



Ahora nos vamos a meter en temas más profundos... despeja tu mente... líbrate de prejuicios... No desesperes; opón tesón ante la perplejidad... Y si, a pesar de todo, no entiendes nada... no te aflijas pues, a fin de cuentas, todo esto no es más que teoría que muy probablemente nunca llevarás a la práctica... ya que, para eso, es necesario poseer un barco en condiciones para una navegación oceánica...

Empieza pues con la...

# NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA

# NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA:

[De las coordenadas geográficas](#)

[De las coordenadas azimutales](#)

[De las coordenadas horarias](#)

[De la variación de las coordenadas horarias de un astro a lo largo de un día](#)

[De la Eclíptica](#)

[Del Zodíaco](#)

[De las coordenadas Uranográficas Ecuatoriales](#)

[De las coordenadas horarias del sol](#)

[De las coordenadas horarias de las estrellas](#)

[Del triángulo de posición astronómica](#)

[De las fórmulas](#)

[La derrota ortodrómica](#)

[Funciones trigonométricas fundamentales](#)

## **RECTA DE ALTURA**

[Del Polo de iluminación y del círculo de alturas iguales](#)

[De la recta de altura](#)

[Del modo de situarse con una recta de altura a partir de una situación de estima](#)

[Del modo de situarse con dos rectas de altura simultáneas](#)

[Del modo de situarse con dos rectas de altura \*\*no\*\* simultáneas](#)

[De la altura meridiana](#)

[De las estrellas](#)

[De cómo se hace una recta de altura](#)

[Más de cómo situarse con dos rectas de altura](#)

**1ª PARTE**

*2ª PARTE*

*3ª PARTE*

*4ª PARTE*



## 4ª PARTE

[De cómo calcular la altura estimada de un astro](#)

[De las utilidades de una sola recta de altura](#)

[De las fórmulas](#)

[Del cálculo de la latitud con una recta de altura meridiana](#)

[Del cálculo de la latitud por una observación de la  \$\square P\$](#)

[Método para calcular la longitud a partir del  \$h\_{\square I}\$  y del  \$h\_{\square G}\$](#)

## 5ª PARTE

[De la medida del tiempo](#)

[Cálculo del intervalo navegado hasta el momento de una efeméride astronómica](#)

[Cálculo del intervalo hasta el momento del paso del sol por el meridiano superior estando el buque en movimiento](#)

## 6ª PARTE

## DE LAS CORRECCIONES

[De las correcciones a las horas del orto y ocaso](#)

[Cálculo de la corrección total por una observación de la  \$\square P\$](#)

[Cálculo de la corrección total por la observación del azimut del sol en el momento del orto u ocaso](#)

[Cálculo de la corrección total con la fórmula del azimut verdadero](#)

[Cálculo de la corrección de la altura instrumental de un astro](#)

[Paso de la altura del sol limbo superior a la altura del sol limbo inferior](#)

## 7ª PARTE



Buena pregunta... Chup, Chup...  
Vamos a ver... Chup... Chup...  
Eso más que una pregunta es un examen...

Vamos a hacer un pequeño recordatorio previo de las coordenadas Geográficas, Azimutales y horarias. ¿Qué quieres ver primero?

Capitán: me pasan una pregunta:  
**Diferencias entre el cálculo de la situación exacta a partir de una situación de estima y la observación puntos conocidos en la costa y el cálculo de la situación exacta a partir de una situación de estima y la observación de los astros.**

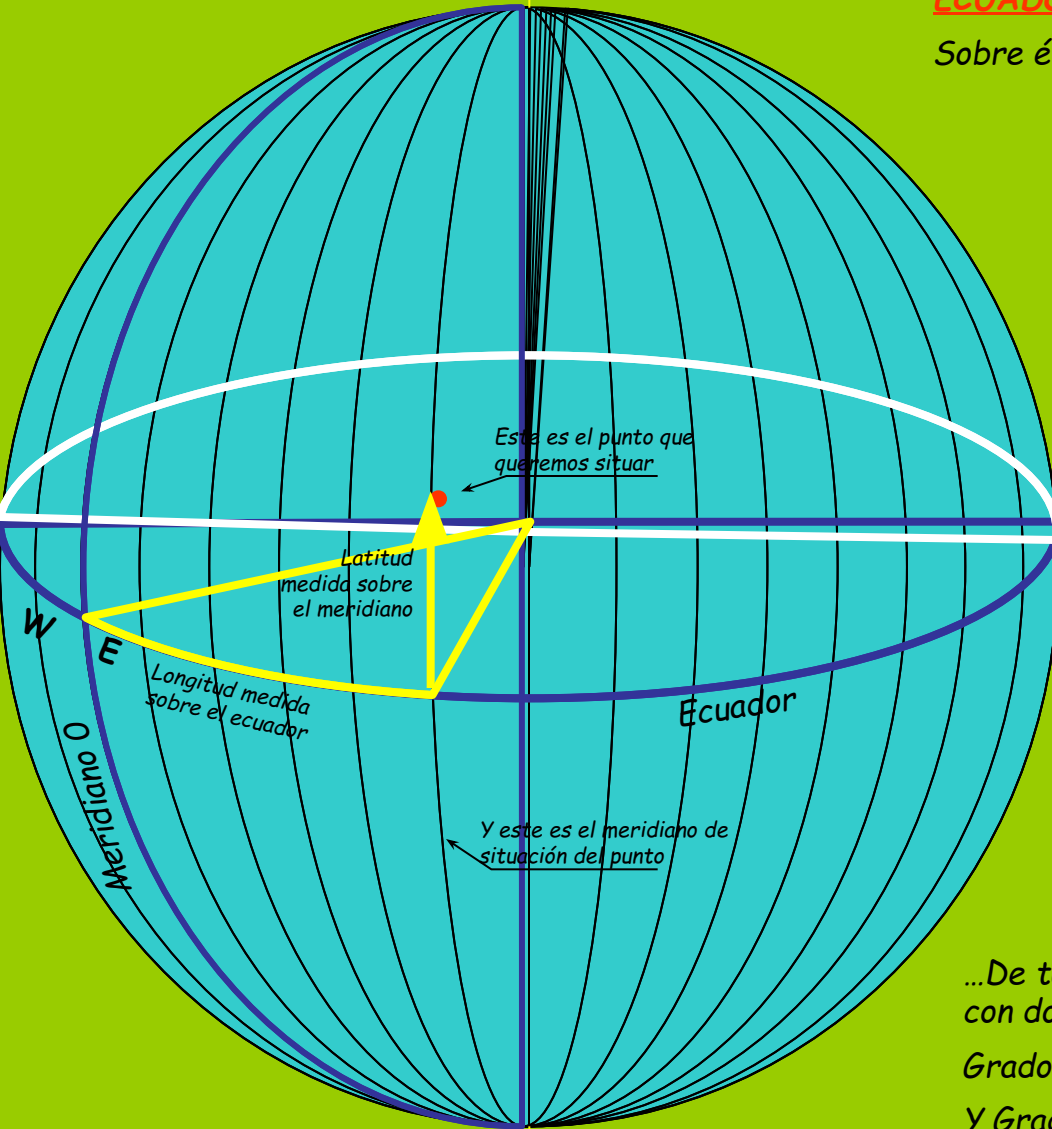
*Coordenadas Geográficas*

*Coordenadas Azimutales*

*Coordenadas Horarias*



Polo Norte



## COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD Y LONGITUD

Sitúan un punto en relación a dos ejes de coordenadas que son:

**ECUADOR:** círculo máximo perpendicular al eje de giro

Sobre él se mide la LONGITUD y, a partir de él la LATITUD

### MERIDIANO "CERO" O DE GREENWICH:

círculo máximo, paralelo al eje de giro, a partir del cual se cuentan los demás meridianos. Geográficamente es el que pasa por Greenwich y, más ampliamente, por Aragón.

A partir de él se mide la LONGITUD. La Latitud se puede medir sobre cualquier meridiano pues todos ellos son círculos máximos

**LONGITUD:** sector de círculo máximo que, a partir del meridiano  $0^\circ$ , llega al meridiano de situación del punto.

**LATITUD:** sector de círculo máximo que pasa por los polos y un punto a partir del ecuador.

...De tal manera que un punto sobre el Globo terráqueo se sitúa con dos coordenadas:

Grados, minutos y segundos de latitud (Norte ó Sur)

Y Grados, minutos y segundos de Longitud (Este u Oeste).



Polo Sur

## COORDENADAS ACIMUTALES

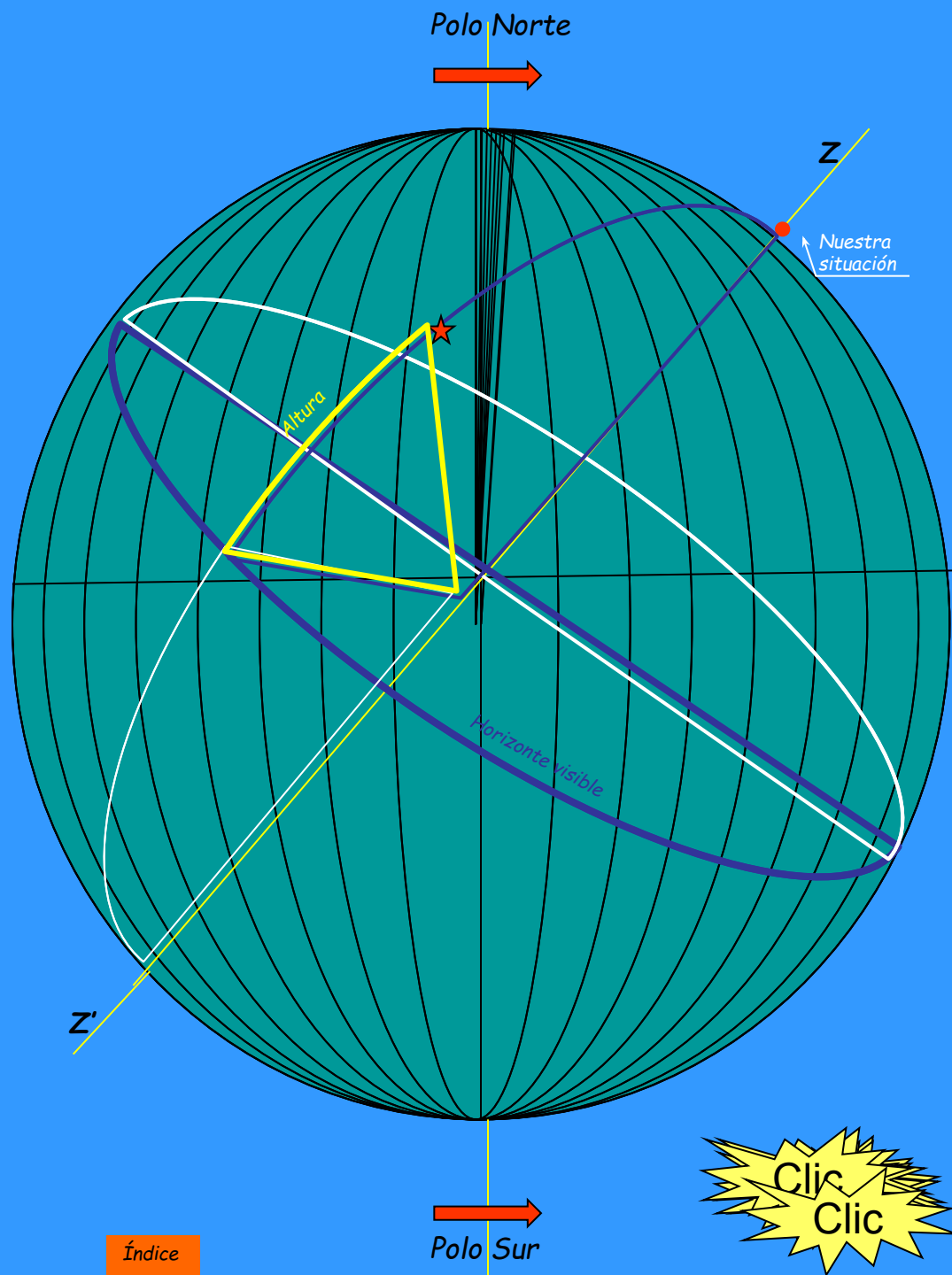
Las coordenadas horizontales o acimutales de un astro son la **ALTURA VERDADERA** y el **AZIMUT**.

Nuestra situación determina un **Zenit (Z)**, un **Nadir (Z')** y un **horizonte visible** que es perpendicular al cenit.

Z y el polo forman un ángulo a no ser que el observador esté en el polo

Si situamos un astro y trazamos un círculo máximo que pase por Z-★-Z', la proyección del astro sobre el horizonte nos dará la **ALTURA** sobre el mismo (medida en grados).

La **ALTURA** es el arco vertical del astro comprendido entre el horizonte y el centro del astro, o almicantarat. Se cuenta de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  a partir del horizonte. Cuando el astro está encima del horizonte, la altura es positiva; cuando está por debajo la altura es negativa y no interesa al marino porque no la podrá observar. En este caso se dice que "el astro está depreso".

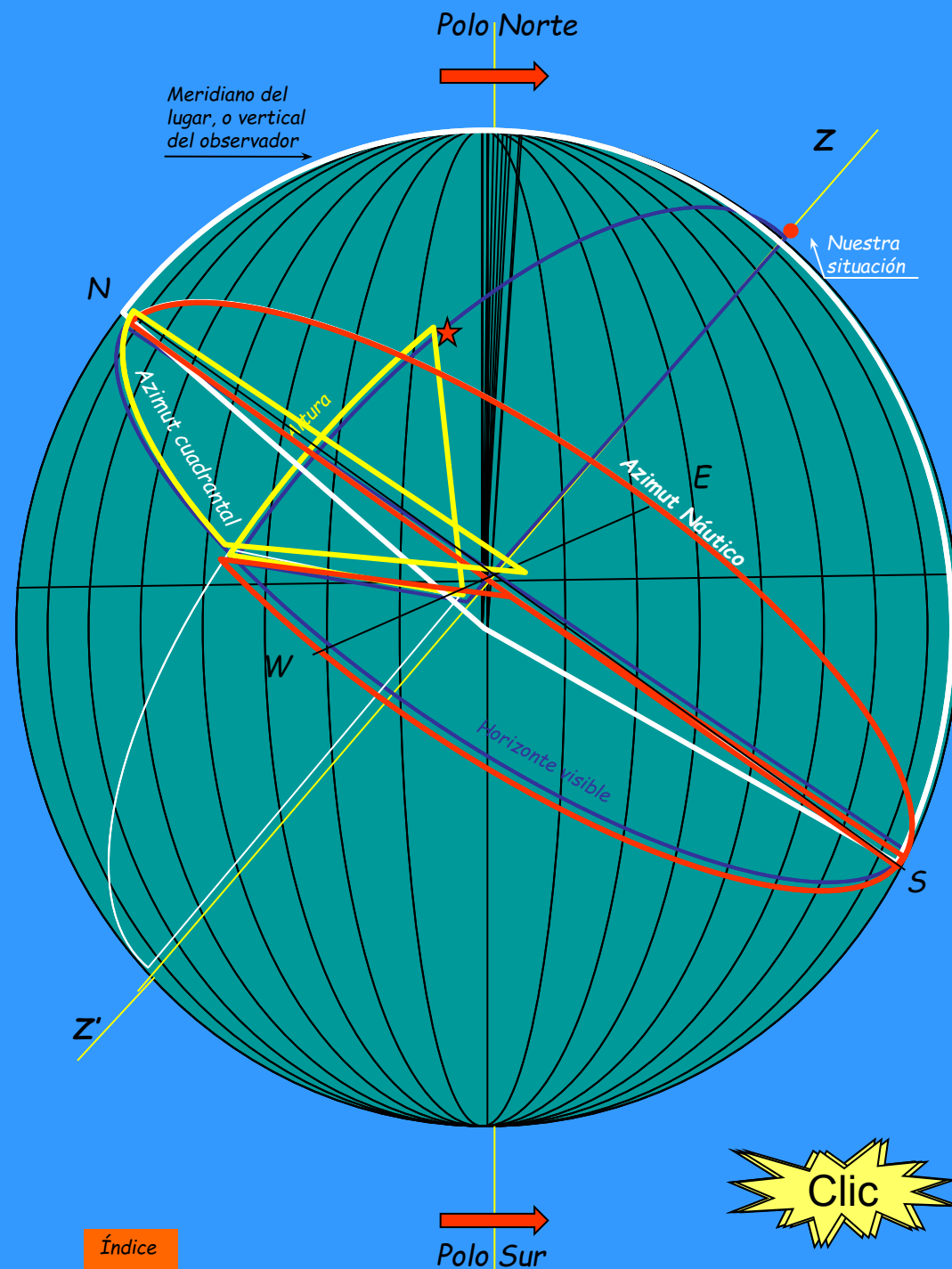


**AZIMUT (Z)** : es el arco de horizonte comprendido entre el vertical del observador (Polo-Z-Polo) y el vertical del astro (Z-★-Z') medido desde el Norte. Hay tres clases de azimutes:

