensidad y las mareas un suceso regular y periódico dependiente de la posición y de la atracción del Sol y de la Luna (HUMBOLDT, 1851, pág. 324).

No obstante, consideramos que el resumen que hizo Rey Heredia y la obra original de B. de Saint Pierre tienen gran valor en el contexto de la historia general de la ciencia, y sobre todo en la evolución del pensamiento científico, por cuanto ambos tratan de coonestar planteamientos filosóficos y conocimiento empírico cuando ya se atisbaba la ruptura epistemológica subsiguiente a la Ilustración, sobre la cual se asentaron los planteamientos de la nueva ciencia decimonónica y de la Geografía moderna (GÓMEZ MENDOZA *et al.*, 1982, 20)

Y es justamente en este sentido en el que conferimos importancia adicional a los *Études de la Nature* de Bernardin de Saint Pierre.

Su primera edición vio la luz en 1784, teniendo en lo sucesivo numerosas ediciones y reimpressiones. La que nosotros hemos estudiado y la que realmente interesa a nuestros propósitos concretos de conocer la aportación de José M<sup>a</sup> Rey y los genéricos de aproximarnos al fenómeno de las mareas y corrientes marinas, es la de 1792, que se presentaba como *Nouvelle, revue, corrigée & augmenté*. Constituye su principal novedad un muy extenso *Avis* inicial –ochenta páginas en numeración romana antepuestas al texto ordinario– y una nota explicativa intercalada en el Tomo V (págs. 213 a 278) en las cuales el autor expone el sentido de su aportación y su teoría sobre las corrientes marinas y las mareas, componiendo el texto a partir de “rutas solitarias y de libros donde yo busco la verdad... (ÉTUDES, I, VIII)... reuniendo con mucho trabajo las piezas dispersas entre los hombres de todos los tiempos y de todas las naciones.” (ÉTUDES, I, XIII).

Bernardin de Saint Pierre consideraba que las mareas y corrientes marinas eran insuficientemente conocidas y que estaban mal interpretadas las causas que las producen. Por ello propone una nueva teoría que tiene como fundamento el deshielo semianual o semidiario de los hielos polares y

el flujo de agua hacia las bajas latitudes y bordes de los continentes. Rechaza las explicaciones de Descartes de que las mareas estén producidas por efecto de los vórtices y las de Newton de que lo sean por la acción gravitatoria, y expresa su aversión a las corrientes de pensamientos que inspiran a las respectivas escuelas, que derivan en sectas filosóficas que empobrecen el conocimiento y se alejan de la verdad al encauzarse en la senda cerrada de la disciplina y defensa de las ideas de los fundadores. Intenta, en consecuencia, ofrecer una nueva explicación para la cual "... yo he formado un conjunto con todas las verdades dispersas; yo he reducido a la armonía general de los movimientos del océano, cuya primera causa es el calor del sol, los medios son los hielos polares y los efectos las corrientes semianuales y alternativas de los mares, con la mareas diarias de nuestras riberas (ÉTUDES..., I, XIV). Y aunque critica y trata de huir del encauzamiento científico marcado por Descartes y Newton y sus respectivos seguidores, lo cierto es que su pensamiento está muy influido por ambos, pues su obra rezuma una clara filiación cartesiana de sentido mecanicista (ROCHA HERRERA, 2004) y, por oposición, un rechazo absoluto a Newton, pues a decir suyo, aunque le respeta, respeta más a la verdad (ÉTUDES..., I, VI).

Las líneas de pensamiento científico cartesiano y newtoniano son continuación de las grandes aportaciones de Copérnico, Ticho Brahe, Kepler, Galileo ... (SOLÍS y SELLÉS, 2005; ORDÓÑEZ *et al.*, 2007) y su preservación, escaso grado de mimetismo y percepción excluyente, incluso, durante los siglos XVII y XVIII fueron hechos palpables, a los cuales no fue ajena la actitud de la Iglesia Católica –significadamente de la Compañía de Jesús– por la aceptación, rechazo y condena de las mismas.

Las teorías de Descartes fueron aceptadas por la Iglesia con ciertas reservas y no desde el principio, pues si bien la idea de los vórtices, la materia etérea interplanetaria y el movimiento solo relativo de Tierra en el sistema solar eran compatibles con las ideas ptolemaicas y aristotélicas y, en consecuencia, asumibles, no lo eran tanto las concernientes a la materia y su divisibilidad, por confrontar con la doctrina de la transubstanciación eucarística (GALINDO, 2012, 136), recién renovada en el Concilio de Trento. Las teorías de Newton, formuladas en 1687, eran claramente superadoras de Descartes (SÁNCHEZ RON, 2001, 39 y sigs.) y bien explicativas del fenómeno de las mareas, pero suscitaban el rechazo de la Iglesia, pues la gravitación universal se basaba en la existencia de fuerzas que se ejercían en ausencia de materia y ello era claramente imposible, por ser ésta una facultad poseída únicamente por Dios. De ahí que con el correr de los tiempos y a medida que se consolidaba la oposición a las ideas newtonianas, como contrapunto, se fueron venciendo los recelos iniciales hacia Descartes. (GALINDO, 2012, 135)

