

PROSPECTO

DEL CURSO DE ASTRONOMIA

APLICADA A LA GEOGRAFIA E HIDROGRAFIA

QUE HA SEGUIDO, Y DE QUE OFRECE EXAMEN

EN LA REAL UNIVERSIDAD DE SAN MARCOS

D. GAVINO ARAUCO, ALUMNO DEL COLEGIO DE MEDICINA

Y CIENCIAS NATURALES DE SAN FERNANDO,

en el año de mil ochocientos diez y siete.

Bajo la DIRECCION de

DE D. GREGORIO PAREDES, CATEDRATICO DE GEOMETRIA

Y SUBSTITUTO EN LA DE PRIMA DE MATEMATICAS

DE DICHA REAL ESCUELA, SU SEGUNDO BIBLIOTECARIO,

Y EXAMINADOR SUPERNUMERARIO

DEL REAL PROTOMEDICATO.

A MAÑANA Y TARDE DEL DIA

DE 1809.

LIMA:

En la Imprenta de la calle de Bravo.

La Astronomía que perfeccione la Geografía es la que
vais á aprender. *Discurso de apertura del Colegio
de Medicina.*

FOL 0469

AL EXCMO. SEÑOR

DON JOSE FERNANDO ABASCAL

Y SOUSA, CABALLERO DEL HABITO DE SANTIAGO,
MARISCAL DE CAMPO DE LOS REALES EJERCITOS,
VIREY, GOBERNADOR Y CAPITAN GENERAL DEL
REYNO DEL PERU, SUPERINTENDENTE SUBDELE-
GADO DE REAL HACIENDA, Y PRESIDENTE DE LA
REAL AUDIENCIA DE LIMA:

PROTECTOR INSIGNE DE LOS ESTABLECI-
MIENTOS UTILES, QUE HA REGENERADO LA FA-
CULTAD MEDICA DEL PERU, Y FUNDADO EL CO-
LEGIO DE LA MISMA CIENCIA CON EL TITULO
DE SAN FERNANDO;

DEDICA ESTE CUERPO, EN TESTIMONIO DE SU RECO-
NOCIMIENTO, LA PRIMERA ACTUACION DE UNO
DE SUS INDIVIDUOS, Y A SU NOMBRE

GREGORIO PAREDES.

ASTRONOMIA APLICADA A LA GEOGRAFIA

Y
HIDROGRAFIA.

Puede definirse la Astronomía la ciencia que enseña el lugar que deben ocupar los cuerpos celestes vistos desde un punto y en un instante determinados. Esta definición, como otra ninguna que no sea de asuntos puramente abstractos, es imposible de una noción adecuada de su objeto sin comprender todos sus pormenores: pero sirviendo lo bastante para distinguirlo de otros, le presenta baxo el aspecto mas directo y principal, y envuelve implícitamente muchos puntos de la ciencia; exigiendo la solucion completa del problema indicado el conocimiento de los movimientos de traslacion y rotacion reales y aparentes de los astros, de sus distancias, volúmenes, figura, y acciones reciprocas. En su estado actual viene à dividirse en geométrica y fisica: la una, que examina los movimientos, digámoslo así, en sí mismos: la otra nacida de la anterior, que subiendo à la causa general que los produce, y persiguiéndola despues hasta en sus consecuencias mas remotas logra en fin representar esos mismos movimientos con mayor perfeccion, y aun descubrir los que por su delicadeza se hubieran ocultado acaso à la mera observacion; esta misma es la que se conoce con el nombre de Mecanica celeste, y no es mas que el desarrollo del inmortal descubrimiento de la gravitacion universal. El presente Prospecto ofrece las varias doctrinas de la primera fundamentalmente, y con la individuali-

dad suficiente al propósito de las determinaciones geográficas à que estienda el Colegio estos estudios (*); bastando en quanto à la segunda, cuyo cultivo pertenece propiamente à los astrónomos de profesion, haber establecido sus fundamentos inmediatos, segun estan contenidos en el artículo que respecta à los Planetas, y saber el uso de sus resultados.