**Azimut náutico:** Se cuenta desde el norte de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  por el Este y se llama circular, se designa por tres cifras y siempre es positivo. Es "el Rumbo que habría que poner para ir hacia la proyección del astro sobre el horizonte" expresado en circular

**Azimut por cuadrantes:** El azimut náutico recibe el nombre de cuadrantal cuando se cuenta desde uno de los puntos cardinales N ó S más próximo hasta el pie del vertical del astro. Se mide de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  hacia el Este o al Oeste ( en el ejemplo: S45W) Es "el Rumbo que habría que poner para ir hacia la proyección del astro sobre el horizonte" expresado en Cuadrantal

**Azimut astronómico o ángulo cenital:** es el arco de horizonte contado desde el polo elevado (del mismo nombre que la latitud) hasta el vertical del astro. Si se cuenta hacia el E es oriental y hacia el W es occidental. Siempre es menor de  $180^\circ$ .  
- no confundir Z con el Cenit: cuando aparece "Z", siempre se refiere al Azimut -



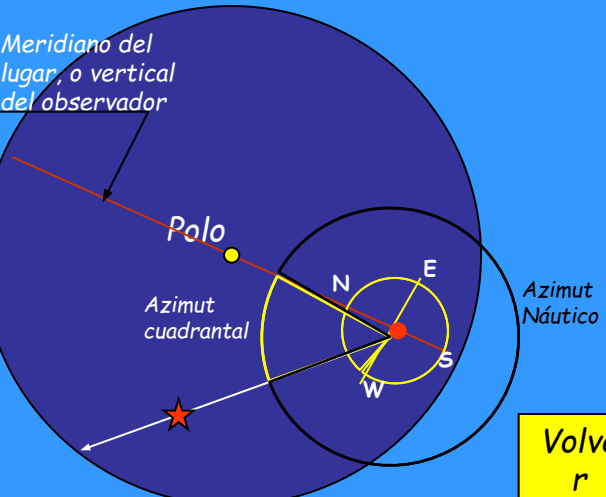
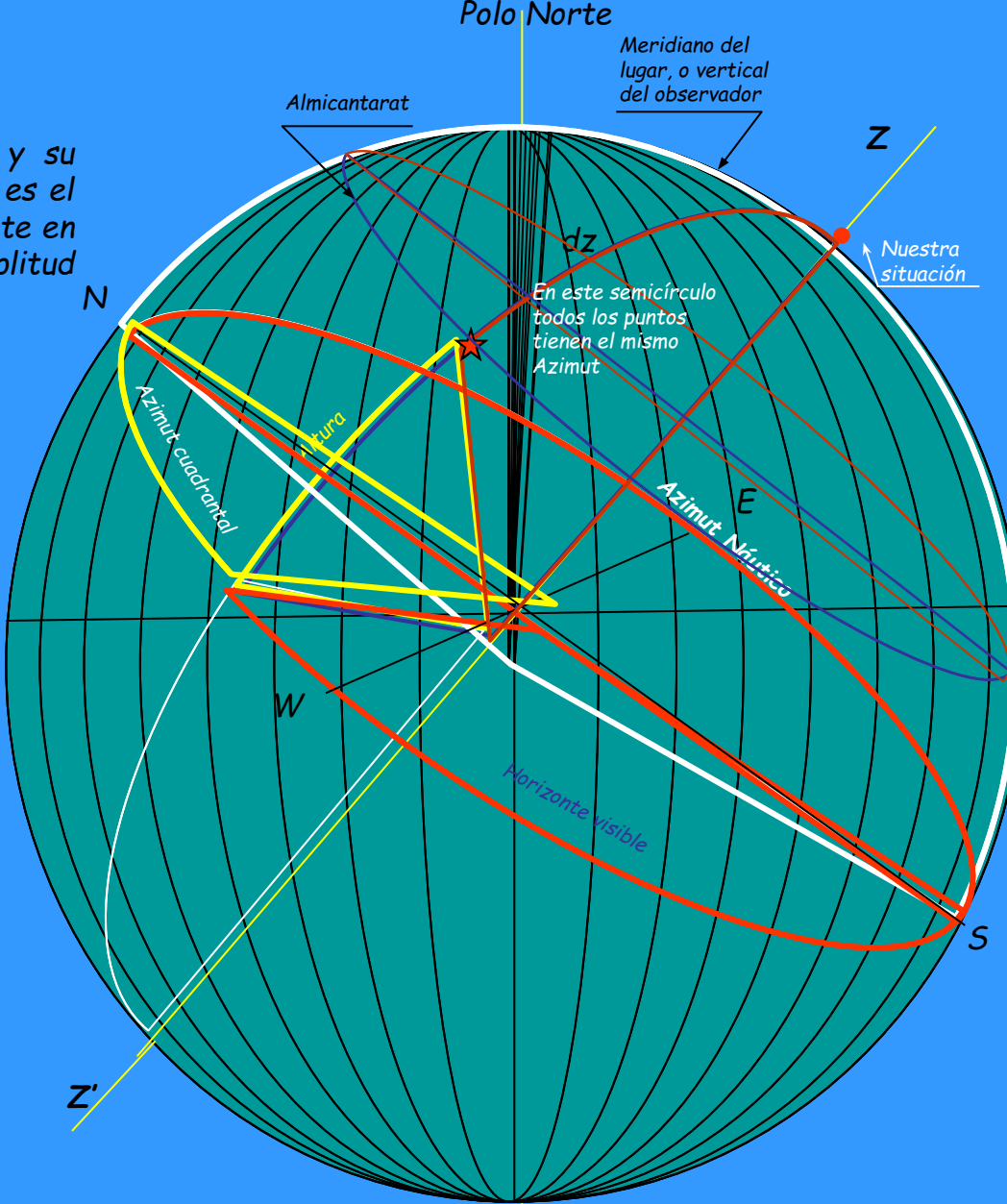
**DISTANCIA CENITAL (dz)** es el complemento de la altura: la diferencia de la altura con el cenit (90 - altura).

Si un astro está en el horizonte está en el ocaso y su distancia al punto E - W es la **AMPLITUD**. La amplitud es el complemento del acimut cuadrantal. Se utiliza únicamente en los ortos y en los ocasos de los astros, llamándose amplitud ortiva en los primeros y occidua en los segundos.

El **ALMICANTARAT** es el lugar geométrico de todos los puntos de la esfera celeste que tienen la misma altura. Se llama también círculo de alturas iguales, es un círculo menor paralelo al horizonte

El **VERTICAL DEL ASTRO** es el lugar geométrico de todos los puntos de la esfera que tienen el mismo azimut.

Para verlo claro; si ponemos rumbo al astro, todos los objetos que encontramos en nuestro camino tienen el mismo rumbo, es decir; la misma orientación respecto del norte geográfico, o sea: el mismo Azimut



Volver

Volver37

Índice





## COORDENADAS HORARIAS

En estas coordenadas, el plano fundamental es el ecuador.

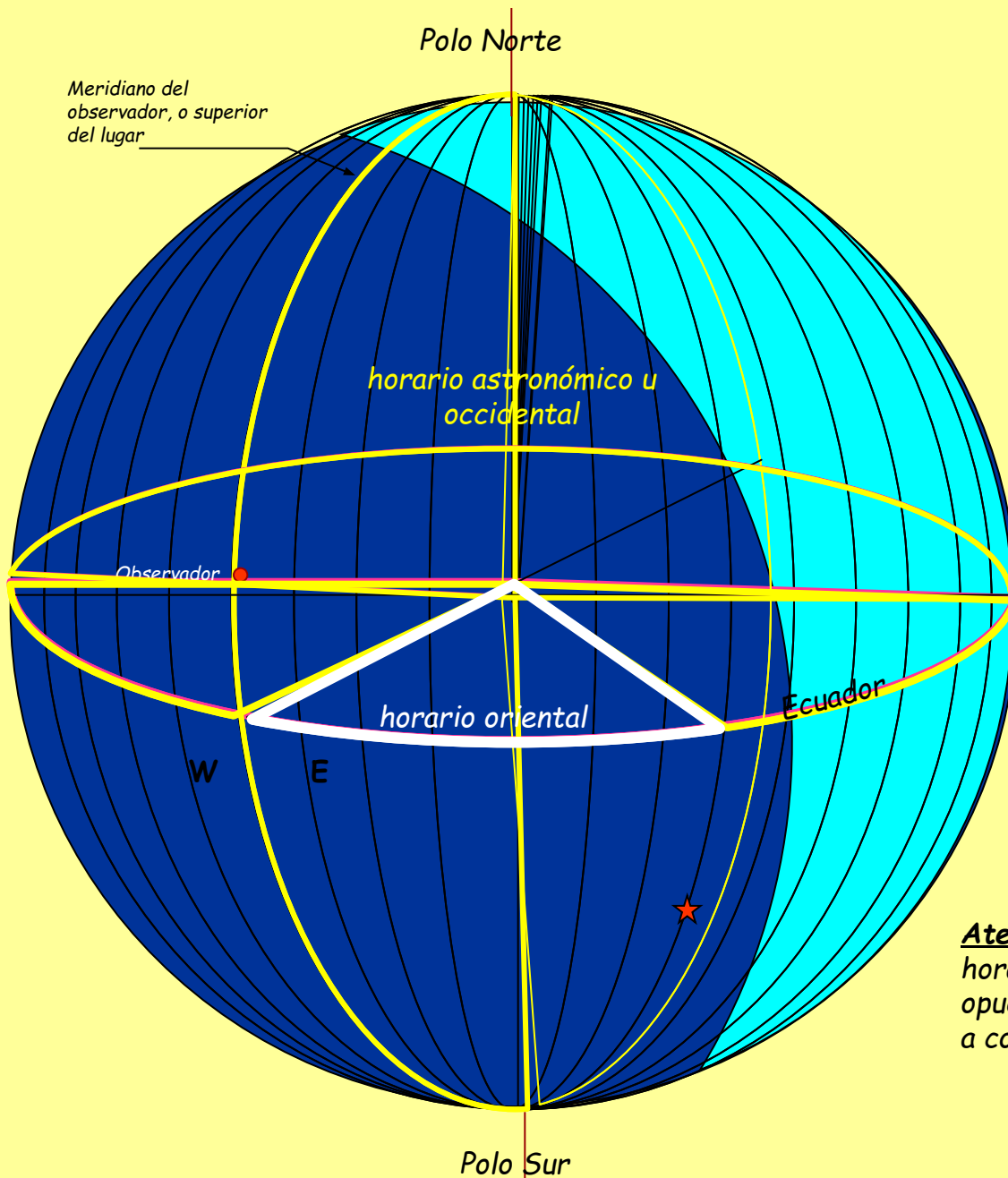
Las coordenadas son el HORARIO  
Y LA DECLINACIÓN

### HORARIO ASTRONÓMICO (h):

es el arco de ecuador comprendido entre el meridiano del observador y el meridiano del astro. Se cuenta de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ , o de 0 a 24 horas a partir del meridiano superior, hacia el oeste.

También se puede contar el horario de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  (también llamado ángulo en el polo (p)), ó de 0 a 12 horas, por el este o por el oeste, llamándose **horario oriental** en el primer caso y **horario occidental** en el segundo. El horario occidental es siempre igual al astronómico ya que los dos se cuentan a partir del meridiano superior por el W, pero cuando el horario astronómico es mayor de  $180^\circ$ , se pasa a horario oriental restándolo de  $360^\circ$ .

**Atención:** no confundir "Hora" con "horario". Las horas comienzan a contarse a partir del meridiano opuesto al del observador, y los horarios comienzan a contarse en el meridiano del observador



Meridiano del observador, o superior del lugar

horario astronómico u occidental

Observador

horario oriental

Ecuador

W

E

Polo Norte

Polo Sur



## DECLINACIÓN (d):

Es la distancia en grados desde el astro al ecuador celeste. Se cuenta de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  a partir del ecuador y recibe el nombre de norte o sur, según el hemisferio en que se halle el astro. Las declinaciones N tienen el signo (+) y las Sur (-).

## DISTANCIA POLAR ó CODECLINACIÓN:

es la distancia desde el astro al polo N. Es igual a  $(90^\circ - d)$  cuando la latitud del observador y la declinación son de la misma especie, e igual a  $(90^\circ + d)$  cuando son de distinta especie, es decir; cuando el astro está situado "al otro lado" del ecuador celeste.

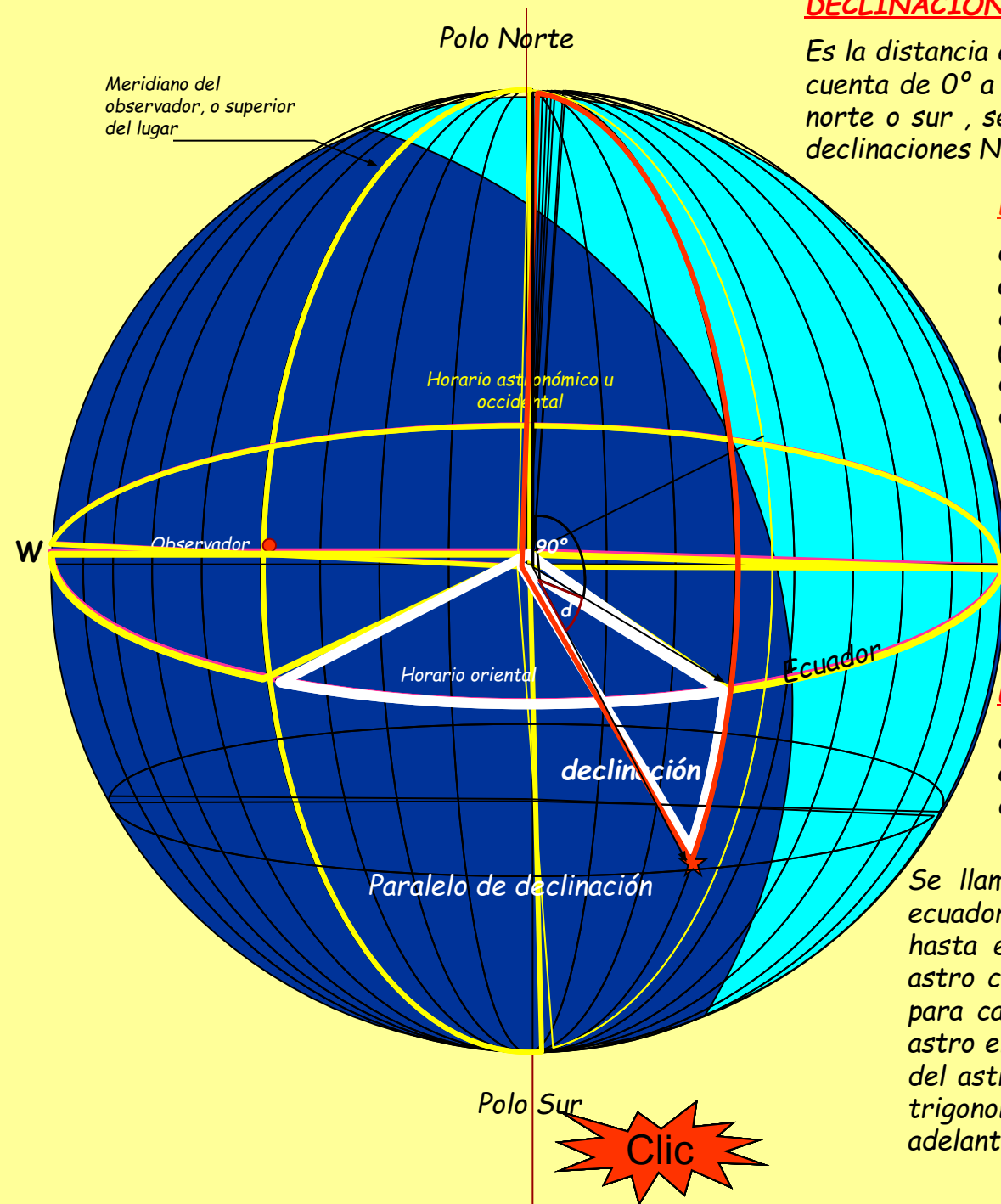
## EI PARALELO DE DECLINACIÓN:

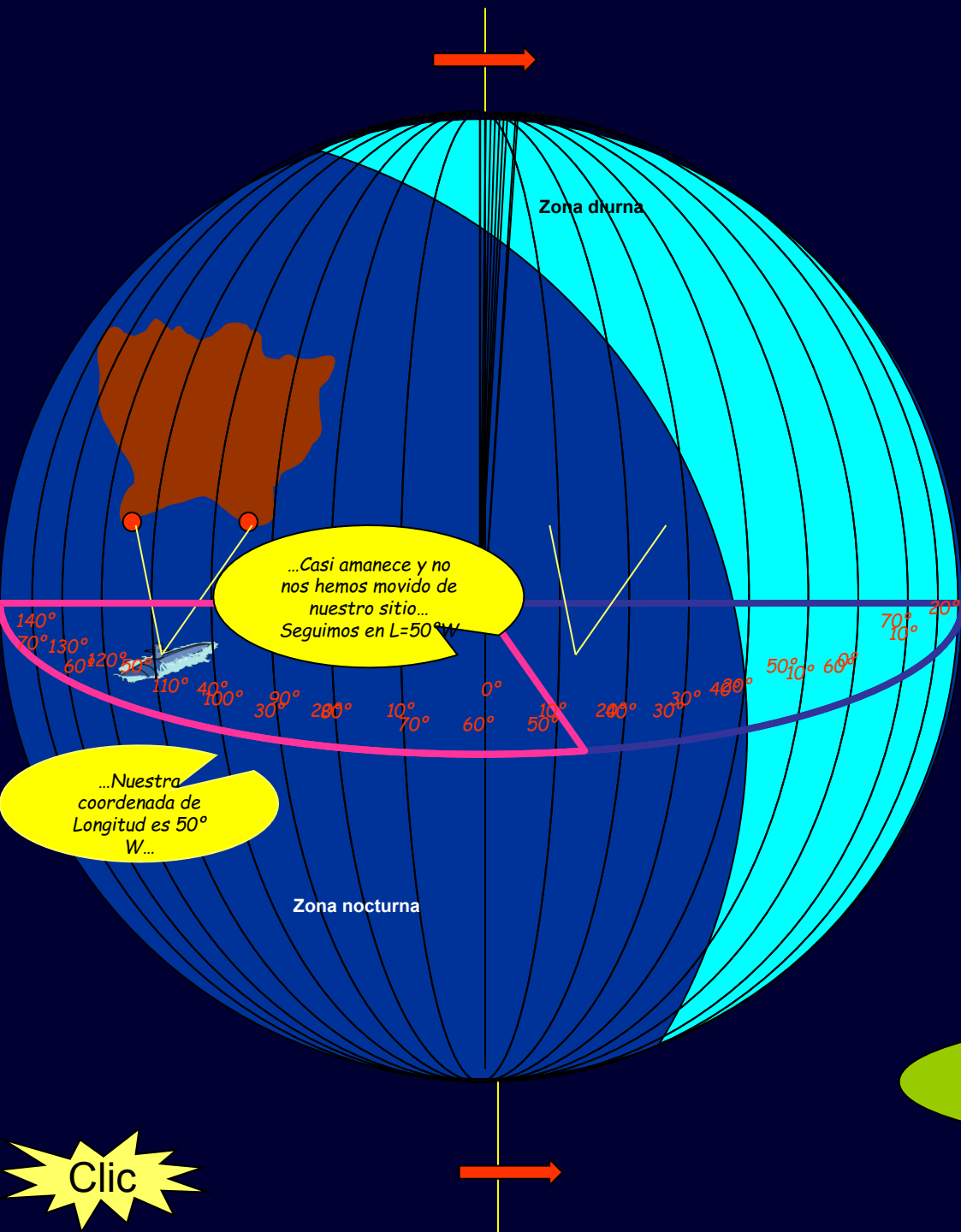
es el lugar geométrico de los puntos de la esfera que tienen la misma declinación. Es un círculo menor paralelo al ecuador (salvo que la declinación sea  $0^\circ$ , en cuyo caso el punto astral del astro está sobre el ecuador).

## EI SEMICÍRCULO HORARIO

es el lugar geométrico de los puntos de la esfera que tienen el mismo horario. Coincide con el arco de meridiano superior del astro.

Se llama DIFERENCIA ASCENSIONAL al arco de ecuador contado desde los puntos cardinales E u W hasta el pie del semicírculo horario que pasa por el astro cuando este se halla en el horizonte. Se emplea para calcular el horario al orto u ocaso de cualquier astro entrando en las tablas náuticas con la declinación del astro y la latitud del observador, o con la fórmula trigonométrica correspondiente que se estudiará más adelante.





La diferencia fundamental entre el cálculo de la situación exacta a partir de las demoras de dos o más accidentes geográficos conocidos, y el cálculo de la situación exacta a partir de la observación de los astros es que, **Independientemente del movimiento de rotación del mundo mundial**, los puntos de referencia que tomemos de la costa permanecen invariables con respecto a las coordenadas geográficas (latitud y Longitud), es decir; en este ejemplo los dos faros siempre tienen la misma situación en el globo terráqueo y el submarino, que está parado, tiene las mismas demoras de los faros, independientemente del movimiento de rotación planetario.

... Hecho este recordatorio, vamos con la explicación

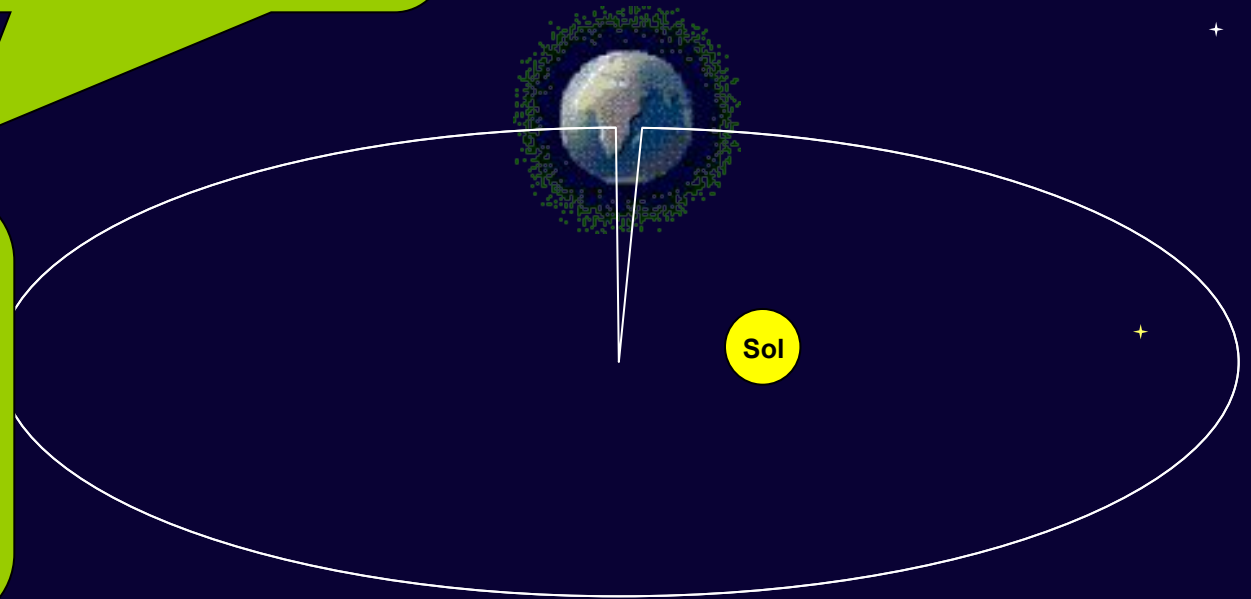


Pero en la navegación Astronómica los puntos de referencia son las estrellas y el sol... y más concretamente sus puntos astrales o “polos de iluminación, es decir; la proyección de esos astros sobre la superficie terrestre y, como se puede ver, mientras las estrellas están fijadas en la bóveda celeste, la Tierra experimenta un movimiento de rotación sobre su eje...

...Y otro de traslación alrededor del sol

Pues bien; para situarnos con el sol o las estrellas necesitamos situar las coordenadas horarias del sol o de las estrellas, es decir: su declinación y el horario que tengan respecto del meridiano del observador, en el momento justo de hacer la observación (al medir la altura del astro sobre el horizonte)...

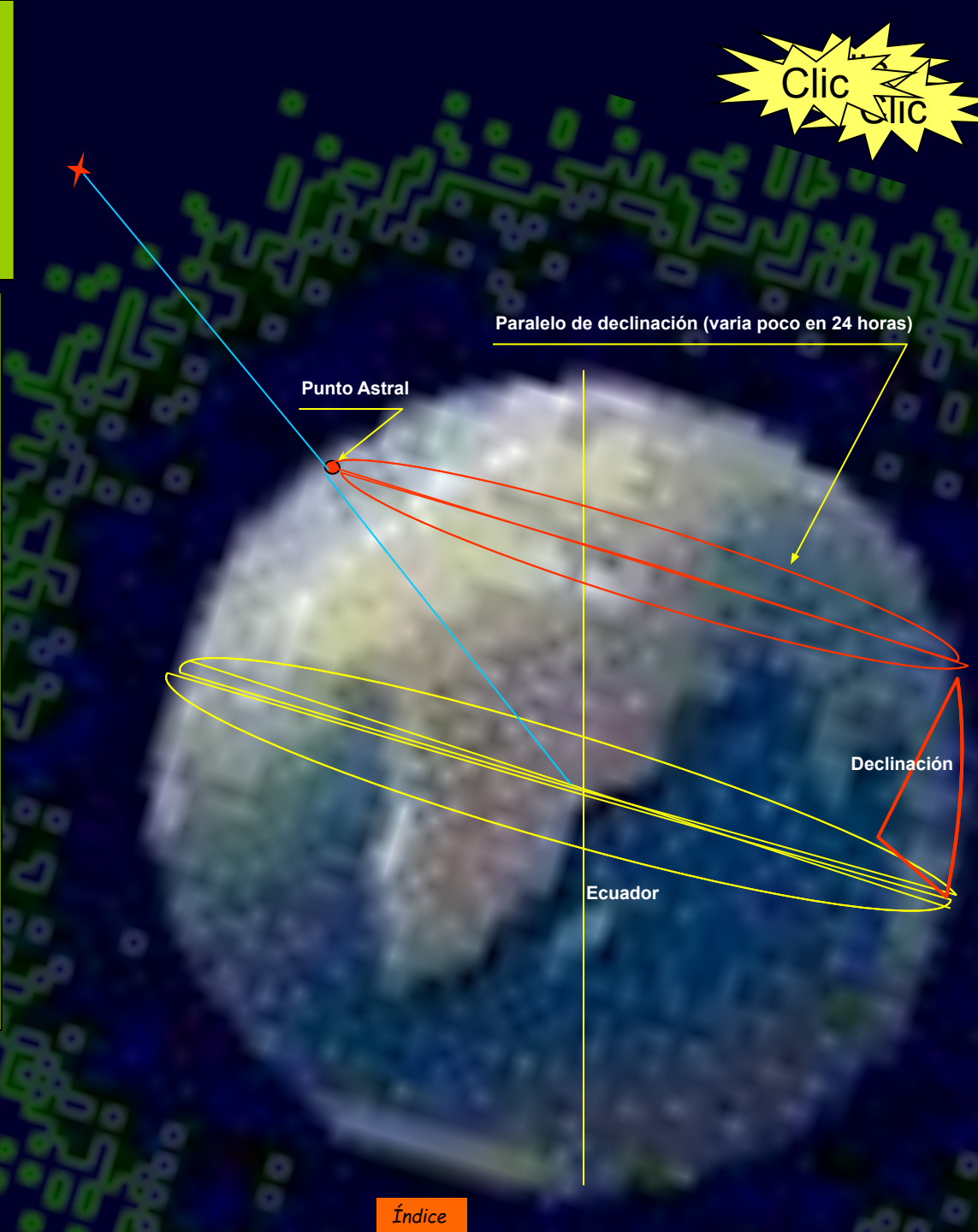
...Ya que en las fórmulas que se emplean para el cálculo de una recta de altura intervienen la latitud de estima, la declinación y el horario del astro en el lugar





Con la rotación y la traslación, a lo largo del día la situación geográfica de la proyección sobre la Tierra de un astro (el denominado polo de iluminación o punto astral) varía. **De lo que se trata es de situar los puntos astrales con sus coordenadas horarias y una vez situados esos puntos es cuando se podrá situar el observador.**

En menor medida varía su declinación (la altura sobre el ecuador), pero su horario varía en 24 horas desde  $180^\circ$  E hasta  $180^\circ$  W, es decir;  $360^\circ$ . Recordemos que el horario es el equivalente a la coordenada de Longitud pero tomando como referencia el meridiano superior del lugar desde donde se hace la observación, en lugar del meridiano  $0^\circ$ . Este meridiano superior se mueve respecto del polo de iluminación; si el polo de iluminación está sobre el meridiano desde donde se hace la observación (meridiano superior), en las 12 horas siguientes el meridiano del observador se habrá alejado del polo de iluminación  $180^\circ$  por el ESTE (dejando al punto astral por el W) ... y en las siguientes 12 horas se acercará otros  $180^\circ$  por el W (estando el polo de iluminación al ESTE del meridiano del observador) y recordemos también que la declinación del astro es la latitud que tiene el polo de iluminación ...

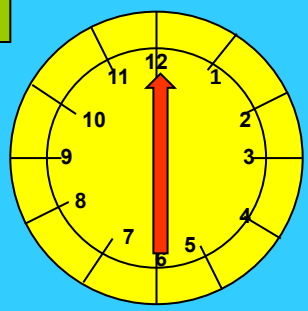
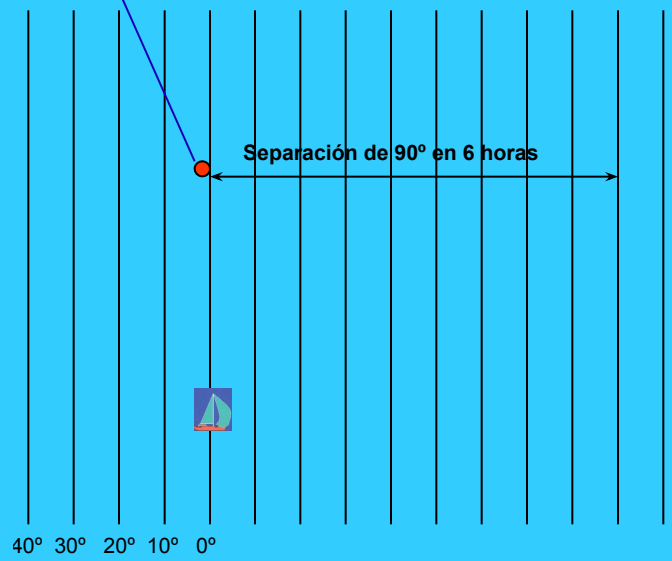
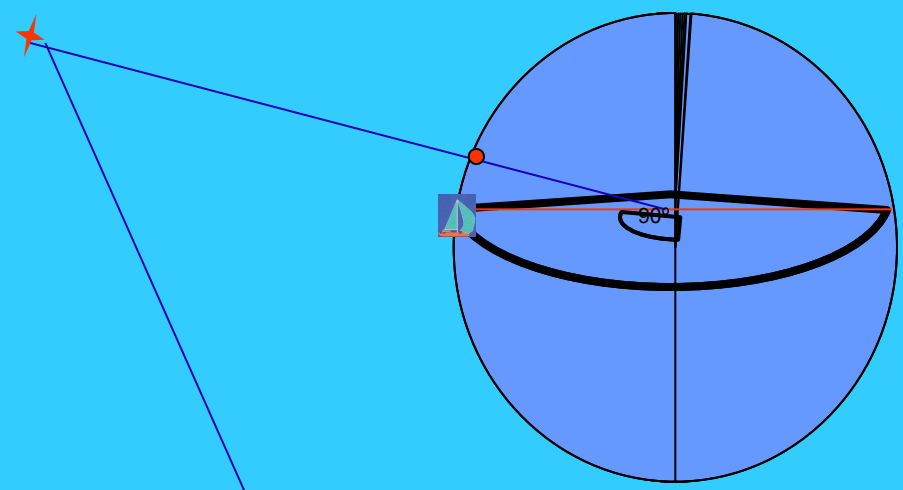


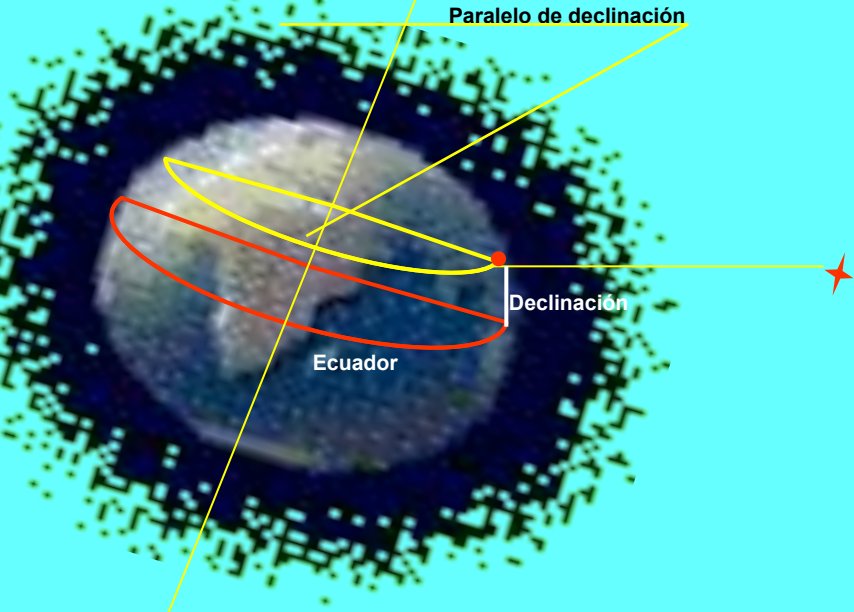
Como hemos podido ver, aunque el plano de declinación no varía demasiado en un giro completo de la Tierra, el horario del astro (o lo que es lo mismo: del polo de iluminación) varía  $360^\circ$  en 24 horas.