Probablemente ello no hubiera tenido tanto énfasis ni las dos corrientes científicas se hubiesen mantenido en un paralelismo tan excluyente hasta finales del siglo XVIII –recuérdese, fecha de publicación de *Études de la Nature*– de no ser por la acción de la Compañía de Jesús y por el protagonismo de la Orden en el seno de la Iglesia, por su relevancia intelectual o por su presencia en la educación. La verdad es que Newton había permanecido, relativamente, circunscrito al ámbito anglosajón y no era demasiado conocido en el continente. Pero en 1701 los jesuitas habían fundado el *Journal de Trévoux* para la difusión de los avances del conocimiento y de las principales obras; en 1702 un discípulo de Newton –Gregory– publicó un libro reafirmando las ideas del maestro y aportando pruebas astronómicas a su validez. Esto propició la aparición en el mencionado *Journal* de un furibundo artículo que al estar escrito en francés contribuyó a difundir la teoría de la gravitación en Europa, aunque también a reafirmar la oposición a la misma desde el ámbito eclesiástico, pues como se ha escrito (GALINDO, 2012, 137) citando a Healy, “cuando Newton publicó su *Principia*, Descartes constituía el principal problema de los jesuitas... pero paulatinamente Newton reemplazó a Descartes en este papel”. La revista desapareció tras la expulsión de los jesuitas de Francia, pero tuvo prolongación en otra –*Journal de Beaux Arts y des Scienciers*– tutelada por el clero secular, que continuó siendo un referente antinewtoniano en el que llegaron a publicarse experimentos falsos en tal sentido y cuya autoría se debía, según se supo más tarde, a H. S. Gerdil, luego cardenal y candidato al papado en el cónclave de 1800 que eligió a Pío VII (GALINDO, 2012, 136-139).

La teoría sobre las mareas y las corrientes marítimas de B. de Saint-Pierre y el resumen que presentó Rey Heredia a la Academia pretenden ser una aportación novedosa al margen de las dos grandes escuelas, pero no logra sus objetivos, y con independencia de su endeblez científica, lo que sí queda de manifiesto es su proximidad a los planteamientos cartesianos y la contundente y reiterada negación de Newton, rechazando que la atracción gravitatoria del Sol y/o la Luna sea la causa de las mareas. Y ello cobra especial sentido si retomamos las ideas expuestas en el párrafo anterior y consideramos que el mismo Saint Pierre se había educado en los jesuitas de Caen y la formación de Rey Heredia en el Seminario de Córdoba, después de la escolarización infantil en las Escuelas Pías, de inspiración jesuítica.

Pero con independencia de los resabios antinewtonianos que debilitan la obra, de lo que no cabe duda es que los *Études de la Nature* representan una aportación claramente superadora de la ciencia postrenacentista e introducen en el pensamiento científico del momento componentes como la armonía del mundo –anteriormente aludida y verdadero hilo conductor de la obra–, el racionalismo ilustrado –“no olvidamos jamás que la repú-

blica de las letras debe ser una verdadera república, que no reconozca otra autoridad que la razón” – (ÉTUDES..., I, LXXVII), la experimentación, la observación, etc., claramente precursores del paradigma científico del siglo XIX (GÓMEZ MENDOZA *et al.*, 1982, 20; CAPEL SÁEZ, 1988, 8) que, pese a Bernardin de Saint Pierre y a José Rey, fue claramente newtoniano y tuvo a la Física por modelo.

Justamente en los contextos anteriores es donde cobran significado e importancia el manuscrito de Rey Heredia y la obra que lo inspira –en cuyos pormenores no podemos entrar en esta ocasión–, como aportaciones de primer orden, al menos la edición de 1792, y el manuscrito que nos ocupa.

Pese a la irregularidad del contenido y a sus pretensiones científico-literarias, los *Études de la Nature* son un eslabón entre la Ilustración y el Romanticismo, una obra que ejemplifica algunas de las grandes incertidumbres científicas existentes en la Geografía de mediados del siglo XIX, como esta de las mareas y corrientes marinas, y a la que ha de reconocérsele valor geográfico y el mérito de haber sido precursora del *Cosmos*, pues justamente aquí cabe recordar que la primera cita a pie de página que inserta Humboldt está dedicada a Bernardin de Saint Pierre y referida a la noción de paisaje –extraída de *Paul et Virginie*, la obra de filiación rousseauiana incluida en *Études* (GUERRERO, 1989, 23 y sigs.)– que inspiró a la Geografía moderna y al entendimiento romántico de naturaleza, hombre y paisaje.

## 5. TRANSCRIPCIÓN DEL MANUSCRITO<sup>2</sup>

[Pág. 1] *El interesante fenomeno de las mareas y corrientes maritimas ha sido por largo tiempo el objeto de investigaciones sin cuento y el motivo de acaloradas discusiones no precisamente sobre la existencia suya y de las circunstancias que le acompañan sino sobre la causa fisica o astronomica que a tan raro acaecimiento da lugar. Ha sucedido en la explicacion de este fenómeno lo que (la de) en otros muchos que se admiran ofrecidos por la naturaleza que el hombre preocupado por el sistema que una vez arrebató su admiracion y cautivo su assentimiento nada cree que pueda explicarse sino por la aplicacion de los principios adoptados por su escuela, y que son la profesion de fe de su secta filosofica. Nada pues es de extrañar que los Discipulos de Descartes hayan querido darnos razon de el recurriendo á la presion ejercida sobre la superficie de las aguas por la luna y el vortice que la conduce, y que los Newtonianos hayan apelado a la atraccion (operada) obrada por este satellite sobre la masa de aguas que forman nuestros mares. Estas dos explicaciones de un mismo [Pág. 2] fenomeno o estos dos sistemas*

2 En la transcripción que sigue se han respetado en su totalidad los caracteres, expresión, ortografía y sintaxis del original.

