

Astronomía y Navegación a bordo del H.M.S. Beagle

© Amelia C. Ramírez 1999
aramirez@agatha.iagusp.usp.br

RESUMEN

El viaje de Darwin en el H.M.S Beagle, comandado por el Capitán Robert FitzRoy, fue posible gracias al uso de la astronomía náutica. A su vez esta travesía, en tierras y mares poco explorados, permitió recolectar información valiosa en esa área de astronomía, así como en otras áreas de las ciencias físicas.

ABSTRACT

Darwin's travel on board the H.M.S. Beagle, with Robert FitzRoy as the Captain, was possible thanks to the use of astronomical astronomy. The long trip, over un explored lands and seas, allowed the mission to collect valuable information on this area of astronomy, as also on other areas of the physical sciences.

En el último capítulo del libro "Diario de Investigaciones: Viaje en el Beagle", Darwin menciona algunas de las visiones que quedaron fuertemente grabadas en su mente, como por ejemplo las planicies desoladas de la Patagonia. Imágenes que estaban fijas en su mente, aún después de tres años desde su viaje en el H.M.S Beagle. Entre estas visiones Darwin recuerda la belleza del cielo del hemisferio Sur, el cual es impresionante cuando se lo observa estando en medio del océano, donde el horizonte es mar en los cuatro puntos cardinales y las estrellas llenan la mitad de la esfera celeste, que se centra en quien la mira. Sin embargo, no podemos olvidar que Darwin,

estando en plena mar, debe haber mirado hacia el cielo sólo contada veces, porque sufría de constantes mareos y la mayor parte del tiempo estuvo recluido en su minúsculo camarote. Alguien que si observó el firmamento todos los días, mientras el H.M.S. Beagle navegaba, era el Capitán a cargo Robert FitzRoy. Quien, como todo navegante en esa época, no sólo debía hacerlo por curiosidad sino por razones estrictamente indispensables para obtener la ubicación del barco y conseguir llegar a su destino.

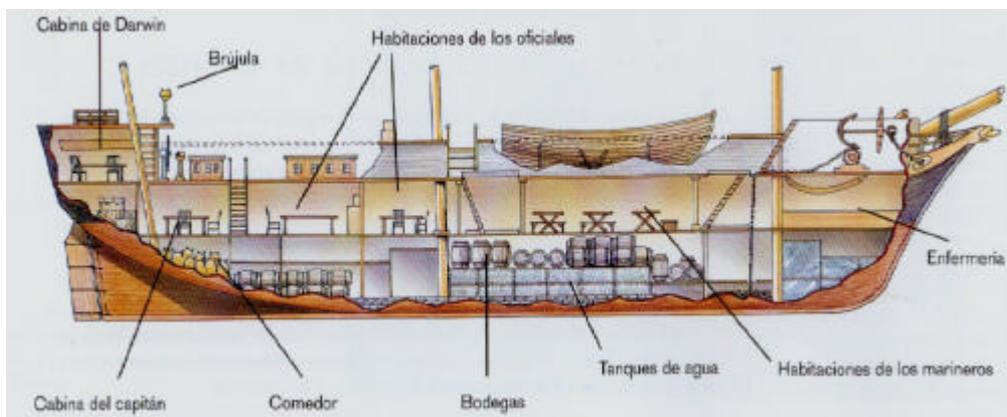


Figura1: Corte transversal del Beagle

El navegante y las estrellas

Efectivamente, FitzRoy necesitaba determinar la posición del H.M.S. Beagle a cada instante, lo cual requiere conocimiento de instrumentos, de cómo ajustarlos y sobre todo de cómo calibrarlos a partir de observación de objetos tanto terrestres como celestes (faros costeros, la luna, el sol, las estrellas). A mediados del s. XIX, y por los lugares en que viajó el H.M.S. Beagle, habían muy pocos objetos terrestres para guiarse. Por lo tanto, la navegación estaba principalmente basada en la observación de cuerpos celestes.