Ejemplo: En un momento dado el barco tiene al astro en el meridiano superior, y supongamos que este sea el meridiano  $0^\circ$ , de Greenwich...

Al cabo de 6 horas, debido a la rotación de la Tierra, el meridiano de situación del barco se ha desplazado  $90^\circ$  respecto del polo de iluminación ...

Total que, así de repente, no parece que uno pueda situarse tomando como punto de referencia a los astros ya que estos no se están quietos, a diferencia de los puntos conocidos de la costa (salvo por la tectónica de las placas...) (repito por enesima vez que astros y puntos astrales y polos de iluminación es, a estos efectos, exactamente lo mismo) Sin embargo....





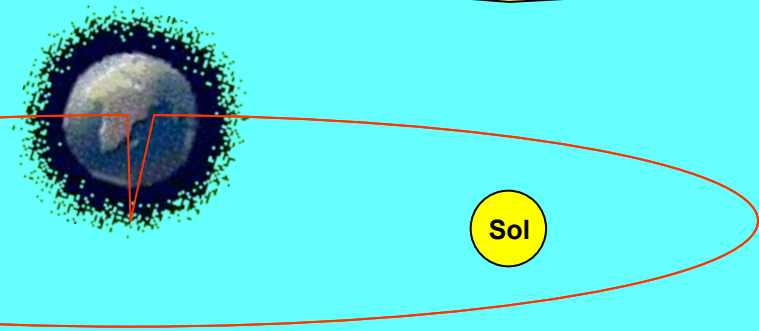
...Yo de ti centraría mi atención en el ojo izquierdo...¡JA, JA, JA!!...

Bromas aparte, la pregunta es buena pero todo tiene su explicación, veamos:

Efectivamente es obvio lo que varía la coordenada de longitud debido al movimiento de rotación terrestre, y parece evidente también que el punto astral describe un círculo menor paralelo al ecuador por lo que, en apariencia, en todos los puntos de ese círculo menor la declinación del astro es la misma (Astro, polo de iluminación o punto astral, es lo mismo) ...

pero el asunto es que al movimiento de rotación de la tierra, hay que añadirle el de traslación... pues bien: este movimiento de traslación es el responsable de que la declinación del sol, en un día, varíe en unos pocos minutos. En el Almanaque Náutico las declinaciones del sol y los planetas vienen reflejadas para cada día en intervalos de 1 hora, y para las estrellas vienen reflejadas para cada mes.

Veo claro lo que varia la coordenada de Longitud entre el observador y el polo de iluminación de un astro **en función del tiempo**. Pero no veo como puede variar la declinación... aunque sea poco...



# BOQUERÓN II





¿Cómo es posible que en el almanaque náutico vengan reflejados todos los horarios de las estrellas? Lo digo porque, redondeando al grado, es decir, sin tener en cuenta los minutos y segundos de longitud, el meridiano del observador puede estar en 360 lugares diferentes. Ejemplo: el observador está en una Longitud "X", entonces el almanaque debe de tener, para cada estrella, el horario que le corresponde para esa Longitud desde la que está siendo observado...

...Y eso no es todo, porque, además, ese horario es válido a una hora, minuto y segundo dado, pues al segundo siguiente el horario ha variado ya que nuestro meridiano ha cambiado de lugar respecto del polo de iluminación, alejándose o acercándose... total que en almanaque náutico tendría que haber miles de horarios para cada estrella... se puede calcular: redondeando al grado (sin tener en cuenta los minutos y segundos de Longitud del meridiano del observador) hacen falta 360 horarios distintos para cada estrella (180 hacia el E y 180 hacia el W), Y esos 360 horarios cambian a cada segundo... Para 12 horas harían falta : $12 \times 360 = 4320$  horarios distintos, si multiplicamos por 60 tendremos los horarios que harían falta minuto a minuto:  $4320 \times 60 = 259200$ ... y si esa cifra la multiplicamos por 60, obtendremos los horarios para cada segundo del día, de un astro observado desde cualquier "grado" de Longitud...  $259200 \times 60 = 15552000$  horarios distintos. Eso redondeando las Longitudes del observador al grado. Un grado tiene 60 minutos... si quisieramos los horarios para longitudes del observador teniendo en cuenta los minutos habría que multiplicar otra vez por 60...

...Mmmm...Y todo eso para una sola estrella... Pues en el almanaque vienen 99 estrellas !Qué pasada!  
Ese almanaque debe ser más gordo que el libro de Petete.



## BOQUERÓN II



Sin embargo el almanaque náutico resuelve el problema de los horarios para el sol, la luna y todas y cada una de las 99 estrellas que en él figuran, estando el observador en cualquier Longitud y a cualquier hora del día los 365 días del año...  
...Y en pocas páginas!

Para el sol se basa en las **coordenadas horarias respecto del meridiano de Greenwich**, y para las **estrellas** se sirve de las **coordenadas Uranográficas Ecuatoriales**...

...Por vuestras caras veo que quizá sería conveniente repasar el tema de las **coordenadas URANOGRÁFICAS ECUATORIALES**... Ahora toca una pequeña y amena charla pues antes de entrar con las **coordenada Uranográficas ecuatoriales** hace falta tener claros dos conceptos: la **eclíptica** y el **Zodiaco**....

...Si, considero oportuna esa sugerencia...

Me adhiero a ese planteamiento

¡Uy! ¡Qué chicos tan cultos! Ja, Ja, Ja...!  
¡No tenéis ni idea!



## BOQUERÓN II

Clic

Índice

**ECLIPTICA** : Es la orbita aparente que describe el sol alrededor de la tierra de occidente a oriente en un año. Es una circunferencia de círculo máximo. El plano de la eclíptica forma con el ecuador un ángulo de 23°- 27' y los dos puntos ♈ (Aries) y ♎(Libra) en que la ecliptica corta al ecuador se llaman puntos equinocciales, porque al encontrarse el sol en ellos tiene declinación cero y el día es igual a la noche en cualquier lugar de la superficie terrestre. A Aries se le da el nombre de **primer punto de Aries, punto equinoccial de primavera, o punto vernal**. A Libra se le llama **primer punto de libra o punto equinoccial de otoño**.

Se llaman solsticios a los puntos que distan 90° de los equinoccios y en ellos el sol alcanza su valor máximo de declinación de 23° -27' empezando, a partir de ahí, a decrecer su valor hasta el siguiente punto equinoccial. En el hemisferio norte, al punto de mayor valor positivo (N) de la declinación del sol se le llama solsticio de verano y al de mayor valor negativo (S) solsticio de invierno.

El plano de la eclíptica divide a la esfera celeste en dos hemisferios que reciben el nombre de Norte el que contiene la estrella polar y sur el opuesto (que contiene a la estrella cruz del sur)

El círculo máximo que pasa por los polos del mundo y por los puntos equinocciales se llama **coluro de los equinoccios**. Y el que pasa por los polos y los puntos solsticiales recibe el nombre de **coluro de los solsticios**.

### **ZODIACO:**

Es una zona esférica formada por círculos menores paralelos a la eclíptica separados a ambos lados de ella unos 9°. Todos los planetas, excepto Plutón, describen sus órbitas dentro de esta zona de unos 18° a la cual se le da el nombre de Zodíaco.

El zodíaco está dividido en 12 partes iguales, de 30° cada una, recibiendo dichas partes el nombre de signos de las constelaciones que hace 2000 años ocupaba su parte correspondiente( Hiparco, 150 a.c.).

En el sentido que el sol recorre la eclíptica en su movimiento aparente anual, tomando como origen el equinoccio de primavera, los signos zodiacales son: Aries(♈), Tauro(♉), Géminis(♊), Cáncer(♋), Leo(♌), Virgo(♍), Libra(♎), Escorpión(♏), Sagitario(♐), Capricornio(♑), Acuario(♒) y Piscis(♓).

El signo de Aries se extiende desde la Longitud celeste 0° hasta la de 30°, el de Tauro desde 30° a 60°, y así sucesivamente.

Por efecto de la precesión de los equinoccios durante los 2000 años transcurridos desde que se ideó el zodíaco, el primer punto de Aries se ha trasladado cerca de 30°, originando que actualmente el lugar de la constelación de Aries lo ocupe la de Piscis, y Libra ocupe la de Virgo.

### **Coordenadas**

Aunque el ángulo de la eclíptica con el ecuador permanece constante, los puntos de intersección de Aries y Libra, debido a la precesión de los equinoccios se van moviendo y da lugar a que el punto vernal tenga un movimiento retrogrado ( en el sentido de las agujas del reloj visto desde el polo N) de 50,2" de arco cada año.

Podemos ver algún esquema?

¿Alguna pregunta?

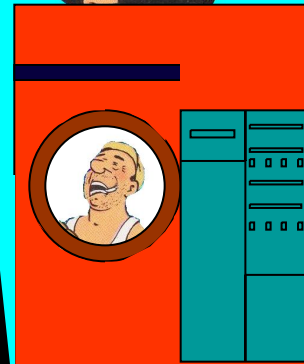
...Mmmm... Si.



## **BOQUERÓN II**

Clic

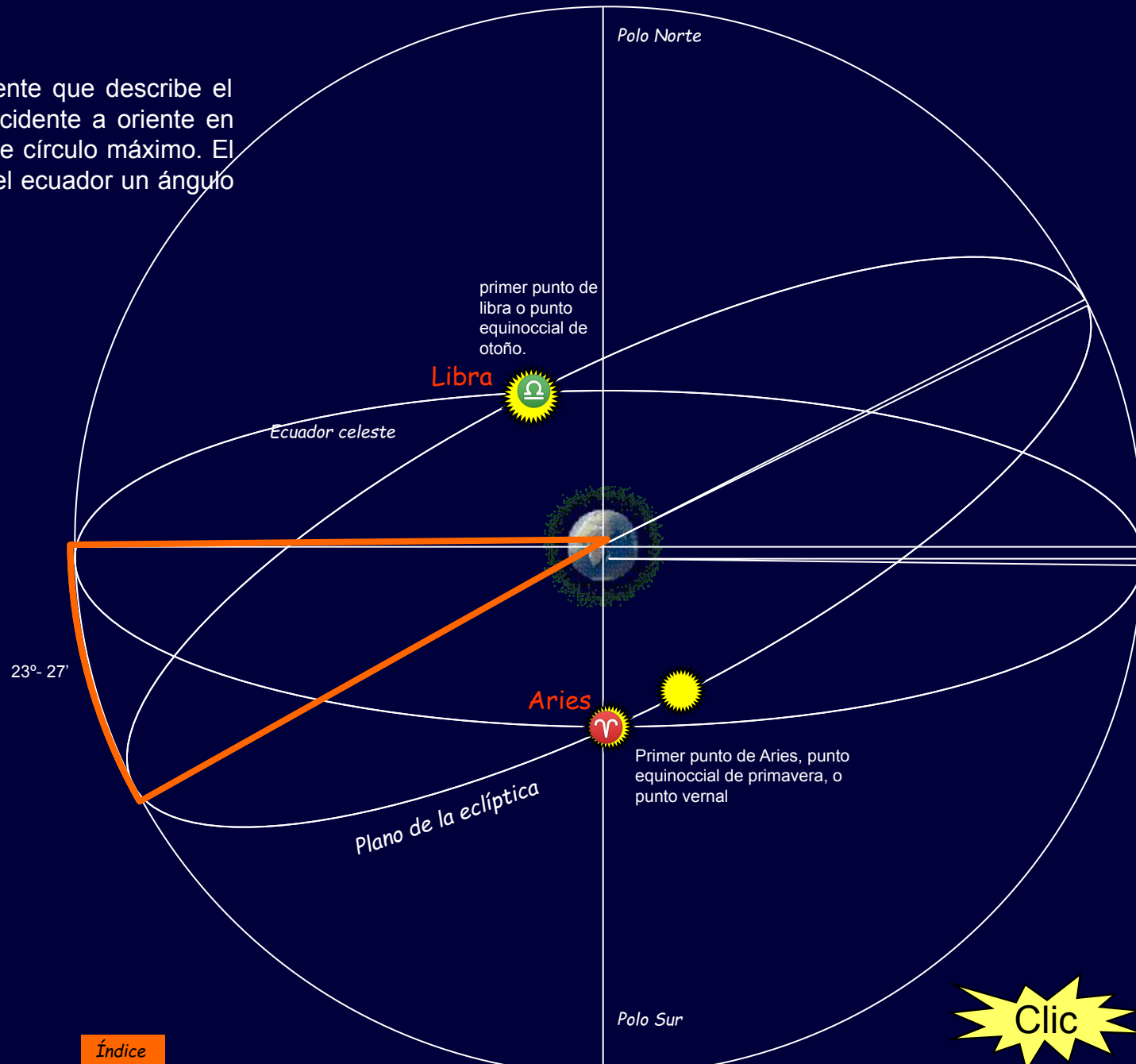
Índice



...Para los esquemas de la eclíptica y el Zodíaco vamos a considerar a la tierra como un punto fijo en el cielo (Geocéntrica), y consideramos también la prolongación de los polos y del ecuador terrestres en la bóveda celeste...