*antagonistas con los que todo se trata explicar y que dividiendo a los físicos en fracciones exclusivas han opuesto no pocos obstáculos al verdadero é ingenuo estudio de la naturaleza deben quedar en su lugar: ni se crea que yo ofreciendo otra explicación no tan conocida trato de rebajar el mérito de tantos sabios ilustres que aunque adictos en demasía a sus sistemas peculiares han contribuido no poco al adelantamiento de las ciencias físicas. Mi objeto pues al separarme en este punto de las ciencias filosóficas más recibidas no es otro que el dar a conocer una teoría de los movimientos más principales de la mar de la que se hace bien poco mérito en los escritores que de esto tratan y la que merece no obstante ser expuesta y estudiada por su originalidad por su brillantez y por los muchos fenómenos de que dá razón y que son casi inexplicables por las antiguas teorías.*

*Antes empero de entrar en la explicación ofrecida creo conveniente hacer algunas observaciones sugeridas por el estudio Geográfico de la posición de nuestros principales mares y muy particularmente del Océano Atlán [Pág. 3] tico cuyas corrientes y mareas nos son mucho más conocidas que las de otro alguno. (Yo reduzco á dos las corrientes generales del Océano las cuales son producidas en mi concepto por la fusión alternativa de los yelos de los polos, fusión que tiene á su vez por causa el movimiento alternativo del sol a uno y otro lado de la eclíptica, su proximidad al polo respectivo y la acción de sus rayos sobre el gran depósito de yelos que en cada polo existen acumulados por la falta de calor en el invierno anterior.) El Océano Atlántico reúne todos los caracteres de un canal fluviatil cuyas partes salientes y entrantes se corresponden entre sí como las orillas de un río. Esto puede notarse bien sobre un mapa: este canal en su trayecto va estrechándose hacia el N. y ensanchándose hacia el S. notándose también que la parte saliente del África corresponde exactamente á la gran parte entrante de la América en cuyo fondo está situado el golfo de México así como la costa más avanzada de la América meridional está colocada al frente del vasto golfo de Guinea.*

[Pág. 4] *A esto debe añadirse la sinuosidad de su origen en el polo N. alrededor del cual parece que gira en espiral, y su ancha y divergente desembocadura formada por el cabo de Horn y el de Buena Esperanza). Yo reduzco á dos las corrientes principales del Océano una y otra nacidas en mi concepto de la fusión alternativa de los yelos de uno y otro polo al paso que sobre ellos el sol dirige sus rayos separándose á uno y otro lado de la equinoccial y causando su verano respectivo. Hasta cierto punto puede decirse que los polos son el origen del mar como la sierras nevadas lo son de los ríos más principales. Observemos que los yelos y las nieves forman en el invierno sobre nuestro hemisferio una especie de cúpula ó casquete cuyo área tiene más de 2,000 leguas de extensión sobre los dos continentes y de un espesor de algunas líneas en España, de algunas pulgadas en Francia de muchos pies en Alemania de algunas toesas en Rusia y de centenares de pies pasado el grado 60 como*

los trozos sueltos que Henrique Ellis y otros viajeros encontraron en la mar en medio de nuestro estio, y de los que algunos segun Ellis tenían de [Pág. 5] 1,500 á 1,800 pies por cima de su nivel; por que su elevacion debe ir probablemente en aumento marchando acia el polo siguiendo las mismas proporciones observadas en las que coronan nuestras montañas nevadas y que debe darles bajo el polo mismo una altura que no se puede asignar. Esta simple observación nos induce á creer quan enorme sea el deposito de aguas fixadas por el frio invierno sobre nuestro hemisferio por cima del nivel del Oceano. y con esta creencia ciertamente se funda la teoria que atribuye a su fusion periodica el movimiento de nuestra mar y el de sus mareas. En efecto luego que el Sol pasado el equinoccio visita con sus rayos nuestro hemisferio y fomenta con su calor la fusion de las aguas fijadas por el frio; principia a desgajarse de este casquete inmenso de yelos una zona de trozos enormes tan altos por lo menos como un buque a la vela según la relacion de Ellis, Cook, Martens y otros acreditados viageros. De estos trozos ó cascos que se dirigen al equador á remplazar las aguas que en él se evaporan por la acción diaria y directa del sol se han [Pág. 6] encontrado algunos medio derretidos bien lejos ya del polo, en el grado 55. Hanse observado tambien trozos de estos que segun Denis antiguo governador del Canada descienden en el estio sobre el gran banco de Terranova, y son segun él mas altos que las torres de Nuestra Señora de Paris se les ve y se siente su frio desde 15 y 18 leguas. es a veces tanta la cantidad de ellos que desciende conducidos por el mismo viento que algunos navios los han encontrado ocupando un espacio de 150 leguas de longitud y aun mas, y que se les ha costado á toda vela por un dia ó dos con su noche y no se les ha hallado el fin. Estos yelos cuya existencia en el polo sur esta igualmente confirmada por la relacion de los mas experimentados marinos se funden lentamente al paso que caminan flotando acia la linea y encuentran aguas mas calientes ó el viento los impele acia las costas en cuyo caso se acelera extraordinariamente su fusion: su movimiento pues debe determinar una corriente del polo visitado por el Sol acia el equador, cuya corriente si es favorecida por la disposicion del canal por [Pág. 7] donde pasa como sucede en el Atlantico, debe darnos la razon de los principales movimientos de la mar y sobre todo de sus mareas. Consideremos ahora el curso de las efusiones polares producidas por la accion del sol sobre los yelos de los polos: cada año sale una corriente general de aquel que el sol calienta, y como el Sol los visita alternativamente siguese que hay dos corrientes generales opuestas que comunican á los mares sus movimientos de circulacion y producen ese periodismo en la direccion de las corrientes que se conoce en la Yndia con el nombre de monzon oriental y occidental, ó de invierno y de verano. Esto supuesto para conocer mejor la revolucion que acaece en la direccion de las aguas al acercarse el sol a nuestro tropico consideremos antes las efusiones del polo austral que suponemos estar en su estio. La corriente general que de él sale se divide en dos ramas: de estas una se dirige por el