Contando con aquel objeto, y las improporciones del País, se creyò necesario agregar en las aplicaciones prácticas à los métodos terrestres los náuticos, generalmente adoptados en el dia por los viajeros à causa de su expedicion, que siendo igualmente aplicables en tierra, no requieren mas aparato de instrumentos que los de reflexion y relojes ordinarios, comunes y poco costosos, y segun los cuales el observador concluye la longitad por sí solo siempre que quiere: quando los otros necesitan quartos de circulo, pëndulos, y buenos anteojos, de crecido valor y difícil consecucion, un serio establecimiento astronómico inmediato en que se calculen y comparen las observaciones, y oportunidades de ellas que no se repiten tan à menudo, y à que no es dable se sujeten los jóvenes médicos que se destinan à lugares tan penosos y deshabitados como nuestras serranias, y se ocupen allí en estas materias gratuitamente y por mera aficion. Pero con el auxilio de los métodos marinos es muy de esperar que por solo este medio, y sin los gravámenes que traxera una expedicion formal, se llegue à boquejar regularmente la Geografia interior casi ignorada, y à determinar los interesantes puntos del origen y confluencias de los rios, sobre que no tenemos mas que relaciones sumamente vagas y contradictorias. Por lo mismo, y haber sido este el norte que nos ha dirigido, nos hemos detenido en el uso de horizonte artificial que no tiene aplicacion en la mar, y en las observaciones de alturas por la espalda, indispensables à quien se sirva de dicho horizonte con octante, si no en todos, en la mitad de los casos que le pueden ocurrir.

Expuesta así por necesidad la parte mas considerable de la Navegacion ò Hidrografia, que es la astronómica, no extrañaràn los inteligentes el que à tan poca costa como la adiccion de las propiedades de la Loxotromia se haya enterado el curso de dicho ramo, y arreglado à él el índice de materias en gracia de la comoda distribucion.

PRINCIPIOS DE ASTRONOMIA.

MOVIMIENTO DIURNO. Observado con alguna atencion el Cielo, se descubren unos Astros, que conservan la misma posicion relativa, y otros que varian de ella, y dos especies de movimientos, los propios de estos, y el comun à todos, que es el diurno. De él se

(*) En breve se presentarán al Público semejantes ensayos sobre la Geometria subterranea y laboreo de minas.

deduce la consideración del eje del mundo, poderse mirar la tierra como punto céntrico de la Esfera, y las nociones de los planos, ó sea de los círculos llamados Horizonte, Meridiano, y Equador, y las de alturas, azimuts, y amplitudes, horarios, y arcos semidiurnos, declinaciones, y ascenciones rectas, y obliquas. — Se dan métodos para encontrar la posición del meridiano, la altura de polo, y demas arcos mencionados, unos por observacion, y otros por cálculo.

MOVIMIENTO PROPIO DEL SOL, Y TIEMPO. Como el Sol es el astro mas notable, su movimiento es el mas interesante: la especulacion de sus fenómenos da origen a la Eclíptica, equinoccios, solsticios, coluros, trópicos, y círculos polares: — se explican por él las estaciones del año, y circunstancias que las acompañan en las tres posiciones de esfera recta, obliqua, y paralela. — Se halla respecto de la eclíptica la posición de un astro conocida respecto del equador. — Se dá à conocer el fenómeno de la precesion de los equinoccios, el modo de averiguarla, y la diferencia que hay entre el año tropico, y sideral.

La medida del tiempo se arregla al movimiento del Sol con preferencia à los demas astros: y segun esto se expone lo que es tiempo medio y verdadero, y el modo de hallar el uno conocido el otro: — el de encontrar la hora del Sol dada la de una estrella, y al contrario, y la de su orto, y ocaso en los diferentes dias del año: — el de señalar el instante del medio dia verdadero por el método de las alturas correspondientes: — el de averiguar el estado absoluto, movimiento, y desigualdades de un relox.

CORRECCIONES DE ALTURAS. Las alturas son los elementos mas fundamentales, y ordinarios de los cálculos astronómicos: prescindiendo de los vicios del instrumento con que se tomen, pueden llegar à quatro sus errores: Refraccion, Paralaxe, Semidiametro, y Depresion de horizonte. Se enseñará pues à desprenderlas de ellos, explicando àntes que sea refraccion, su causa, un método particular de hallar la de la altura de polo, el de construir la tabla de las demas, y el influxo de la presion, y temperatura de la atmósfera, y elevacion sobre el nivel del mar en alterarlas: — lo que es paralaxe, la relacion que tiene con las alturas y distancias verdaderas de los astros, un método de determinarla con mucha exactitud independiente de la declinacion, y la modificacion que induce en la de la Luna la figura eliptica de la Tierra: — el modo de medir los diametros aparentes de los Planetas, sus variaciones segun las distancias à que se hallan, y el aumento que padece el de la Luna en sus diferentes alturas: — el de encontrar la depresion del horizonte visible segun las varias alturas del observador sobre el nivel del mar, y el efecto de la refraccion. — Tambien se expone el cálculo de las amplitudes aparentes, y el de la duracion del crepúsculo.