**ECLIPTICA** : Es la órbita aparente que describe el sol alrededor de la tierra de occidente a oriente en un año. Es una circunferencia de círculo máximo. El plano de la eclíptica forma con el ecuador un ángulo de  $23^{\circ}-27'$

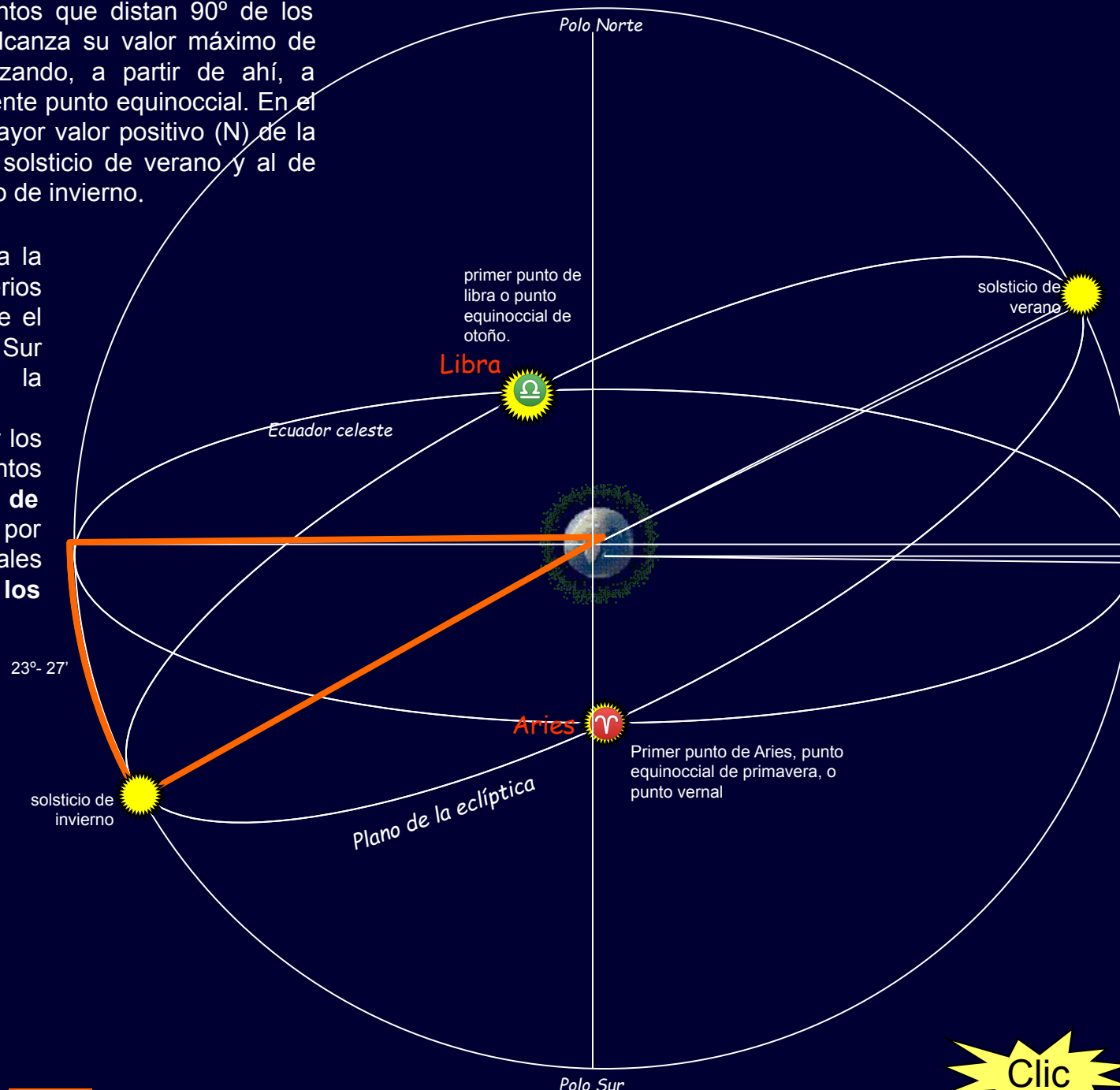
.. los dos puntos en que la eclíptica corta al ecuador en  $\text{♈}$  (Aries) y en  $\text{♎}$  (Libra), se llaman puntos equinociales porque cuando se encuentra el sol ellos su declinación cero, el sol se encuentra en el plano del ecuador y el día es igual a la noche en cualquier lugar de la superficie terrestre. A Aries se le da el nombre de primer punto de Aries, punto equinoccial de primavera, o punto vernal. A Libra se le llama primer punto de libra o punto equinoccial de otoño.



Se llaman **solsticios** a los puntos que distan  $90^\circ$  de los equinoccios y en ellos el sol alcanza su valor máximo de declinación de  $23^\circ - 27'$  empezando, a partir de ahí, a decrecer su valor hasta el siguiente punto equinoccial. En el hemisferio norte, al punto de mayor valor positivo (N) de la declinación del sol se le llama solsticio de verano y al de mayor valor negativo (S) solsticio de invierno.

El plano de la eclíptica divide a la esfera celeste en dos hemisferios que reciben el nombre de Norte el que contiene la estrella polar y Sur el opuesto (que contiene a la estrella cruz del sur)

El círculo máximo que pasa por los polos del mundo y por los puntos equinociales se llama **coluro de los equinoccios**. Y el que pasa por los polos y los puntos solsticiales recibe el nombre de **coluro de los solsticios**



**Zodiaco** Es una zona esférica formada por círculos menores paralelos a la eclíptica separados a ambos lados de ella unos 9°. Todos los planetas, excepto Plutón, describen sus órbitas dentro de esta zona de unos 18° a la cual se le da el nombre de Zodíaco.

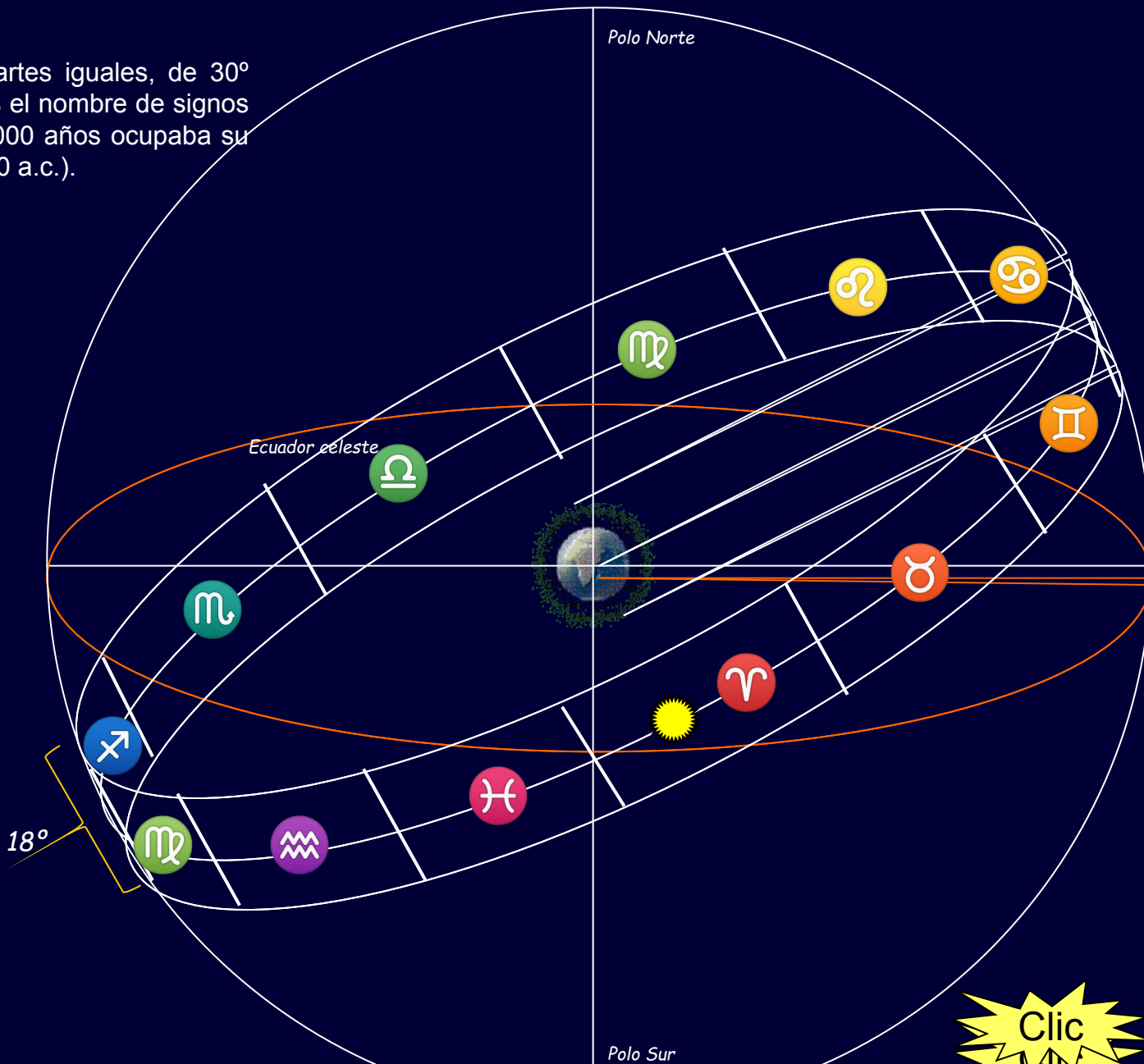
El zodiaco está dividido en 12 partes iguales, de 30° cada una, recibiendo dichas partes el nombre de signos de las constelaciones que hace 2000 años ocupaba su parte correspondiente( Hiparco, 150 a.c.).

En el sentido que el sol recorre la eclíptica en su movimiento aparente anual, tomando como origen el equinoccio de primavera, los signos zodiacales son; Aries(♈), Tauro (♉), Géminis (♊), Cáncer(♋), Leo (♌), Virgo (♍), Libra (♎), Escorpión (♏), Sagitario (♐), Capricornio (♑), Acuario (♒) y Piscis (♓).

El signo de Aries se extiende desde la Longitud celeste 0° hasta la de 30°, el de Tauro desde 30° a 60°, y así sucesivamente

Por efecto de la precesión de los equinoccios durante los 2000 años transcurridos desde que se ideó el zodiaco, el primer punto de Aries se ha trasladado cerca de 30°, originando que actualmente el lugar de la constelación de Aries lo ocupe la de Piscis, y Libra ocupe la de Virgo.

Coordenadas  
Aunque el ángulo de la eclíptica con el ecuador permanece constante, los puntos de intersección de Aries y Libra, debido a la precesión de los equinoccios se van moviendo y da lugar a que el punto vernal tenga un movimiento retrogrado ( en el sentido de las agujas del reloj visto desde el polo N) de 50,2" de arco cada año.



18°

Índice

Clic

## COORDENADAS URANOGRÁFICAS

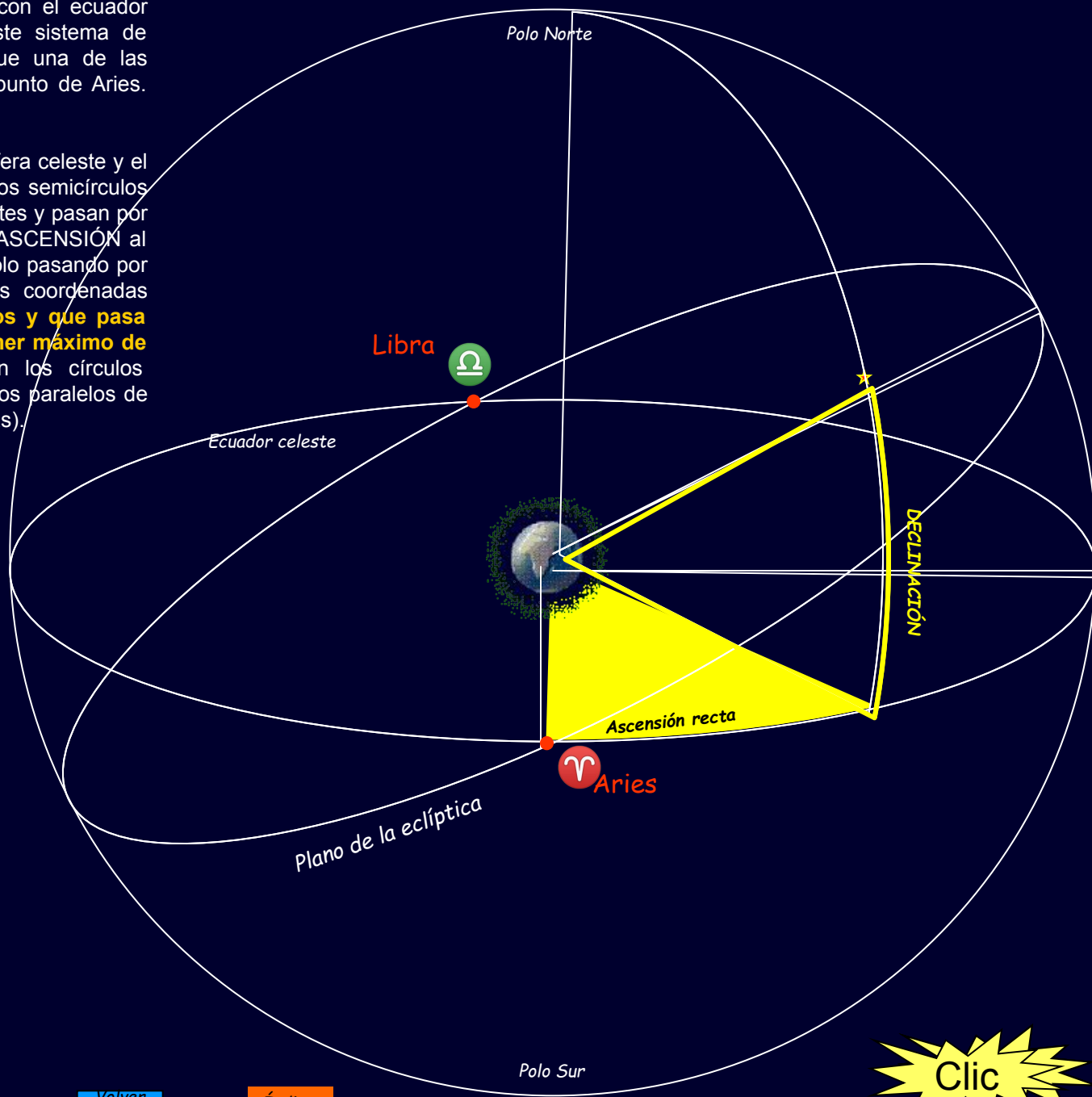
Sirven para situar una estrella en relación con el ecuador celeste y el primer punto de Aries. En este sistema de coordenadas interviene la eclíptica, ya que una de las coordenadas se cuenta a partir del primer punto de Aries. Las coordenadas uranográficas son:

DECLINACIÓN y la ASCENSIÓN RECTA.

El polo fundamental es el polo norte de la esfera celeste y el círculo fundamental es el ecuador celeste. Los semicírculos secundarios son los que unen los polos celestes y pasan por el centro del astro, y se llama MÁXIMO DE ASCENSIÓN al semicírculo que va del ecuador celeste al polo pasando por el astro (equivale a una declinación en las coordenadas horarias). **El semicírculo que une los polos y que pasa por el primer punto de Aries se llama primer máximo de ascensión.** Los paralelos secundarios son los círculos menores paralelos al ecuador celeste llamados paralelos de declinación (como en las coordenadas horarias).