canal Atlantico, y penetra hasta su extremidad septentrional cuando esta rama viene a pasar por entre la parte saliente del Africa y de la America como se halla forzada a pasar de un espacio mas ancho á otro mas estrecho [Pág. 8] produce necesariamente sobre las costas dos contracorrientes ó recodos que se dirigen en sentidos opuestos al la corriente principal. La una de estas contracorrientes va por el Este a lo largo de las costas de Guinea hasta el 4º grado S. siguiendo el testimonio del viagero Dampier. La otra parte del cabo de San Roque va a el S.O. lo largo de las costas de Brasil. Pero en medio del canal Atlantico y pasado ya el estrecho formado por los dos continentes la corriente de que hablamos se dirige acia el N. llegando hasta las extremidades septentrionales de la Europa y de la America trayendonos dos veces al dia á lo largo de nuestras costas las mareas del S. que son efusiones venideras de los dos costados del polo Austral. La rama que parte del polo S. se dirige al Oeste del cabo Horn se introduce en el Océano meridional produce en la Yndia el monzon del E. que alli acaece en nuestro invierno y despues de haber dado vuelta al globo por el Occidente viene al Oriente á reunirse por el cabo de Buena Esperanza á la corriente general que entra en el Atlantico. Seis meses despues es decir en nuestro estio, cuando hacia fines de marzo el sol [Pág. 9] pasando la linea abandona el polo austral y viene á calentar el septentrional las efusiones de aquel polo se detienen los yelos del nuestro comienzan á entrar en fusion, y las corrientes del Oceano cambian en todas las latitudes. La corriente general de los mares parte entonces de nuestro polo, y se divide como la del Austral en dos ramas. La primera de estas trae su nacimiento de Waigats, de la baia de Hudson y de otros golfos profundos poco conocidos aun al n. de la America que corren entonces en ciertos estrechos con la rapidéz de una esclusa y producen allí las mareas que vienen del N. del Oriente y el Occidente observadas con grande admiracion por Linschoten, Ellis y otros marinos acostumbrados á verlas venir siempre del S. sobre las costas de Europa. Esta corriente formada por la fusion de la mayor parte de las congelaciones del N de la América, Europa y Asia que tienen entonces cerca de 6,000 leguas de circunferencia desciende por el Atlantico pasa la linea y hallandose encerrada por el estrecho de Guinea y del Brasil forma sobre sus costas contracorrientes laterales que vuelven a subir acia el N. asi como las formadas seis meses antes por la corriente del polo [Pág. 10] Austral se revolvian acia el mediodía. Estas contracorrientes nos dan sobre las costas de Europa las mareas que parecen venir siempre directamente del S. aunque en realidad tengan su origen entonces en el septentrion. La rama que produce estas mareas se adelanta acia el S. pasado el estrecho que forman los dos continentes, dobla el cabo de Buena Esperanza, dirigese por el oriente y despues de haber circuido el globo enteramente por la mar del S. gana el cabo de Horn. vuelve á subir á lo largo de la costa del Brasil y produce una corriente alli que se termina en el cabo de San Roque, y que es opuesta a la corriente Principal que baja del N. El otro ramo de la corriente que desciende en estio

de nuestro polo al otro lado de nuestro hemisferio corre por el estrecho llamado del N. situado entre la extremidad mas oriental del Asia, y la mas Occidental de la America baja al mar del S. donde viene a reunirse á la primera rama que forma entonces como lo hemos visto el monzon occidental de esta mar. por otra parte este ramal que baja por el estrecho del N. recibe bastante menor cantidad de efusiones glaciales que el del Oceano Atlantico por que las baias profundas que son como la [Pág. 11] fuente de este Oceano, y su misma disposicion al rededor del polo en espiral contribuyen á que reciba mas desyielos y que sea mayor la corriente que por este canal desciende. De esta manera el Oceano recorre el globo dos veces en el año en espirales opuestas partiendo alternativamente de cada polo, y describiendo en cierto modo sobre la tierra la misma ruta que el sol en los cielos. Por esta teoria puedense aclarar muchos hechos bastante oscuros en los diarios de los viajeros. Frager, por ejemplo, dice que en el Brasil van las corrientes acia el mismo lado que el sol es decir hacia el N. cuando este corre bajo los signos septentrionales, y á hacia el S. cuando se halla en los meridionales.

No se puede ciertamente explicar este efecto versatil por la presion ó atraccion del sol y de la Luna entre los tropicos por que de ellos jamas pasan estos astros y es constante su direccion de Oriente á Occidente. Pero facilmente se da razon de este fenómeno por nuestros principios: cuando esta corriente del Brasil se dirige al sud en nuestro invierno no es otra cosa que la contracorriente opuesta á la principal que del polo austral se dirige al N.

Otro tanto sucede á la que baña las costas de [Pág. 12] Guinea que esta frente por frente y que corre siempre al Este aunque se halla precisamente en el mismo caso y (por que en nuestro invierno esta corriente del golfo de Guinea es la extremidad de la general del polo austral que ba al cabo de Buena Esperanza y se dirige al N. en esta estacion á lo largo de las costas de Africa desde el grado 30 de latitud S. hasta el 4° de la misma según Dampier) pero esta extremidad de la corriente general que se dirige al N. y que arranca entonces del 4° grado S. no entra en el golfo de Guinea á causa del mucho seno y circuito formado por estas costas: de suerte que esta parte solamente corre la mar siempre al E. según la observacion de todos los viajeros, y marinos que han costeadado el Africa.