SISTEMA DEL MUNDO, Y TEORIA DE PLANETAS. Por Sistema del mundo, segun la fuerza de la voz, y el uso que ha hecho recientemente de ella el célebre *la Place*, debia entenderse el de toda la Astronomia, pero en conformidad à la acepcion mas recibida, limitada à significar la disposicion en que executan los Planetas sus movimientos, se enumeran los cuerpos conocidos de nuestro sistema planetario, y despues de indicar los de Ptolomeo, Egipcio, y de Tycho Brahe, se establece el de Copérnico, manifestando la compatibilidad de los movimientos diurno y anuo de la tierra al rededor del Sol con los fenómenos celestes y terrestres, y apoyando su realidad con fuertes razones de congruencia.

La teoria de los Planetas solo ha podido perfeccionarse por la doctrina de la atraccion perseguida en todos sus detalles, mas esa misma doctrina necesitó otras anteriores, que diesen à conocer los objetos en que se ocupa, aunque no tan rigorosamente: estas son las que se exponen, enseñando à determinar la teoria de la órbita de la Tierra: — averiguar el tiempo de la revolucion periodica de un planeta: — referir al Sol las observaciones hechas desde la Tierra: — hallar respecto de él las circunstancias de la órbita de un planeta; anomalías, distancias, excentricidades, posicion de la linea de los apsidés, tiempo del paso por ellos, linea de los nodos, inclinacion de la órbita, y movimientos del apogeo, y del nodo. — Estos principios servirán à probar las famosas leyes de Keplero, — y con el auxilio de ellas se encuentran todos los elementos de la órbita de un planeta, con solo tres lugares suyos vistos desde el Sol, y sus distancias. — Finalmente se señalan los caracteres distintivos, y particularidades de los Cometas.

LUNA, Y ECLIPSES. Aunque la Luna como uno de los planetas, y los Eclipses como consecuencias necesarias de sus movimientos debian comprehenderse en el articulo precedente, su celebridad, è importancia obliga à tratarlos por separado. — En quanto à aquella se denota la diversidad de sus meses periódico, y sinódico, la causa de sus fases, y la de su luz cenicienta, y el movimiento de sus nodos, que varia tanto sus maximas declinaciones. — Y acerca de sus eclipses y los de Sol, se exponen las condiciones que exige su verificacion, circunstancias que los acompañan, y variedades que en ellos ocurren. — Se calculan el semidiametro de la sombra en la region lunar, y la latitud que debe tener la Luna para que haya eclipse en algun modo, ò para que lo haya total: — las fases de los eclipses lunares. — Y por medio de una operacion gráfica se determinan las de los eclipses de Sol, y estrellas por la Luna para lugares señalados de la Tierra.

ESTRELLAS FIXAS, Y SUS MOVIMIENTOS APARENTES. Las Estrellas fijas son los términos de comparacion de los movimientos planetarios, y la base de todas las investigaciones astronómicas. Así se

da razón de las constelaciones, via lactea, nebulosas, y errantes, de la pequenez de su diametro, paralaxe anua casi nula, inmensa distancia, y movimiento propio, aunque muy lento; de algunas. — Sus movimientos aparentes generales son los de precesion, y disminucion de la obliquidad de la ecliptica medias, nutacion, y aberracion: se señala la cantidad de los dos primeros: — se aprecian los efectos del tercero en alterar el lugar de los puntos equinocciales, la obliquidad de la ecliptica &c. — y de la causa fisica del quarto reconocida por los fenomenos, se infieren las variaciones que produce en la longitud y latitud de las estrellas.