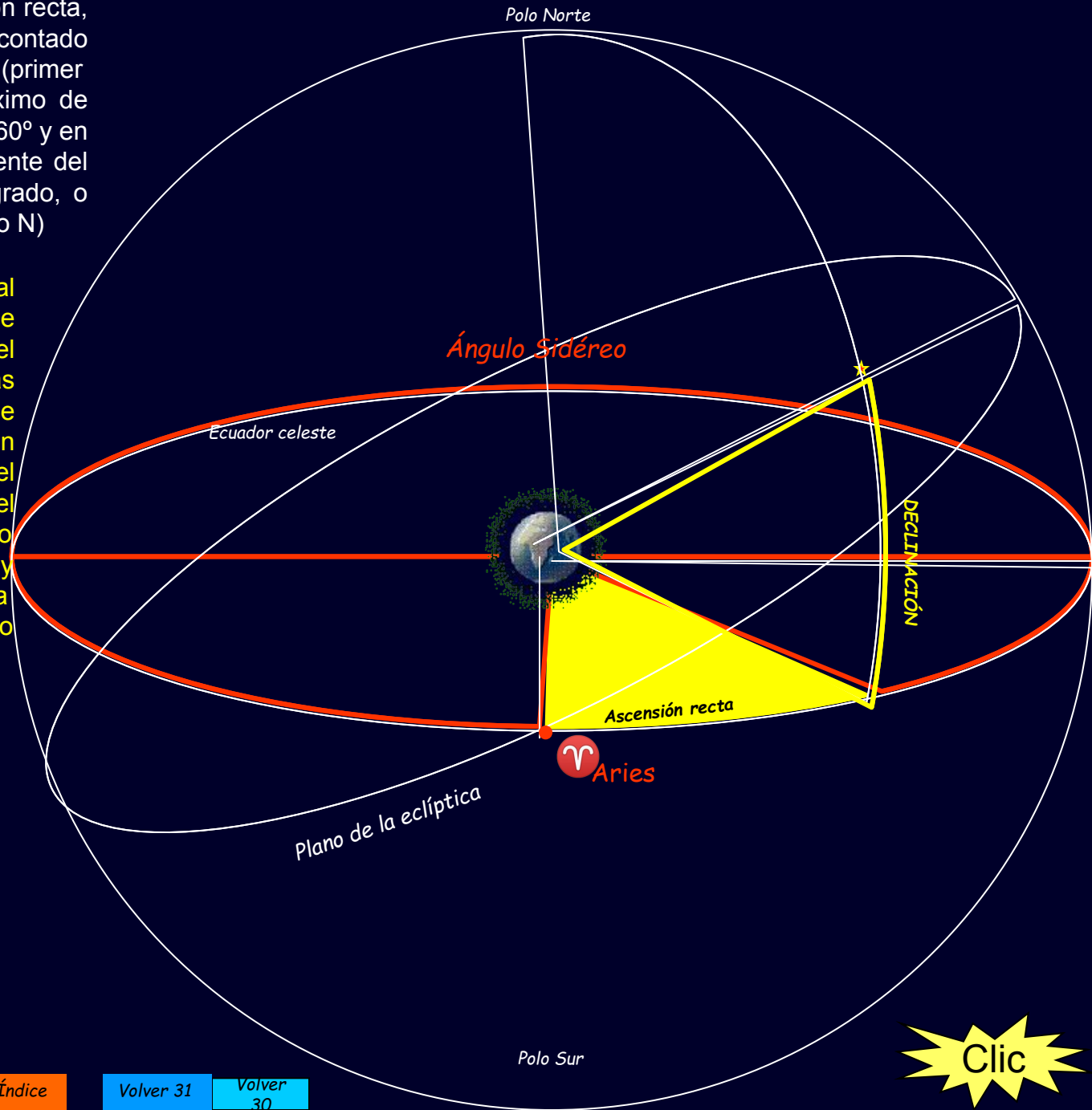
**La DECLINACIÓN** es el arco de máximo de ascensión contado desde el ecuador hacia el astro de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  hacia el N o hacia el S. El arco de máximo de ascensión comprendido entre el polo elevado y el centro del astro se llama distancia polar o codeclinación, como en las coordenadas horarias, y, al igual que estas, puede ser menor de  $90^\circ$  o mayor según sean de la misma especie la latitud del observador y la declinación del astro (en el mismo hemisferio a contar desde el ecuador) o de distinta especie (en hemisferios distintos el observador y el astro).

**La ASCENSIÓN RECTA** es el arco de ecuador celeste comprendido entre el primer máximo de ascensión y el máximo de ascensión correspondiente al astro de que se trate. Se cuenta de  $0^\circ$  a  $360^\circ$  o de 0h a 24h, a partir del primer máximo de ascensión en el sentido del movimiento aparente del sol en la eclíptica (en sentido directo, que es el sentido contrario a las agujas del reloj).



Normalmente se usa el **ÁNGULO SIDÉREO** que es igual a 360 menos la ascensión recta, es decir; es igual al arco de ecuador contado a partir del primer punto de Aries (primer máximo de ascensión) hasta el máximo de ascensión del astro contado de 0° a 360° y en sentido contrario al movimiento aparente del sol en la eclíptica (en sentido retrógrado, o sea; sentido horario visto desde el polo N)

... Este sistema de coordenadas, al contrario de las azimutales (que dependen de la posición del observador) o de las horarias (en las que el horario depende, asimismo, de la posición del observador), son independientes de la posición del mismo y pueden ser publicadas en el [almanaque](#): **DECLINACIÓN** del sol o la estrella respecto del ecuador, y **ÁNGULO SIDÉREO** de la estrella respecto del primer punto de Aries, o punto vernal,



... Este sistema de coordenadas, al contrario de las azimutales (que dependen de la posición del observador) o de las horarias (en las que el horario depende, asimismo, de la posición del observador), son independientes de la posición del mismo y pueden ser publicadas en el almanaque: Del sol nos dice la **DECLINACIÓN** respecto del ECUADOR CELESTE. Y, **de las estrellas**, la **DECLINACIÓN** respecto del ecuador, y **ÁNGULO SIDÉREO** respecto del primer punto de Aries, o punto vernal,

Todo esto ha estado muy bien y ha sido muy bonito, pero... ¿qué tienen que ver estas coordenadas Uranográficas ecuatoriales con el Almanaque Náutico?

...Yo diría que está dormido...

...Err Fritz, ya me explicará para qué demonios necesitaba la llave de mi camarote en el caso de estar yo muerto... Espero que la explicación sea buena... ahora vaya a hacer su guardia al timón.

No puede ser... será que no me ha oído...

Claro que no te ha oído... porque está dormido..., mírale... si hasta se le cae la baba por las barbas...

esto me quedado

...Por cierto, no estoy dormido....

Uranográficas...

...Estoy durmiendo...  
Zzzz...

...A lo peor está muerto...

¡Sssshhh! ¡Rápido, antes de que se enteren los demás... cógele la llave de su camarote....!

...Lo que es la edad...



## BOQUERÓN II

Clic

[volver a Eclíptica y Zodiaco](#)

[Índice](#)



Inaceptable...

...Yo creo que nuestro capitán está senil... nos va a echar a pique si no tomamos medidas al respecto...

...Y después de meternos un rollo sobre las coordenadas uranográficas, va y se queda dormido... pero en cuestión de segundos...

¿Qué medidas sugiere Vd.?

Bueno, ya que Vd. Lo menciona.....

Pienso que, dadas las circunstancias, en este barco hay personas más competentes para ejercer el mando...

¿Está hablando de un motín?

¡Ostras, el capitán!

Aaah hh!!

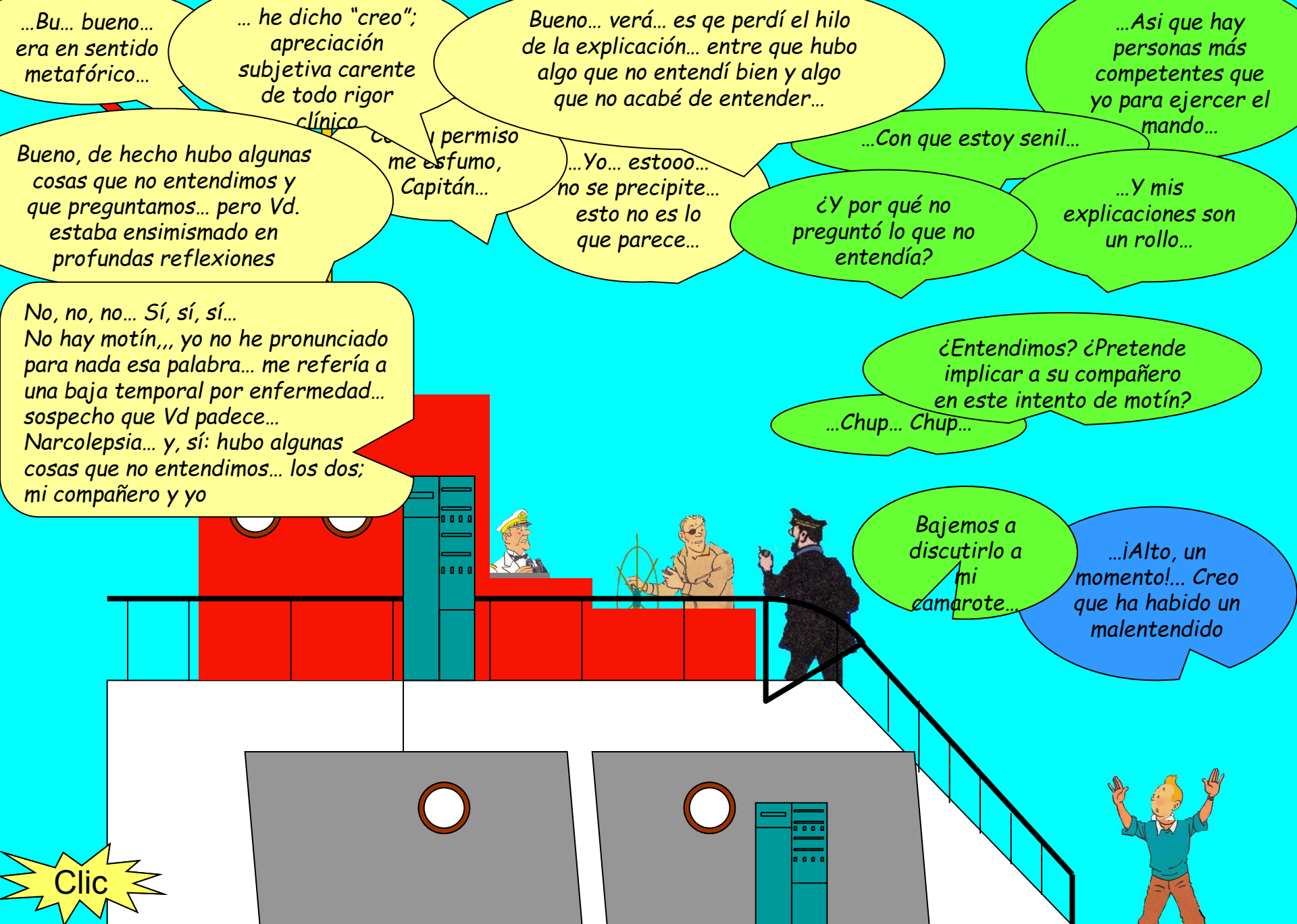
¡Buh!

...!  
i...  
D..

Clic

[volver a Eclíptica y Zodiaco](#)

[Índice](#)



...Bu... bueno...  
era en sentido  
metafórico...

... he dicho "creo";  
apreciación  
subjettiva carente  
de todo rigor  
clínico

Bueno... verá... es qe perdí el hilo  
de la explicación... entre que hubo  
algo que no entendí bien y algo  
que no acabé de entender...

...Asi que hay  
personas más  
competentes que  
yo para ejercer el  
mando...

Bueno, de hecho hubo algunas  
cosas que no entendimos y  
que preguntamos... pero Vd.  
estaba ensimismado en  
profundas reflexiones

... y permiso  
me esfumo,  
Capitán...

...Yo... esto...  
no se precipite...  
esto no es lo  
que parece...

...Con que estoy senil...

¿Y por qué no  
preguntó lo que no  
entendía?

...Y mis  
explicaciones son  
un rollo...

No, no, no... Sí, sí, sí...  
No hay motín,, yo no he pronunciado  
para nada esa palabra... me refería a  
una baja temporal por enfermedad...  
sospecho que Vd padece...  
Narcolepsia... y, sí: hubo algunas  
cosas que no entendimos... los dos;  
mi compañero y yo

¿Entendimos? ¿Pretende  
implicar a su compañero  
en este intento de motín?

...Chup... Chup...

Bajemos a  
discutirlo a  
mi  
camarote...

...¡Alto, un  
momento!... Creo  
que ha habido un  
malentendido

Clic

**Clic**

Menos mal que has aparecido... ¡Me acusa de promover un motín a bordo!

¡Mentira podrida! Lo que yo comentaba que te quedabas dormido en medio de la explicación...

Ese es un comentario tendencioso que no estoy dispuesto a permitir!...

...Estabas incitando a la rebelión al segundo oficial...

... y...¿Quién es más competente para ejercer el mando...? ¿Acaso tú, con tu "amplia visión" de las cosas?

...¡Y yo no estoy dispuesto a permitir que me llamen senil ni a que se cuestione mi competencia en el mando de este barco!...

**¡BASTA!**



Eso explica muchas cosas... pero tenía que haberlo dicho antes... ¡Hombre!

Halla paz, capitán... Todo ha sido un mal entendido. He hablado con el médico de a bordo y me ha contado lo de su problema de narcolepsia...

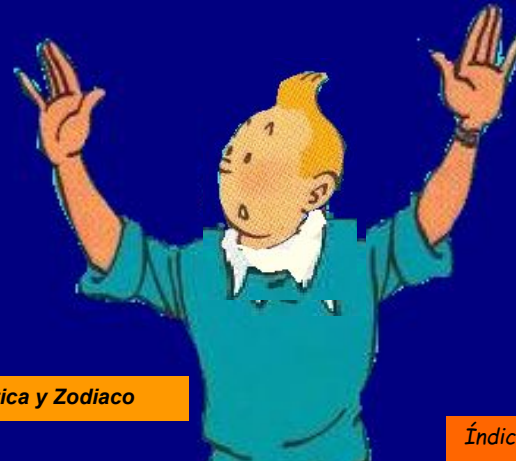
Ese matasanos es un bocazas...

¿Cómo se calculan los horarios del sol y de los astros con las coordenadas uranográficas...? Porque lo que nos dice **del sol** el Almanaque Náutico es la **DECLINACIÓN** respecto del **ECUADOR CELESTE** y el **HORARIO** respecto del meridiano de Greenwich, para todos los días del año... Y no acabo de entender para qué nos sirve eso a la hora de situarnos en la carta.

...Bueno, ¿y qué es lo que he explicado que no habéis entendido?

...Y de las estrellas nos dice el valor del Ángulo Sidéreo y la declinación para cada mes del año... ¿Y con eso qué hacemos?

Bueno, vallamos por partes...



Clic

[volver a Eclíptica y Zodiaco](#)

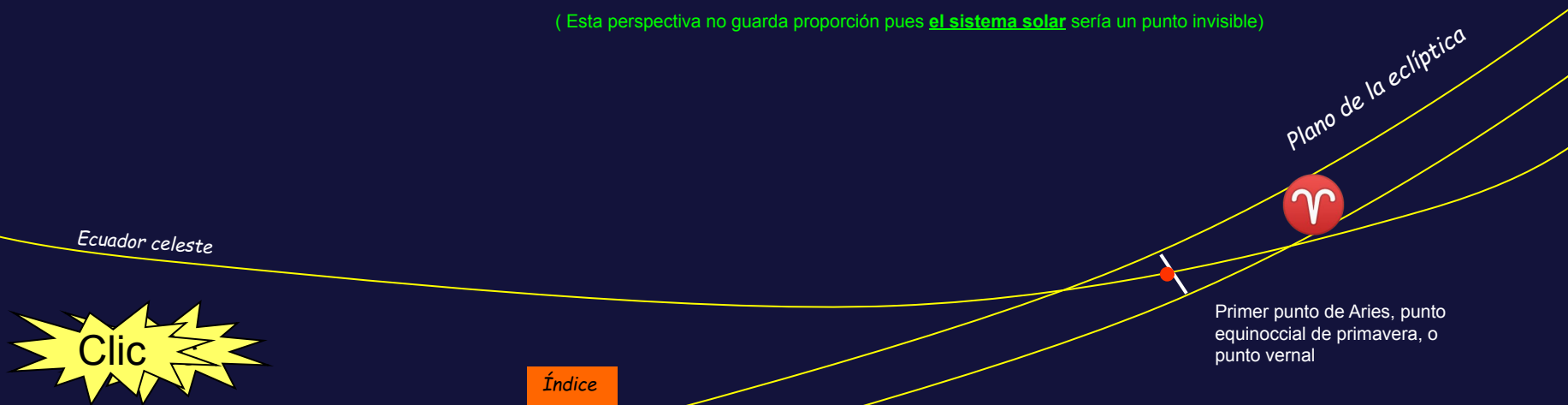
[Índice](#)

## CÁLCULO DE LAS COORDENADAS HORARIAS DEL SOL

Para hallar nuestra situación en relación con el punto astral, o polo de iluminación, del sol (recordemos que es la proyección del sol sobre la tierra), lo primero que hemos de hacer es situar el sol con sus coordenadas horarias respecto del meridiano de Greenwich; declinación y horario. A diferencia del observador que puede estar en cualquier punto del globo, el meridiano de Greenwich está en una situación geográfica conocida. Una vez situado ese punto astral es cuando nosotros, sumando o restando nuestra longitud al horario hallado, calculamos el horario del sol respecto del meridiano de nuestra posición, la declinación del sol es un valor que hallamos con el almanaque, con lo que ya tendremos las coordenadas horarias del sol respecto de nuestra posición. Hecho esto estaremos en condiciones de confeccionar una recta de altura. Pues bien: el Almanaque Náutico nos da para cada día y de hora en hora las declinaciones del sol y el horario respecto de Greenwich. Vamos a ver cómo hace el almanaque tan magna hazaña...