Segun Dampier, es cierto que en todas las latitudes las corrientes cambian su curso á ciertas epocas del año. En las Yndias orientales corren del E. al O. una parte del año, y otra del O. al E. en estas costas la corriente va con los monzones vientos de donde ellas tomaron el nombre, y que son segun el su motor y agente principal. pero ya hemos visto explicada esta versatilidad periodica del mar de las Yndias [Pág. 13] por la diversa direccion que toman las corrientes segun el polo de que parten variacion que dependiendo de el movimiento del sol sobre la ecliptica que es periodico y regular necesariamente debe afectar el mismo periodismo, y regularidad teniendo siempre en cuenta

la diferente distancia a que se hallan los distintos puntos para apreciar debidamente el atraso ó adelanto respectivo que acaece en esta revolucion.

Desde luego se ve que de manera alguna pueden atribuirse los monzones del mar de la Yndia á influxo alguno directo ejercido sobre la masa de las aguas por el sol y la Luna entre los tropicos por que estos astros afectan siempre la misma direccion, y su accion es la misma en todo tiempo dentro de esta zona de la que jamas se separan: la explicacion pues de este periodismo que tan constantemente se arregla a el tiempo de los equinoccios debe buscarse en la fusion semiannual y alternativa de las congelaciones de los polos, y su versatilidad en la direccion en la proyeccion misma del continente del Asia.

El Oceano Atlantico tiene tambien como lo hemos observado dos corrientes semiannuals y alternativas que teniendo su origen en los polos se dirigen naturalmente del N. al S. y del S. al N desviandose sin embargo [Pág. 14] algun tanto del E. al O. y del O. al E. por la proseccion misma del canal que este mar forma. Los marinos no han supuesto en este canal sino una corriente perpetua que se dirige constante del medio dia al N. pero facilmente han podido ser inducidos en este error por el curso de las mareas que en efecto van acia el polo Artico á lo largo de nuestras costas y de las de Bahama, y sobre todo por nuestro sistema astronomico que atribuye todos los movimientos del mar á la accion de la luna entre los tropicos. No obstante pueden recogerse en muchos viajes maritimos y principalmente en los hechos por Cook alrededor del mundo multitud de hechos y observaciones nauticas que prueban que las corrientes del Atlantico son semiannuals y alternativas como la del gran golfo de la Yndia a pesar de que los mismos que las refieren preocupados en gran manera por el sistema del influjo lunar no han concluido otra cosa sino que eran irregulares y su causa inexplicable pero una sola prueba me bastara por su importancia y autenticidad, y bastante notable . . .

.....  
 por que coincide con una epoca gloriosa para la España . Tal es la observación hecha por Cristóbal Colón en su viaje a descubrir un nuevo mundo: luego que se dio a la vela en las Islas Canarias en los principios de Septiembre, se dirijio [Pág. 15] hacia el O. y hallo que las corrientes se encaminaban al N. E. en los primeros dias de su navegacion. Quando estubo a 2 o 300 leguas de tierra noto que se dirigian hacia el S. lo que consternó en gran manera a sus compañeros de viaje que creian que la mar era arrastrada por alli a un precipicio. En fin cerca ya de las Yslas Lucayas halló que las corrientes se dirigian otra vez al N. estas observaciones con todos sus detalles pueden verse en sus viages decritos por Herrera. La primera observación es de una contracorriente lateral que sube en nuestro verano acia el N. ó N.O. a lo largo de nuestras costas. La 2ª es observacion de la corriente general que baja en esta estacion de nuestro polo por el centro de el canal Atlantico: y la 3ª es la observación de la contracorriente que asciende hacia el N. bañando las costas

*del alto Brasil el golfo de Mexico y las Antillas y las playas orientales de la America Septentrional.*

*Ultimamente para no omitir nada sobre un objeto tan esencial á la navegacion y al estudio de la naturaleza referire otro hecho bastante interesante por que esta ligado con uno de los acontecimientos mas celebres en la historia marítima y naval de Europa. tal es la observación hecha por Souchú de [Pág. 16] Rennfort al salir de las Azores el 20 de junio de 1666 dando la vuelta á Europa. desde el grado 40 al 43 se veían, dice, mastiles rotos cordajes, quillas, pavellones que le hicieron creer que habia su[frido] un espantoso destroz: el choque de estas piezas sueltas y flotantes se noto en la proa de la Virgen de Buen Puerto, navio viejo, podrido y expuesto á abrirse se supo despues que estos despojos probenian de el combate naval que se habia dado entre franceses, y Holandeses por una parte é Yngleses por la otra., Efectivamente estos restos flotantes en un espacio de 75 leguas venian de 12 millas ál N.O. de Ostende donde se dio el terrible combate, y habian sido conducidos hasta las Azores: assi las corrientes del N. los habian acarreado en 9 dias á mas de 345 leguas al S. porque la corriente del polo N y no el viento que sugiere Renefort era entonces de N.E. pudo hacer les caminar tan largo trecho: La atraccion de la luna que siempre camina de O. á Occidente no puede aplicarse de manera alguna á el curso del mar de las Yndias que fluye al Oriente seis meses y seis al Occidente ni al curso del Océano Atlantico que corre medio año acia el N. y otro medio acia el S. Por el contrario la accion del Sol dirigida alternativamente alrededor de cada polo [Pág. 17] cubierto de un mar de yelo de cinco o 6,000 leguas en su invierno y de 2 ó 3000 en su estio se acuerda perfectamente con la corriente semiannual y alternativa que descende de este polo puesto en fusion á su opuesto segun la dirección de los continentes y de los archipiélagos que favorecen mas ó menos estas direcciones primitivas pero siempre formando canales cuya proyeccion coincide proximamente con dichas direcciones.*