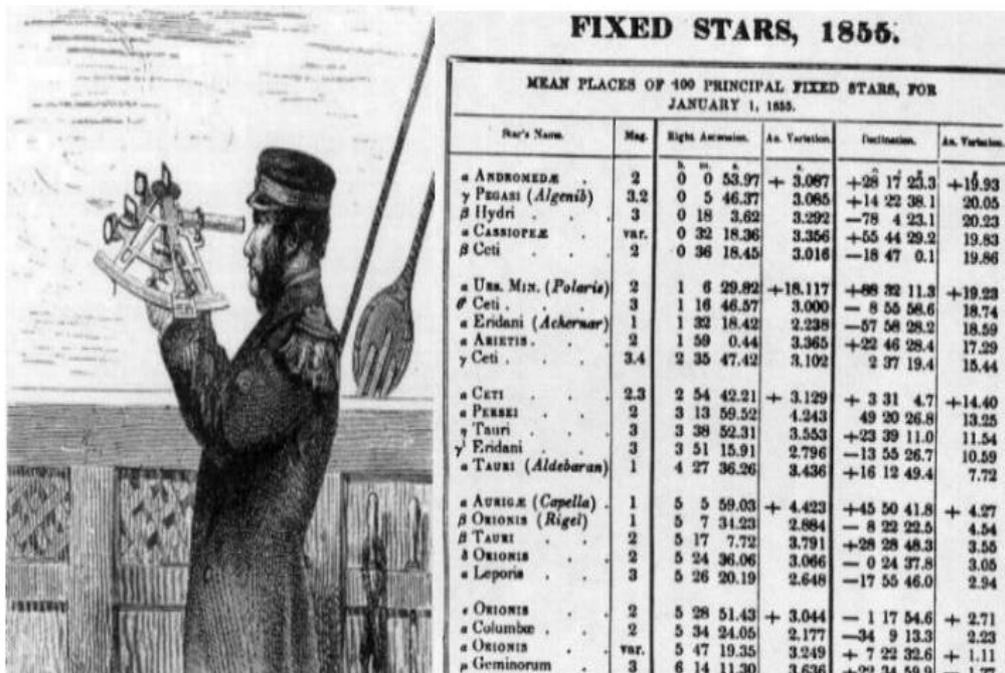


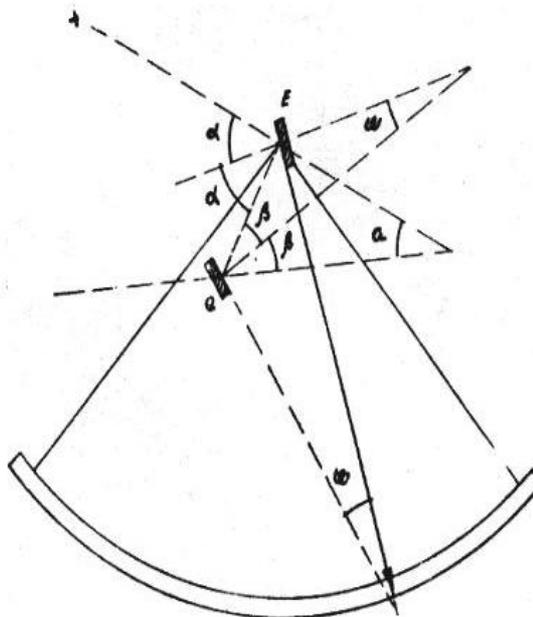
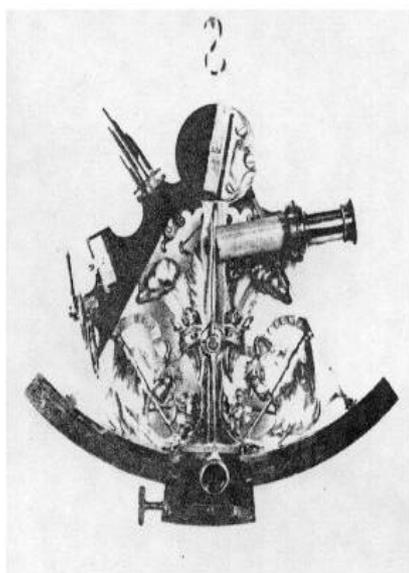
Figura 2: Sextante usado por los navegantes para establecer su posición correcta usando los astros como referencia en base a Tablas estelares fijas (ver tabla).