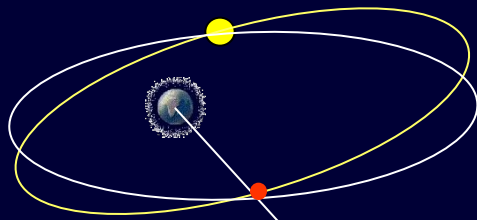
Ya hemos visto que los puntos equinociales no cambian de posición con respecto al globo terráqueo a pesar de la órbita terrestre alrededor del sol; la tierra se mueve alrededor del sol, pero lo hace en un área muy pequeña en relación a la astronómica distancia que le separa del punto vernal, de tal manera que si estuviéramos en dicho lugar, veríamos a la órbita terrestre alrededor del sol como un punto. Por eso, a lo largo del año, el primer punto de Aries no varía, apenas, de posición, siendo por ello una coordenada fija.

( Esta perspectiva no guarda proporción pues [el sistema solar](#) sería un punto invisible)



Clic

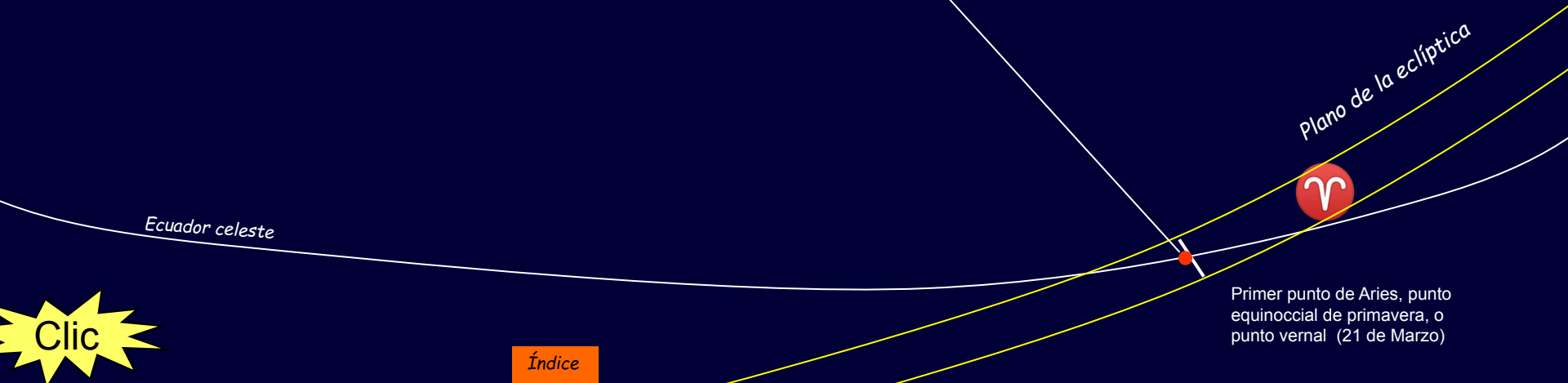
Índice



Y hemos visto también que a los efectos de las coordenadas uranográficas consideramos una órbita geocéntrica en la que el sol gira describiendo una órbita inclinada  $23^{\circ}27'$  con respecto del ecuador celeste (que es una prolongación del ecuador geográfico). Los puntos en los que se cortan ambos planos son los primeros puntos de Aries y Libra (cuando comienza Aries y Libra, el 21 de Marzo y el 23 de Septiembre respectivamente). En estos puntos la declinación del sol vale  $0^{\circ}$ .

Vamos a aproximar la imagen de la órbita geocéntrica...

( Esta perspectiva no guarda proporción pues el sistema solar sería un punto invisible)



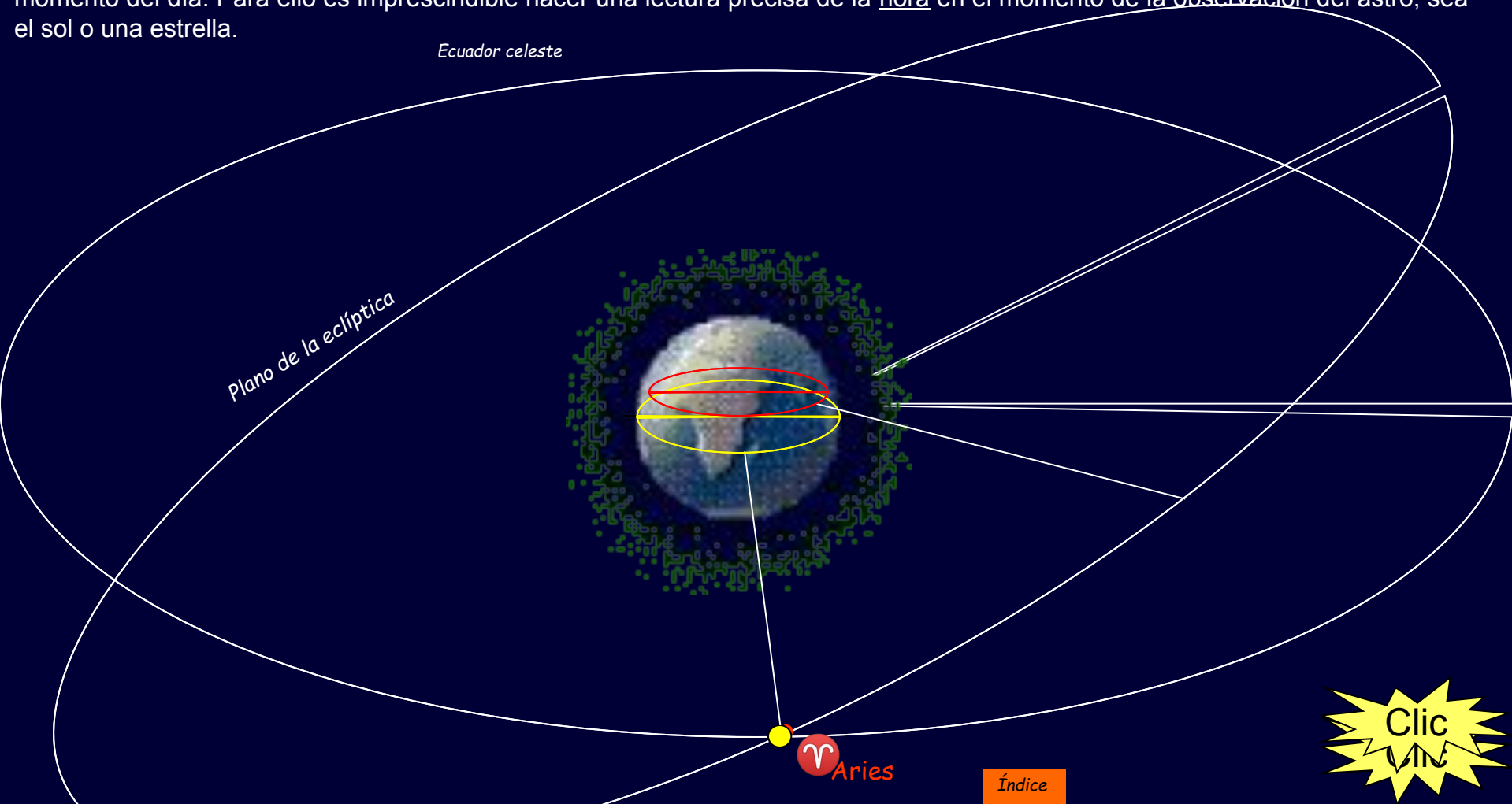
Índice

Primer punto de Aries, punto equinoccial de primavera, o punto vernal (21 de Marzo)

Imaginemos el sol el día 21 de Marzo; tiene una declinación de  $0^\circ$  sobre el ecuador terrestre y, por extensión, celeste. Vemos que el plano de declinación coincide con el ecuador, es decir; el 21 de Marzo, la declinación del sol vale  $0^\circ$ , o un valor muy próximo a  $0^\circ$ , Como se puede ver en el almanaque de 2003 la declinación varía a lo largo del día entre  $00^\circ-01'$  (+) y  $00^\circ-22,7'$  (+).

Otro día cualquiera el sol, en su recorrido por la eclíptica, ocupará otra posición, con una declinación que ya no valdrá  $0^\circ$ , eso significa que su polo de iluminación no coincidirá con el ecuador, es decir; el paralelo de declinación del sol será un círculo menor que, eso sí, será paralelo al ecuador. En cualquier caso, en el almanaque náutico vienen reflejadas las declinaciones del sol en intervalos de una hora todos los días del año.

El Almanaque Náutico también nos indica el horario del sol en Greenwich, en intervalos de una hora, pero con la ayuda de las tablas de correcciones (incluidas en el almanaque) podemos calcular el horario del sol respecto de Greenwich en cualquier momento del día. Para ello es imprescindible hacer una lectura precisa de la hora en el momento de la observación del astro, sea el sol o una estrella.



A las hcG 12:00 el sol estará sobre el meridiano de Greenwich, y su horario valdrá 00°:00'

4 horas después, a hcG 16:00, el meridiano de Greenwich se ha desplazado 60° hacia el E. Cada hora se desplaza 15°.

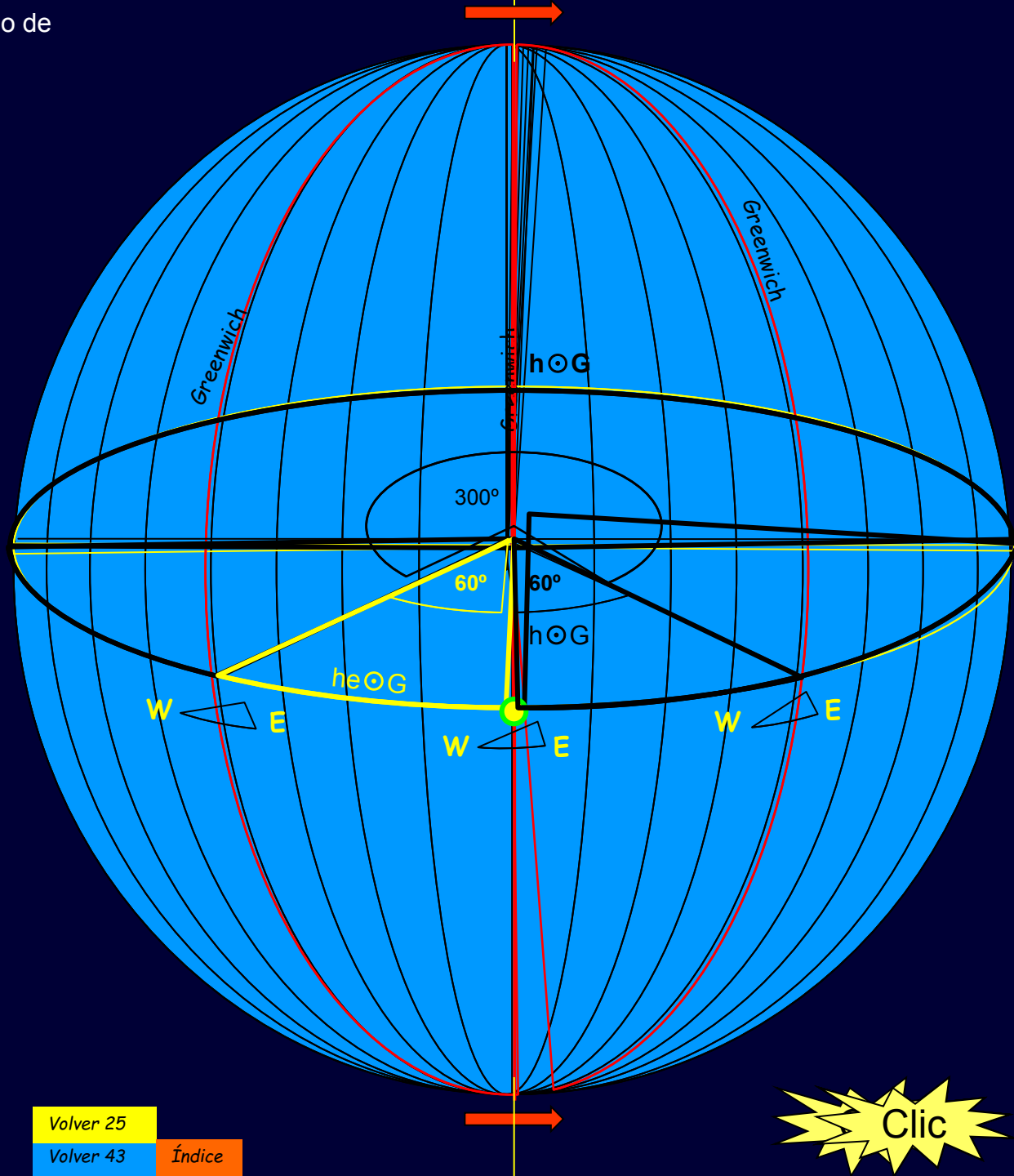
Siendo por tanto el horario del sol en Greenwich igual a 60°

Se puede ver en el almanaque que los horarios del sol, medidos a las horas en punto, van de 15° en 15°, Las décimas de minuto de diferencia se deben al movimiento de traslación alrededor del sol.

Y ¿qué horario tenía el sol en Greenwich a hcG 08:00? Como faltan 4 horas para el medio día, faltan 60° de giro, por consiguiente el horario es:

$$360^\circ - 60^\circ = 300^\circ$$

Como es un horario mayor de 180°, lo expresaremos en horario oriental:  
 $he\odot G = 060$



[Volver 25](#)

[Volver 43](#)

[Índice](#)







Veamos ahora un ejemplo con un observador situado al W del meridiano 0 (Greenwich). Ya tenemos situado el sol con sus coordenadas horarias...

Situamos al observador en un punto cualquiera al W de Greenwich y medimos su horario...

Como vemos, el horario del sol en el lugar es igual al horario del sol en Greenwich menos la longitud del lugar de la observación. Como es mayor de 180°, lo transformamos a horario oriental ( $he\odot I$ ) restándolo de 360.

En el hipotético caso de haber pasado antes el  $hG\odot$  a horario oriental ( $he\odot G$ ), lo que haremos es sumar nuestra longitud.