*Por que debemos tambien tomar en consideracion esta observacion que es muy facil hacer a todo el que conozca medianamente un mapamundi. En este puede notarse que el corte del Oceano atlantico va estrechamente hacia el N. y ensachandose acia el S. y que la parte saliente del Africa corresponde á la gran parte reentrante de la America en cuyo fondo esta situado el golfo de Mexico asi como la parte mas avanzada de la America meridional corresponde al vasto golfo de Guinea: de suerte que el fondo de esta mar tiene en su configuracion las proporciones, sinuosidades, origen, y desembocadura de un verdadero canal fluvial que arranca en el polo y se desagua en el Oceano Meridional por el cabo de Horn y de Buena Esperanza.*

*Aunque el mar del S. no parece presentar algun canal al curso de las efluencias polares por la gran divergencia de la America y del Asia, se puede sin embargo entrever uno formado por la proyeccion de sus archipiélagos que*

están en correspondencia [Pág. 18] con los dos continentes. Considerando sobre un globo el polo S. á vista de pájaro se descubre una cadena de archipiélagos dispersos en línea espiral que llega hasta el hemisferio N. y que indica del mismo modo la corriente del mar del S. Así como decía anteriormente el curso de los mares de un polo á otro se realiza en espiral al rededor del globo como el del Sol del uno al otro trópico.

Pero pasemos ya á hablar de las mareas que son también una consecuencia de esta teoría y entran en la explicación de las corrientes generales con la diferencia de que así como estas son el resultado del influxo que el sol ejerce sobre un hemisferio durante medio año, aquellas deben su nacimiento á la influencia del mismo ejercida por medio día. En el emisferio septentrional la posición de los dos continentes formados por la América al O. y la Europa, y Asia al E. reduce también las vertientes. del polo Ártico á dos canales uno entre el Asia y la América que se llama estrecho del N. y otro que ya conocemos que se llama el Atlántico. Estos dos canales que podremos llamar oriental, y occidental son visitados por el sol dos veces en un día por consiguiente las mareas que son efluencias originadas por la [Pág. 19] presencia del sol deben ser dos al día, y esto es justamente lo que se observa en nuestras costas. La marea pues no es otra cosa que una ola que arranca en el polo y se desagua alternativamente por uno y otro canal y sigue exactamente el mismo rumbo que hemos trazado á las corrientes generales cuando esta onda que marcha en una espiral hacia la línea con una velocidad retardada encuentra en su travesía una costa cualquiera hace subir sus aguas y avanzar terreno adentro causando lo que se llama el flujo ó alta marea pero cuando pasado el maximum del ascenso que se verifica al llegar las aguas que pertenecen al centro ó partes más alta de la onda, las aguas retroceden avanzando el suelo que ganaron se verifica lo que llaman el reflujó ó baxa marea. Esto que hemos visto que acontece en las playas que reciben mareas directas como las nuestras en invierno es preciso que se verifique por medio de una contracorriente en sentido opuesto luego que sobreviene la revolución de las corrientes generales pasado el equinoccio: por eso nuestras mareas de verano vienen indirectamente del N. aunque siempre aparentan venir del S.: una de las pruebas más decisivas de lo luminosa que es esta teoría, y de lo insuficiente que es la común ó [Pág. 20] astronómica se funda en la diferencia de la altura á que las mareas suben en los diversos países donde se han podido recojer observaciones. Yo solo hablare de las mareas del N. las del cabo de Horn. y las del mar del S. ó de la Yndia. Las mareas del círculo polar ártico no vienen de la línea como debe suponerse en las teorías astronómicas de Neuton, y de los Cartesianos, sino que vienen del polo mismo. Federico Martens en su viage á Spitzberg en 1674 llegó hasta el grado 81 y noto según afirma terminantemente que las mareas y corrientes se dirijian á la línea. Henrique Ellis observó con admiración en su viage á la baía de Hudson en 1746 y 47 que las mareas venían allí del polo, y que se adelantaban de su vuelta diaria á medida que el ganaba en latitud, cuyo

efecto atribuía él á una pretendida comunicación de dicha baía con el mar del S. comunicacion que buscaba con ardor y que era el objeto de su viaje. Ellis observó aun que el curso de estas mareas septentrionales de la America era tan violento en el estrecho de Wager á 55°, 37' que hacia de 8 á 10 leguas por hora. Yguales cosas noto L'inschoten hallandose en el estrecho de Wegats por donde las aguas se precipitaban acia el S. como podrían [Pág. 21] correr por la exclusa de un molino, y con la circunstancia particular de hallarse medio dulces sin duda por proceder de un deshielo todavia reciente: de la relacion de estos viageros y otros muchos que podría citarse deduce que las mareas tumultuosas y elevadas del circulo polar no tienen su origen entre los tropicos sino en el polo mismo de donde las hace nacer el Sol pasando todos los días por cada meridiano. Las mareas que se prueban en el cabo de Horn son por la misma razon de la altura de 20 á 25 pies según Narbrough, así como las que se sienten en el estrecho de Magallanes, tierra del fuego y toda la punta de la America meridional que avanza acia el S. y recibe inmediatamente las efusiones directas de este polo, y si á esto se agrega que sobre esta punta giran las corrientes principales en sentidos opuestos cada medio año se conozera el por que solo en ciertos tiempos periodicos y determinados puede doblarse este cabo con seguridad segun han observado multitud de viageros. Expliquemos ahora por los mismos principios por que las mareas del mar del S. no se parecen á las del mar atlantico. El polo S. [Pág. 22] no tiene como el polo norte el doble continente que separa en dos canales las afluencias que el Sol hace correr cada día de sus yielos: por consiguiente no hay en el algun canal en el que estas efusiones diarias sean retardadas: así estas corren directamente por el vasto mar del S. formando sobre la mitad de este polo una serie de ondas divergentes que le dan la vuelta en 24 horas como los rayos del Sol: cuando una de estas ondas encuentra una isla le da una marea de 12 horas es decir del mismo tiempo que el Sol emplea en calentar la mitad del casco glacial por donde pasa el meridiano de esta isla: tales son las mareas de las islas de Taiti de Massafuero, de la Nueva Holanda de la Nueva Bretaña etcetera. las cuales son regulares y exactamente ajustadas á el curso de el Sol. Pero este orden de mareas no es el mismo en la parte Septentrional del mar del S.: en esta parte opuesta á nuestro hemisferio los dos continentes comienzan á acercarse acia el N. y se derraman alternativamente en el canal que los separa las dos efusiones semidiarias de su polo lo que produce ya dos mareas al dia como en el mar Atlantico.