Para guiarse, FitzRoy debió medir la posición de algunas de las aproximadamente 60 estrellas más brillantes ubicadas en las 50 constelaciones, que son usadas para propósitos de navegación, de entre las 88 constelaciones actualmente definidas. Los nombres de las constelaciones del sur, principalmente porque fueron observadas por navegantes en el s. XIX, corresponden a objetos más modernos (como compás, telescopio, etc.), a diferencia del hemisferio norte que en su mayoría corresponden a leyendas y mitos antiguos (como Perseo, Andrómeda, etc.). Fue sólo en 1928 que hubo un acuerdo internacional para fijar los nombres y los bordes de todas las constelaciones. Es necesario recordar que las constelaciones son agrupaciones artificiales de estrellas que físicamente están a diferentes distancias unas de otras y lo que se observa en realidad son sus proyecciones en la esfera celeste.

En la práctica, además de identificar estrellas, se requiere que el navegante determine el tiempo cuando un cierto fenómeno astronómico ocurre. Por ejemplo, el tiempo de pasada de un cuerpo cuando sale o se pone en el horizonte, o cuando éste llega al cenit. Para medir el tiempo FitzRoy

disponía de cronómetros y relojes de poca precisión, que junto a las incertezas que se producen al tener que mirar el objeto y el reloj simultáneamente, implicaban en errores que van de 0.5 a 1 segundo. Sin embargo, con ese tipo de incertezas la astronomía náutica, el área de astronomía que maneja estos asuntos, era y es capaz de dar resultados aceptables para la navegación.

Comparando ángulos



Principio de la teoría del sextante

Figura 3: Izquierda Sextante de metal blanco y flor de lis de plata construido por Janet Taylor. Derecha principio teórico trigonométrico del uso del Sextante.

Los movimientos de los cuerpos celestes proyectados en el firmamento, o esfera celeste, también se pueden considerar como una medición de tiempo. En efecto, el tiempo de rotación de la esfera celeste es aproximadamente uniforme, un giro en 24 horas. Así, la duración de una parte de giro puede ser evaluado por el ángulo de rotación o por el correspondiente arco del ecuador (ángulo horario). Entonces la medida cuantitativa de tiempo se reduce a medir una cantidad física totalmente diferente, el ángulo (o el arco) de rotación de la esfera celeste. Por ejemplo, una estrella en el ecuador cruza todo el cielo, de horizonte a horizonte, recorriendo un ángulo de 180

grados y lo hace en 12 horas. Actualmente, esta medición de ángulo convertido en horas puede calibrarse gracias a un sistema internacional, definido a partir del meridiano de Greenwich, tiempo universal (UT). Con este sistema, por ejemplo, se puede usar una estrella que pasa por el cenit como referencia de tiempo. Para esto basta conocer a qué hora UT esa misma estrella cruzó el meridiano de Greenwich y conocer el meridiano en que uno está, así calibrar su hora local (UT local). Pero más interesante es que también puede usarse en el sentido inverso, sabiendo la hora UT a la cual la estrella estaba en el cenit de Greenwich y sabiendo la hora en la cual esa misma estrella está en el cenit local (UT local) se puede inferir el meridiano en el cual uno está parado. Esta última característica es de suma utilidad en la astronomía náutica.

*Lamentablemente, la convención del meridiano de Greenwich y del llamado Tiempo Universal a partir de husos horarios, fue definida sólo a fines del s. XIX, más precisamente en 1884 en un congreso astronómico mundial. Por lo tanto, el Capitán FitzRoy no tenía este sistema de referencia, necesitando ajustar sus relojes con respecto a lugares donde las mediciones de espacio y de tiempo estuviesen bien calibradas. Estos puntos eran los pocos observatorios astronómicos en el hemisferio sur y algunos puertos.