TIERRA, SU DIVISION, Y MAPAS. La consideracion de la Tierra planeta autoriza à tratar de ella como de uno de los astros. Pruebase pues su figura esférica, se señala su magnitud y modo de conocerla, y por èl se concluye con mas exactitud ser un esferoide aplanado. — Se consideran sus círculos correspondientes à los del cielo, las zonas en que se divide, los climas de los antiguos, la posicion de los lugares por longitudes y latitudes, y el principio general en que estriba la determinacion de estas. — Se divide su superficie en tierra, y mar, y expresan los terminos de las quatro partes del mundo, y los de aquellas en que suele dividirse el oceano, los mares particulares, islas, estrechos, y golfos mas conocidos. — Se subdividen dichas quatro partes en estados, e indican sus poblaciones, rios, y montes principales. — Se exponen los diversos modos de representar la superficie del globo que han adoptado los geógrafos, y respecto de la proyeccion estereográfica, la mas usada en los Mapamundi se prueba: — que los radios de los meridianos son la tangente y cotangente de los semicomplementos de las longitudes, y los de los paralelos la semidiferencia entre la tangente y cotangente de las semilatinudes.

CALENDARIO, Y OTROS CALCULOS. La cuenta civil de los tiempos, y otros varios estatutos, se han arreglado entre todas las naciones à los movimientos de Sol, y Luna, y en las imperfecciones, y arbitrariedades introducidas en este punto consiste toda la complicacion del Calendario. Con respecto al uso establecido entre los pueblos christianos, despues de mencionar las èpocas mas famosas, — se expone el orden de los años bisiestos en las correcciones juliana, y gregoriana, el origen, y aplicacion de las letras dominicales, y ciclo solar, y lo que es indiccion. — Se indican varios periodos lunisolares, y entre ellos el famoso de Meton, de que dependen el aureo número, y las epactas despues de la ultima correccion, con la razon de las diferentes series de ellas que rigen en cada siglo. — Hallados todos estos números, y los dias de las lunaciones medias en cada año, se determina el de la solemnidad de la Pascua, y demas fiestas movibles. — Aunmas, se enseña el uso de las tablas de simple, y doble

argumento, y de diferencias segundas, que comprehenden las efemerides astronómicas, y el de las declinaciones del Sol en un quatrienio para hallar las de dicho astro qualquier otro año.

APLICACION DE LOS PRINCIPIOS

ANTECEDENTES.

PROPIEDADES DE LA LOXODROMIA, Y CARTAS. Loxodromias es la curva trazada en la superficie de la esfera que resulta de cortar en ángulos iguales todos los círculos máximos de diámetro común, ó el camino que se hace sobre la superficie de la tierra siguiendo un rumbo: sus propiedades se contienen en estas dos, primera, que el apartamiento de meridiano contra el arco de ella es igual à la diferencia en latitud multiplicada por la tangente del rumbo, dividida por el radio: — segunda, que la diferencia en longitud en partes del radio del equador es igual à la diferencia entre los logaritmos hiperbólicos de las cotangentes de los semicomplementos de las latitudes extremas multiplicada por la tangente del rumbo, dividida por el radio. — Demostradas se declara la construcción de las cartas hidrográficas, à saber la plana, del paralelo medio, y esférica reducida ò de Mercator, la única exacta y conforme à las propiedades de la Loxodromia enunciadas.

AGUJA, Y CORREDERA, Y SUS USOS. Estos son los instrumentos que sirven para conocer el rumbo en todos casos, y la distancia en la mar. Por tanto, consideradas las varias propiedades del iman, se describen las diferentes partes de que constan las agujas de marcar, y azimutal, y expresan las condiciones que deben tener, y precauciones que se han de guardar en el uso del instrumento: — se dà el método de retocar las planchuelas por triple ò doble, quando por algun accidente se haya perdido ò debilitado su virtud magnética: — el de concluir la variacion por medio de la aguja de marcar, y azimutal, con sus ventajas comparativas: — el de observar el abatimiento: — el de corregir el rumbo de los efectos de variacion, y abatimiento. Igualmente se describe la corredera ordinaria, y explica el mecanismo por el qual indica la distancia, dando reglas para la division del cordel segun la magnitud del grado terrestre, para el arreglo de la ampollera por el medio expedito de un péndulo simple, y para el manejo del instrumento.