No me es dado el extenderme mas en establecer por hechos simples claros y numerosos la poca concordancia de las mareas en la mayor parte de los mares con la atracción [Pág. 23] ejercida por la luna en el ecuador y por el contrario su exacta conformidad con la accion del sol sobre los yielos de los polos: esta atraccion de la luna sobre las aguas del Oceano esta contradicha por la inercia de las de los mediterraneos y lagos que no tienen jamas movimiento alguno cuando este satellite pasa por sus meridianos y aun por su zenit. por

*el contrario la accion del calor del sol que hace salir de los yelos de los polos las corrientes y mareas del Oceano esta verificada por su visible influencia sobre las montañas nevadas de donde salen en estio corrientes y fluxos que producen verdaderas mareas en los lagos que estan a su pie como se ve en el Lago de Ginebra situado a la falda de los Alpes Retianos: de esta manera las mareas son como los lagos del globo y los polos como los Alpes.*

*Tampoco es facil aplicar esta accion de la Luna a las dos mareas de 6 horas ó semidiarias de el mar Atlantico, por que este astro no pasa sino una vez al día sobre su zenit, ni á la marea de 12 horas ó diaria del mar del S. por que pasa cada dia por el zenit y nadir de este vasto mar, ni á las mareas tanto semidiarias como diarias de la parte septentrional de este mismo mar: ni á [Pág. 24] aquellas otras que en unos puntos crecen en el plenilunio y novilunio, y en otros muchos dias despues: que aumentan en una parte en las cuadraturas y en otra disminuyen: ni á su igualdad constante en otros lugares ni á la direccion de aquellas que van acia la linea ni a su altura que aumenta junto á los polos, y se disminuye bajo la zona misma de la atraccion lunar esto es en el ecuador. Por el contrario la accion de el calor del Sol sobre los polos del mundo explica perfectamente la extraordinaria altura de la pleamar del circulo polar, y su casi insignificante elevacion de 4 á 5 pies cerca del equador: su divergencia del polo de donde corren, y su concordancia perfecta con los continentes de donde descienden; siendo dobles en 24 horas cuando el hemisferio que las derrama ó las recibe esta separado en dos continentes: dobles y desiguales cuando la separación de ellos es desigual: simples, y unicas cuando no hay sino un solo continente que las flanquee en su descenso o no no hay absolutamente alguno. Pero continuemos observando como nuestra teoria va correspondiendo á la explicacion que cada fenomeno exige se ve por exemplo por que las mareas de nuestros mares son mayores en estio por la tarde que por la mañana, por que [Pág. 25] el Sol obra con mas fuerzas sobre los yelos de el polo que estan bajo nuestro meridiano durante el dia que mientras la noche; y este efecto se parece á la internitencia de ciertas fuentes que corren de montes coronados de nieves y fluyen mas por la tarde que durante la mañana. Tambien se explica por que nuestras mareas de la mañana son en invierno mas fuertes que las de la tarde; y por que el orden de las mareas cambia al cabo de 6 meses siguiendo la observación de Bouguer puesto que estando el sol entonces acia el hemisferio S. los efectos deben ser opuestos como las causas que los producen. Mas aun: en los solsticios acontecen las mareas mas bajas del año: estos son tambien los tiempos en que hay mas yelos en los dos polos y por consiguiente menos aguas en la mar. Y la razon es por que el solsticio de invierno es con respecto á nosotros el tiempo de mayor frio y hay por consiguiente sobre nuestro polo y sobre nuestro hemisferio el mayor volumen de yielo posible: es verdad que entonces es el solsticio de verano para el hemisferio S. pero en el hay pocos yelos fundidos todavia por que la accion del mayor calor no se de [Pág. 26] ja sentir; en nuestros paises sino cuando la*

tierra tiene un calor adquirido junto á el calor actual del Sol lo que no sucede sino en las seis semanas despues del solsticio de estio que nos dan en nuestro verano los días mas calurosos del año y que llamamos días caniculares. En los equinoccios por el contrario suceden las mareas mas altas: este es tambien el tiempo en que hay menos hielos sobre los polos, y por consecuencia el mayor volumen de agua en los mares: en el equinoccio de setiembre la mayor parte de las congelaciones de nuestro polo que ha soportado todos los ardores de el estio estan derretidas y las del polo S. comienzan a fundirse. Es tambien digno de notarse que las mareas del equinoccio de Marzo son mas considerables que las del de Setiembre por que aquel equinozio se verifica acia el fin del estio del polo S. que tiene muchos mas yielos que el nuestro y que da por lo tanto ál Oceano un volumen mayor de aguas.

Tambien se explica muy bien por estos principios el retardo en  $\frac{3}{4}$  hora de las mareas de un dia á otro: por que este parece reglado por lo diferentes diametros del casco glacial del polo cuyos bordes derretidos por el sol se disminuyen y se alejan de nosotros cada dia, y [Pág. 27] cuyas efusiones deben por lo tanto emplear mas tiempo en venir á la linea y volver de la linea a nuestras playas. No es preciso creer que cada marea sea una efusion polar del mismo día, sino un efecto de esa serie de efusiones que se suceden perpetuamente de suertes que la marea que sucede hoy sobre nuestras costas ha salido del polo acaso 6 semanas antes y su movimiento es entretenido por las que vienen en pos. De esta manera se verifica que las mareas de la tarde y de la mañana llegan á nuestras costas como si partieran aquel mismo dia de la parte superior, é inferior de nuestro hemisferio, y que las de estio son precisamente opuestas a las de invierno como lo son los mismos polos de donde corren.