Los observatorios más conocidos estaban ubicados en el Cabo de Buena Esperanza, en Paramatta (Polinesia), y en la famosa isla de Sta. Helena. En estos observatorios, así como en muchos de los observatorios europeos de la época, ya tenían como parte de sus actividades diarias la medición de eclipses, ocultaciones, distancias lunares, y culminaciones de varios cuerpos celestes (punto más alto en su camino a través de la esfera celeste). Hasta las eclipses de los satélites de Júpiter (tercero y cuarto) podían ser observadas desde el mar y comparadas con los datos de los observatorios. Puesto que tanto la inmersión como la emersión por detrás y por delante del planeta podían verse, y esto no era afectado por las diferencias entre los instrumentos usados, como por ejemplo la luneta de FitzRoy y los telescopios mayores de los observatorios. Gracias a los datos registrados día a día en los observatorios no fue difícil encontrar observaciones en común a las que el Capitán FitzRoy hizo a lo largo del viaje. En general, la comparación entre estas dos fuentes de datos, junto a la obtenida por cada navegante, permitió actualizar longitudes y latitudes de todos los lugares visitados.

Midiendo en plena mar



Figura 4: Camarote del guardiamarinas del Beagle pintura de Augustus Earle. A: Sextante.

Las demandas impuestas sobre las observaciones de cuerpos celestes en navegación son algo diferente de aquellas relacionadas a la observación en tierra. Esto es, las observaciones tienen que hacerse rápidamente y con suficiente precisión desde el escritorio de un barco en movimiento, los cálculos deben ser simples y rápidos para que una sola persona los pueda hacer. Estos requerimientos llevaron a la construcción de instrumentos especializados, con métodos de uso y manuales que difieren considerablemente de aquellos usados en tierra firme.

Para medir los ángulos entre objetos, como los ángulos entre estrellas, entre el horizonte y la estrella, entre la luna y la estrella, etc., aún actualmente, se necesita de instrumentos que están hechos para ser operados con una sola mano sin necesitar de una montura fija y estable. Estas condiciones de simpleza en su uso se obtienen de un sistema óptico consistente de dos espejos o prismas. Girando uno de los espejos el observador puede ver a la vez los dos objetos entre los cuales se quiere medir el ángulo, la posición del ángulo

formado por los dos espejos nos da la magnitud del ángulo buscado. Este sistema fue incorporado en el s. XVIII en un instrumento llamado sextante. La mayor desventaja del sextante es la restricción en el ángulo a ser medido (120 a 140 grados) y la poca precisión de las medidas.

A modo de referencia, y como una primera aproximación, se pueden medir ángulos de una manera muy simple, sólo necesitando unidades naturales de referencia. Estas pueden ser, por ejemplo, el diámetro de la Luna, que tiene aproximadamente 0.5 grados. También podemos considerar la separación entre estrellas muy conocidas, como las estrellas de la Cruz del Sur, que están separadas por alrededor de 3 y 5 grados, cuando consideramos las estrellas que forman el asta mayor y menor, respectivamente. Otra referencia natural de ángulo puede ser el largo total de la constelación de la Osa Mayor, aquella que forma una especie de cacerola, la cual abarca 25 grados. En el caso de estar de día y sin Luna puede usarse la distancia angular de una mano. Estando con el brazo extendido se tiene que el ángulo total de la mano abierta, desde la punta del dedo pequeño hasta la punta del dedo pulgar, son 20 grados. Y estando con la mano empuñada el ángulo entre los nudillos del índice y del dedo meñique es de 8 grados, en tanto que el ángulo entre los nudillos del dedo índice y del dedo medio es de sólo 3 grados. Actualmente, las altitudes por sobre el horizonte visible de los objetos celestes, así como los ángulos entre objetos, son medidos con los llamados sextantes marinos y con sextantes de radio, que aparecieron a principio de los años 50. Este último instrumento permite medir la altitud de un objeto por medio de su emisión en ondas de radio.