PROBLEMAS DE NAVEGACION, Y DERROTAS COMPUESTAS. Como al ponerse en derrota, y aun en el discurso de ella sea necesario determinar la posicion de la nave à vista de las tierras, se emplea

se por prescribir los métodos para lograrlo, con los que se dirigen à hallar su distancia à otra nave, ò objeto qualquiera: — y luego se procede à la resolucion de los Problemas de Navegacion así llamados, que son los seis que resultan de dar conocidas, à mas del punto de salida, dos de estas quatro cosas, latitud y longitud del punto de llegada, rumbo seguido, y distancia andada para averiguar las otras dos; notando entre ellos los mas usuales, y el que no admite solucion directa: y esta se executa así por calculo, segun las reglas de la navegacion plana, y del paralelo medio dentro de los limites en que es permitido su uso, — y de la esférica, — como por los métodos gráficos que ofrecen las cartas, — la escala de Gunter, — y el quartier de reduccion. — Los principios sentados bastan para la determinacion del punto en las derrotas compuestas, ni hay otros rigurosos; con todo se especulan las abreviaciones prácticas introducidas en la materia, — y la reduccion de varios rumbos poco distantes à uno solo. — Por fin se busca la derrota que puede hacerse para ahorrat camino al trasladarse de un término à otro distante.

INSTRUMENTOS DE REFLEXION Y OBSERVACIONES. Estos instrumentos, útiles en todas circunstancias, son de tal importancia en la mar que sin su precioso auxilio hubiera sacado la navegacion muy poco de los progresos hechos en la astronomia. Se establecen pues los principios de optica en que arriba su construccion, — describen sus diferentes partes, esenciales, y accesorias, — y declaran los métodos de examinar ò rectificar los vidrios obicuros y de los espejos, — la posicion del central, — la del exe de la alidada y la planicie del instrumento, — la posicion del espejo horizontal anterior, — y la del posterior, — el error del indice, — el campo del antejo, — el paralelismo de su exe al instrumento, — y las divisiones del limbo. — Tambien se hacen varias advertencias sobre la práctica de las observaciones de alturas por delante y por la espalda, y de distancias. — Se trata de los horizontes artificiales de liquido y espejo y de su uso: — y de las correcciones de desviacion, — y depresion indicada antes.

AZIMUT Y HORARIO. La variacion magnética incapaz de conocerse sino por la observacion de los astros hace à menudo preciso el calculo del azimut, ò de la amplitud: arriba se tratò esta materia especulativamente, aqui se ventilan las circunstancias mas favorables en la práctica y otros medios de buscar la variacion. — El conocimiento de la hora es otro asunto de la mayor necesidad, y acerca de él se añaden tambien à lo dicho antes las mejores oportunidades de la observacion: — y se expone el método de hallar la hora con independenciam de la latitud por las alturas de dos astros conocidos tomadas à un tiempo ò en un intervalo dado.

CALCULO DE LATITUD. El método de concluir la latitud

por la altura meridiana del Sol ò otro qualquier astro es el mas directo y exacto: pero por las ocasiones en que no sea posible valerse de él, se dà la teoria del de Dovves, en que se halla la latitud por la declinacion del Sol, dos alturas suyas, el tiempo corrido entre ellas, y la latitud de estima; reduciendo àntes à un lugar las observaciones hechas en diversos. — Se halla tambien por las alturas de dos astros conocidos tomadas à un tiempo, ò por las de uno mismo en diferentes, con el intervalo que las separa, distinguiendo la que debe elegirse de las dos latitudes que dà el calculo. — y finalmente por tres alturas próximas al meridiano tomadas en tiempos señalados.

CALCULO DE LONGITUD. Las observaciones de los eclipses de Luna y satélites de Júpiter, de los eclipses de Sol, y ocultaciones de estrellas son los medios que se emplean en tierra para encontrar la longitud: se consideran sus ventajas comparativas, los instrumentos que requieren, las prevenciones necesarias à la buena observacion, y exactitud de los resultados, y el calculo subsequente hasta hallar la longitud por los dos primeros, y la hora verdadera de la observacion por los dos segundos. — La estabilidad que dichos métodos exigen los hace improprios para la mar, y en su lugar se usa de otros tambien aplicables en tierra, que son los que suministran las distancias lunares à Sol, ò estrella, los horarios de la Luna, y los relojes marinos, de todos los quales se expone teoria y aplicacion.

VARIACIONES. En estas comprendemos la atencion que pide en el uso de la corredera la diferencia en longitud contraida durante una singladura: — la correccion que se hace a la estima procedente de la latitud observada: — la que se aplica à la misma por razon de las corrientes: — los medios arbitrados para la averiguacion de estas, asi accidentales como permanentes: — las reglas para hallar el establecimiento de puerto, y la hora de la pleamar en un lugar y dia señalados: las alturas medias de las mareas en cada puerto, y las mayores que suceden en el año: — el plan de observaciones à que se ha de arreglar el diario y su buena disposicion: — las advertencias peculiares à la formacion de cartas, y planos hidrográficos.