Yo debo concluir advirtiendo que esta teoria que es sin duda muy nueva, y que reune á la naturalidad que se puede desear no poca verisimilitud por lo sencilla no es mia ni podria serlo atendida mi escasez de conocimientos en esta materia, y la falta de datos geograficos astronomicos y aun nauticos absolutamente necesarios para su formacion y de que yo como es claro debo carecer; yo no he hecho otra cosa que extractarla de la obra que a fines del siglo pasado escribio Bernardino Saint-Pierre con el titulo estudios de la naturaleza [Pág. 28] reunir bajo un punto de vista gran parte de los materiales que he podido hallar dispersos en dicha obra por que el dar cabida á otros muchos que de ella pueden tomarse no hubiera sido muy facil sin ser sumamente extenso. Este trabajo pues tal como he podido concluirle con no pocos defectos especialmente en su redaccion lo ofrezco al examen juicioso de la Academia

(rúbrica)

Jose Rey

Memoria sobre las mareas y corrientes marítimas leyda á la Academia en  
Diciembre de 1842.

## REFERENCIAS

- CAPEL SÁEZ, H. (1988): *Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea*. Barcanova Eds., Barcelona, 509 págs.
- ESCRIBANO BENITO, J.J. (1998): “El imaginarismo según Rey Heredia”. LLULL, vol. 21. Págs. 653-675.
- GALINDO, S. (2012): “Entre vórtices cartesianos y gravitación newtoniana: la Cosmología de Andrés de Guevara y Basoasabal S.J. (1748-1801)”. *Revista Mexicana de Física*, nº 58. Págs. 133-149.
- GÓMEZ MENDOZA, J., MUÑOZ JIMÉNEZ, J. y ORTEGA CANTERO, N. (1982): *El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y antología de textos*. Alianza Universidad, Madrid, 530 págs.
- HUMBOLDT, A. (1851-52): *Cosmos ó ensayo de una descripción física del mundo*. Establecimiento Tipográfico de D. Ramón Rodríguez de Rivera, Ed., Madrid, 2 vols., 386 y 472 págs.
- MARTÍNEZ MARTIN, L. (1975): *Teoría sobre las mareas según un manuscrito árabe*. Real Academia de Buenas Letras, Barcelona, 75 págs.
- MUNK, W. (1978): “La circulación de los océanos”. En SCIENTIFIC AMERICAN.- *Oceanografía*. Ed. Blume, Madrid, 476 págs. Págs. 69-74.
- ORDÓÑEZ, J.; NAVARRO, V. y SÁNCHEZ RON, J. M. (2007): *Historia de la ciencia*. Ed. Espasa Calpe, Madrid, 751 págs.
- PERIAÑEZ, R. (2010): *Fundamentos de oceanografía dinámica*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Sevilla, Sevilla, 282 págs.
- RAMÍREZ DE ARELLANO, R. (1921-23): *Ensayo de un catálogo biográfico de escritores de la provincia y diócesis de Córdoba con descripción de sus obras*. Tipografía de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, Madrid, s.n.
- RAMÍREZ DE ARELLANO Y GUTIÉRREZ, T. (1985): *Paseos por Córdoba ó sean Apuntes para su Historia*. 6ª ed., Librería Luque y Editorial Everest, León, 618 págs. Págs. 547-550.
- ROCHA HERRERA, L. (2004): “Descartes y el significado de la filosofía mecanicista”. *Revista Digital Universitaria*, [www.revista.unam.mx/vol5/num3/art19/mar\\_art19/pdf](http://www.revista.unam.mx/vol5/num3/art19/mar_art19/pdf) Vol. 5, 3, 16 págs.
- ROSON PORTO, G. y VARELA, R.A. (2002): *Manual de oceanografía física descriptiva*. Servicio de Publicaciones de la Universidad. Vigo, 158 págs.
- SAINT PIERRE, J.B.H. de (1792): *Études de la Nature*. De L'Imprimerie de Didot. Nouvelle édition, Revue, corrigée & augmentée. París, VII Vols. I, LXXX+265 págs., V, 288 págs.

- GUERRERO, M<sup>a</sup>. L. (1989): "Introducción", en SAINT PIERRE , J.B.H. de *Pablo y Virginia*. Eds. Cátedra, Madrid, 165 págs. Págs. 7-47.
- SÁNCHEZ RON, J.M. (2001): *El jardín de Newton. La ciencia a través de su historia*. Ed. Crítica, Barcelona, 285 págs.
- SCHOTT, G. (1930): *Oceanografía física*. Ed. Labor, Barcelona, 184 págs. + ilustraciones.
- SOLÍS, C. y SELLÉS, M. (2005): *Historia de la ciencia*. Ed. Espasa Calpe, Madrid, 1191 págs.
- VALLE BUENESTADO, B. (2005): "Proemio". En HUMBOLDT, A. *Cosmos ó ensayo de una descripción física del mundo*. Edición facsímil. Servicio de Publicaciones de las Universidades de Córdoba, Almería, Granada, Huelva y Jaén. Córdoba, 2 Vols., 387 y 472 págs. Págs. 11-38.
- VICTORIA, G. (Excmo. Sr. D.). (1825): *Derrotero de las Islas Antillas, de las costas de tierra firme y de las del seno mexicano, corregido y aumentado y con un apéndice sobre las corrientes del Océano Atlántico*. México, 599 págs.