Construyendo mapas

Volviendo a los años en que el H.M.S. Beagle navegó con Darwin a bordo, 1832-36, debe recordarse que los mapas terrestres estaban aun en construcción. La definición de longitudes y latitudes era todavía una cuestión de disputa entre los famosos navegantes, y sus mediciones estaban en conflicto, principalmente por la imprecisión de sus instrumentos. La mayoría de las incertezas correspondían a la longitudes de las islas y puertos del continente Sudamericano. El asunto era aún más conflictivo en las costas del Pacífico que en las del Atlántico. Por ejemplo, las rutas entre el puerto de Valparaíso en Chile y la salida oeste del Estrecho del Beagle sólo habían sido revisada parcialmente, y el único conocimiento general que se tenía de la zona venía de los mapas españoles, los cuales parecían, con excepción de ciertos puertos, haber sido medidos a través de un simple vistazo de la costa. Había

mucho de este tipo de descripción, incompleta en datos de navegación, por los cuales FitzRoy debía basarse. Por eso era importante cualquier medición que se hiciera en esas zonas.

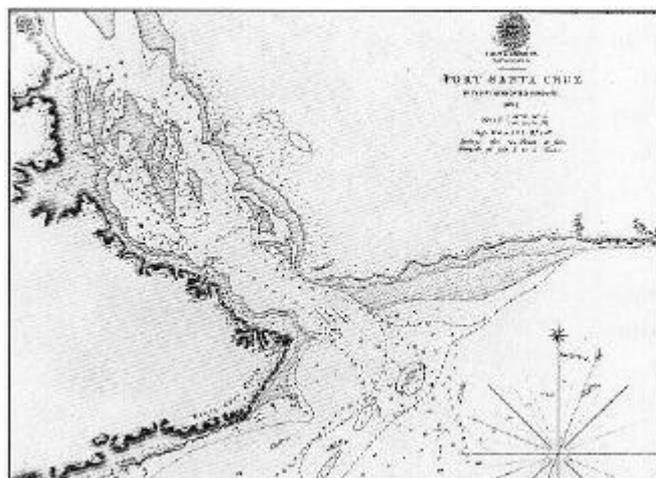


Figura 5: Levantamiento hidrográfico del estuario del río Santa Cruz (Argentina).

Entre las tareas que la Comisión Ejecutiva de la Oficina de los Lords del Almirantazgo Mayor del Reino Británico de Gran Bretaña e Irlanda encomendó al Capitán FitzRoy estaba la medición de longitudes de varios lugares claves, para comparar con las pocas medidas que se tenían. También se le encargó la ubicación mas precisa de bancos de arena y arrecifes de coral, para advertir a las futuras embarcaciones y evitar el encuentro con estas grandes estructuras debido a un mapa sin detalles. Por ejemplo, existía una diferencia considerable en la determinación de la longitud de Río de Janeiro de los capitanes King, Beechey y Foster por un lado y Capitán W.F. Owen, Baron Roussin y los astrónomos portugueses por el otro. Decidir entre esas medidas en conflicto, hechas por navegantes prestigiosos, era un asunto de suma importancia para la navegación inglesa. Principalmente, porque todas las distancias meridianas en Sudamérica estaban medidas a partir de este punto.

Antes del H.M.S. Beagle, pocas embarcaciones inglesas, tanto públicas como privadas, habían partido con tan buena cantidad y calidad de cronómetros, como los 22 cronómetros en posesión del Capitán FitzRoy. Instrumentación que estaba a cargo de George James Stebbing, un fabricante y especialista de instrumentos que formaba parte de la tripulación.

Efectivamente, para lograr buenas medidas se requería medir y ajustar los cronómetros en tiempos razonablemente cortos y bajo condiciones de cambios de temperatura gradual. Sin embargo, la mayoría de los viajes largos eran afectados por bruscos cambios de calor y frío, y ese era el principal motivo de las diferencias entre los datos medidos por los varios prestigiosos navegantes. Por esta causa FitzRoy recibió recomendaciones de cruzar el Atlántico haciendo varias paradas, pues así sería posible detectar los cambios sufridos por todos los cronómetros.

Con las recomendaciones en mente, el viaje a Río de Janeiro se dividió en cuatro etapas. Partiendo con las mediciones en Puerto Madeira (la posición exacta desde la cual se habían registrado todas las partidas anteriores). Continuando por Tenerife hasta Puerto Praya en las islas de Cabo Verde, para verificar las mediciones del Capitán Owen, que comenzaban a variar con respecto a las otras mediciones a partir de ese punto. De Cabo Verde se partió lo más recto posible hasta Fernando Noronha, en Brasil, una isla que está a un tercio del viaje y punto de conflicto con las medidas del Comandante Foster. Finalmente, el H.M.S. Beagle debía dirigirse a Río de Janeiro y continuar hasta Montevideo, para nuevamente ajustar sus cronómetros en el mismo lugar ocupado por el Capitán King. Los lugares como Cabo Blanco también debían ser visitados, porque aparecían con un error de algunos kilómetros en su latitud. Los puertos con buenas medidas de longitud, como por ejemplo Puerto Deseado según las medidas del capitán King, también debían ser medidos, para usarlos como referencia. En la ruta hacia Tahiti la nave tenía varios puntos de referencia que eran considerados como indisputablemente fijos por las observaciones del famoso Capitán Cook y otros navegantes, así como por la existencia del observatorio en Puerto Jackson (Sydney), cuya longitud había sido extremadamente bien medida.

También le fue encomendado al Capitán del H.M.S. Beagle la observación de mareas, lo cual era deber de cualquier navegante de la época. Debía medir su inicio, la fuerza y duración, la distancia a la cual llevan agua salada hasta los ríos, sus aumentos durante los diferentes períodos de la Luna y la extensión hasta la cual son influenciadas por vientos periódicos, por corrientes marinas y por enfriamientos por ríos. Otro objeto que debía ser de constante observación a lo largo de la larga jornada, era el campo magnético terrestre. En especial a FitzRoy le fue recordado que no debía dejar ningún puerto sin obtener el ángulo magnético, su intensidad y su variación a lo largo del día. Esas medidas, junto a las previamente hechas en viajes anteriores y a

las medidas en varios otros lugares permitirían inferir la variación anual de las curvas magnéticas.

Durante los 5 años de navegación del H.M.S. Beagle, las múltiples labores de investigación que su tripulación como un todo debió efectuar la convirtieron en un verdadero laboratorio-observatorio flotante. Al mismo tiempo de usar el escaso conocimiento astronómico de la época, y la escasez de datos en los mapas, fue capaz de generar registros, que junto a los que comenzaban a ser colectados en otras embarcaciones, fundaron las bases del conocimiento global de la Tierra.

Referencias

Darwin, C. (1989) "Voyage of the Beagle: Charles's Darwin Journal Researches". Editado por J. Browne y M. Neve (Publicaciones Pinguin Books, Inglaterra).

Krasavtev, B. y Khlyustin B., (1970) Nautical Astronomy (Publicaciones MIR, Moscu).

Punteros de Interés

<http://peck.ipph.purdue.edu/al/space.html> Un excelente sitio para obtener mayores detalles sobre astronomía náutica y navegación.

Amelia Cristina Ramírez Rivera nació en Antofagasta (Chile) y se crió en Santiago (Chile). Después de una Licenciatura en Física en la Pontificia Universidad Católica de Chile, obtuvo el Magister con la tesis titulada: "Interacción de galaxias en cúmulos y supercúmulos". En 1994 se trasladó a Brasil donde obtuvo su grado de doctorado en la Universidad de Sao Paulo (USP). Actualmente es Postdoc en el Instituto Astronómico y Geofísico de la USP y desarrolla proyectos del área de astronomía extragaláctica.