Normalmente no hacemos eso, sino que operamos con horarios astronómicos y, solo al final, cuando ya tenemos el  $h\odot I$ , lo transformamos en horario oriental si es mayor de 180°. El resultado es el mismo. Veamos un ejemplo:

Tenemos un  $hG\odot = 318^\circ - 30,9'$  y una longitud =  $018^\circ - 25,0'W$

$$\begin{array}{r} h_w G \odot = 318^\circ - 30,9' \\ L = -018^\circ - 25,0' \end{array}$$

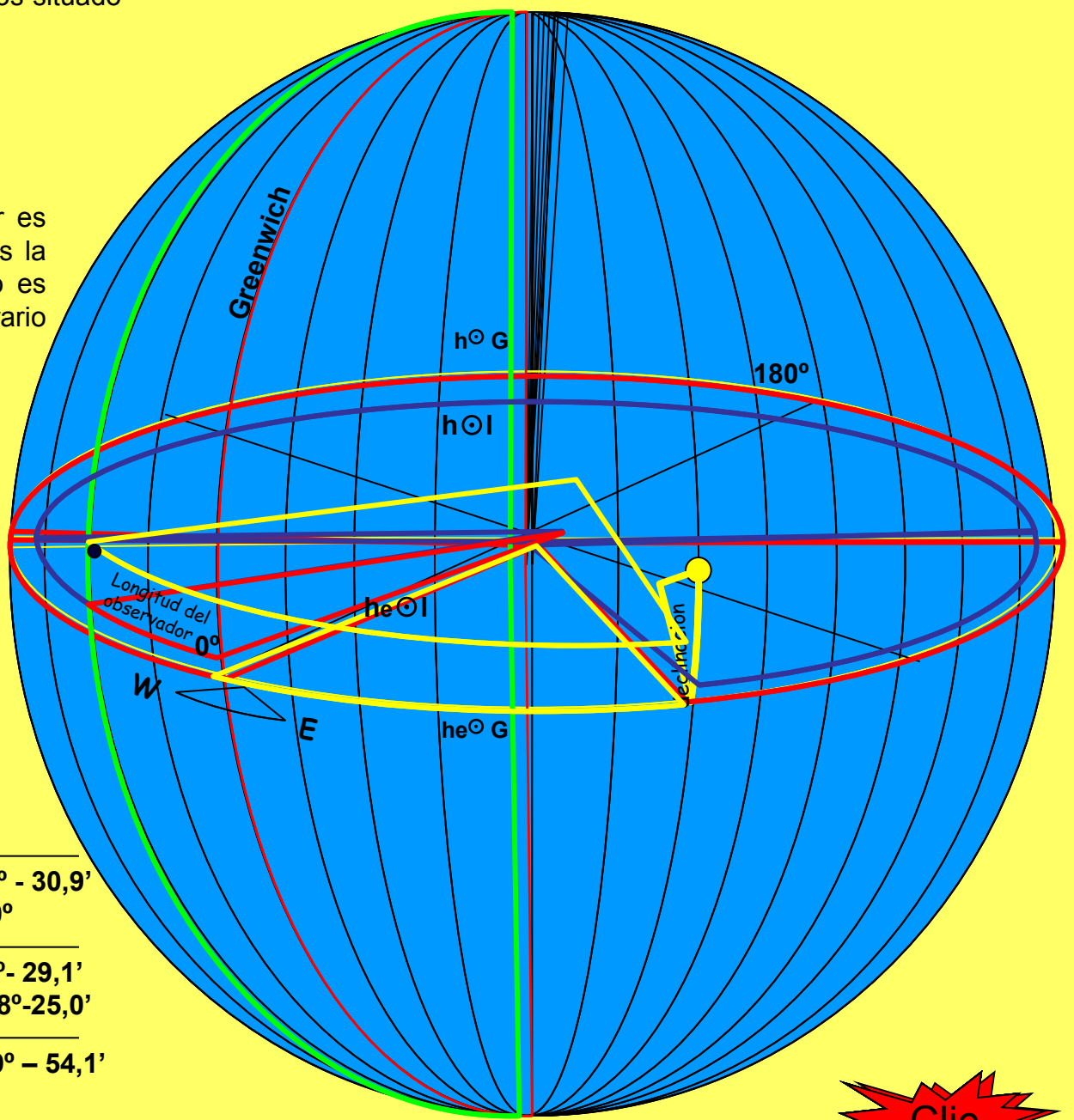
$$h_w \odot I = 300^\circ - 05,9' - 360^\circ$$

$$he \odot I = 059^\circ - 54,1'$$

$$\begin{array}{r} h_w \odot G = 318^\circ - 30,9' \\ \text{Lo restamos de } 360^\circ \end{array}$$

$$he \odot G = 041^\circ - 29,1' \text{ Sumamos } L + 018^\circ - 25,0'$$

$$he \odot I = 059^\circ - 54,1'$$



Pues señores... ya tenemos localizado en la superficie del mundo mundial a los puntos astrales del sol, para cualquier momento del día. Tenemos las coordenadas horarias; la declinación y el horario... A partir de aquí ya podremos situarnos en relación a ese punto astral que hemos situado. Lo podremos hacer con una recta de altura del sol... pero ese es otro tema que veremos más adelante...

Vayamos por partes... se llama órbita eclíptica porque en ella, me refiero a la franja de  $18^\circ$  ( $9^\circ$  por encima y  $9^\circ$  por debajo del plano de la órbita del sol) es donde acontecen los eclipses.

Y ahora pasamos a explicar cómo situar las coordenadas horarias de las estrellas...

...Y por qué se le llama órbita eclíptica, a la eclíptica del sol...

...Sí: sobre todo teniendo en cuenta que queda por aclarar las coordenadas horarias de las estrellas...



BOQUERÓN II

Clic

Índice

# CÁLCULO DE LAS COORDENADAS HORARIAS DE LAS ESTRELLAS

Situamos el meridiano de Greenwich y la **DECLINACIÓN** Situamos el meridiano de Greenwich y la **DECLINACIÓN** y el **ÁNGULO SIDÉREO**, que encontramos en el Almanaque Náutico

Por definición tenemos que:  $h_{\star G} = h_{\Upsilon G} + A.S.$

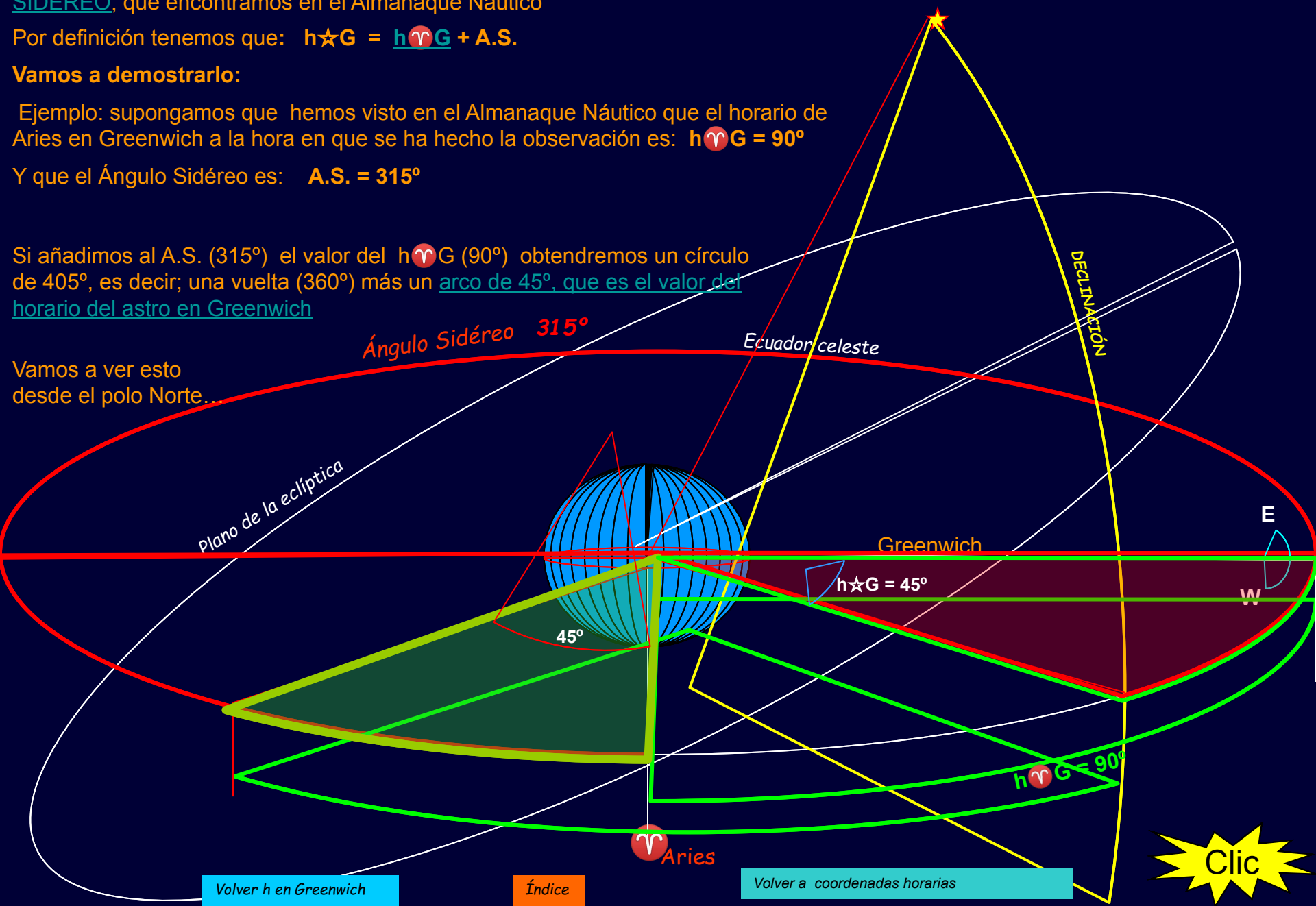
**Vamos a demostrarlo:**

Ejemplo: supongamos que hemos visto en el Almanaque Náutico que el horario de Aries en Greenwich a la hora en que se ha hecho la observación es:  $h_{\Upsilon G} = 90^\circ$

Y que el Ángulo Sidéreo es:  $A.S. = 315^\circ$

Si añadimos al A.S. ( $315^\circ$ ) el valor del  $h_{\Upsilon G}$  ( $90^\circ$ ) obtendremos un círculo de  $405^\circ$ , es decir; una vuelta ( $360^\circ$ ) más un arco de  $45^\circ$ , que es el valor del horario del astro en Greenwich

Vamos a ver esto desde el polo Norte...



Volver h en Greenwich

Índice

Volver a coordenadas horarias



Situamos el meridiano de Greenwich, el  $h_{\text{♈G}}$  y el **ÁNGULO SIDÉREO** cuyos valores se supone hemos visto en el almanaque ( $h_{\text{♈G}} = 90^\circ$  A.S. =  $315^\circ$ )

Sabemos que:  $h_{\text{★G}} = h_{\text{♈G}} + \text{A.S.}$

Si sumamos los respectivos arcos...

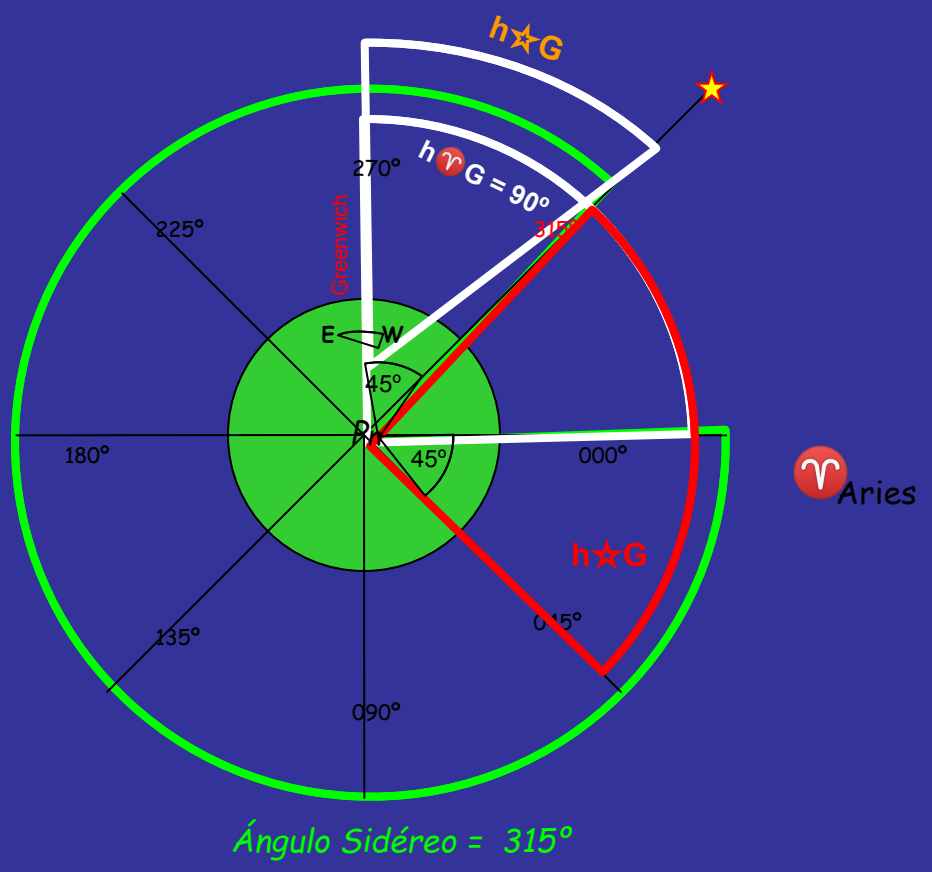
$$\begin{array}{r} 315^\circ \\ + 090^\circ \\ \hline 405^\circ \rightarrow - 360^\circ = 045^\circ \end{array}$$

La fórmula para hallar el horario del sol en Greenwich es:

$$h_{\text{★G}} = h_{\text{♈G}} + \text{A.S.}$$

Pues, señoras y señores, ya tenemos situado al astro en relación con el ecuador (declinación) y con el meridiano de Greenwich ( $h_{\text{★G}}$ ) ...

Ahora sólo falta situarlo respecto del meridiano del observador



Con los mismos datos anteriores, para hallar el horario del la estrella en el lugar ( $h\star l$ ) la regla es la siguiente: Si nos encontramos al E de Greenwich sumamos nuestra longitud al horario del sol en Greenwich :

$$h\star l = h\star G + L$$

Si nos encontramos al W de Greenwich restamos nuestra longitud al horario del sol en Greenwich:

$$h\star l = h\star G - L$$

Supongamos que nuestra longitud es  $135^\circ$ , Quiere decir que estamos al W de Greenwich

Por tanto:

$$h\star G = 045^\circ$$

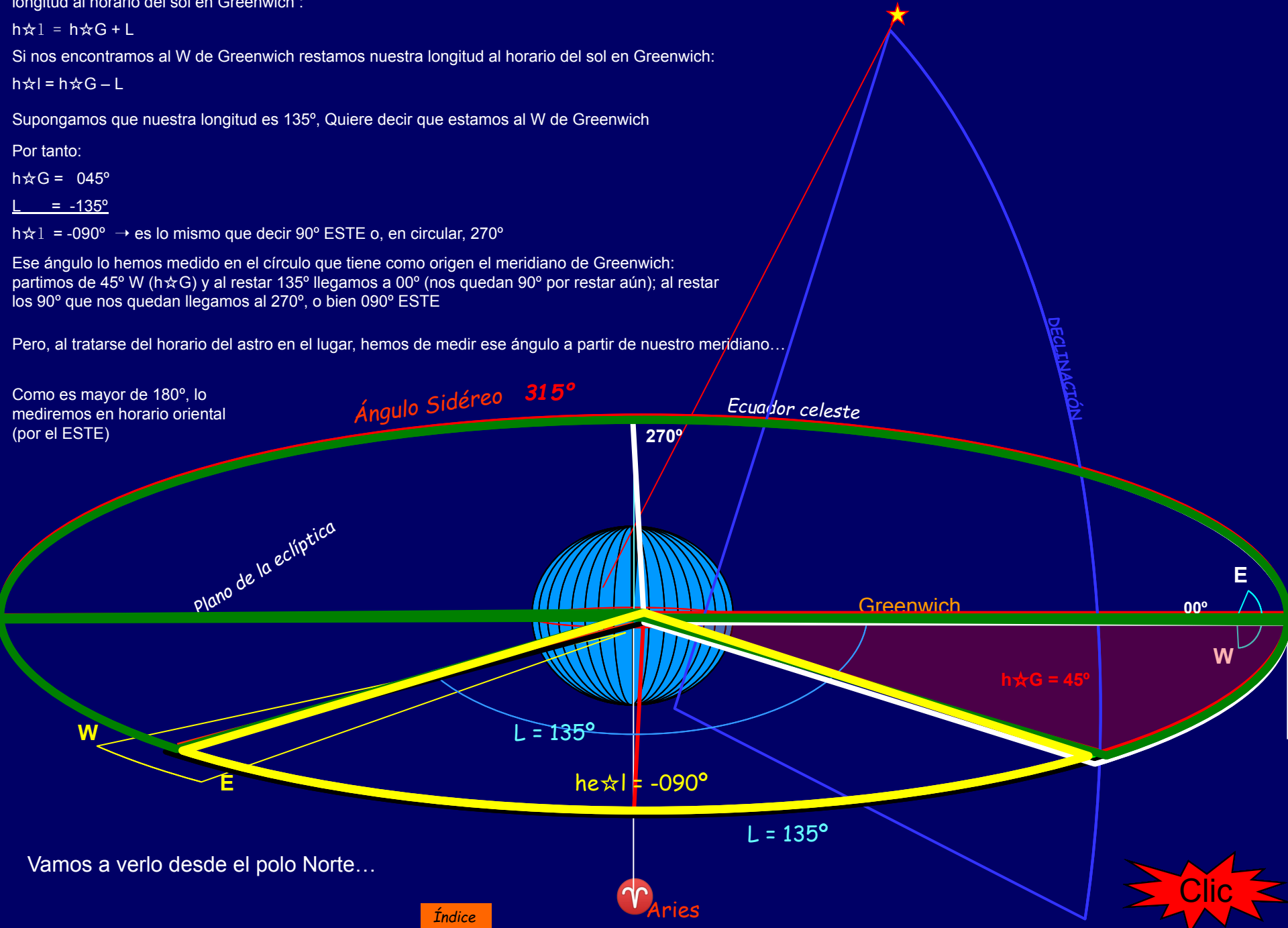
$$L = -135^\circ$$

$$h\star l = -090^\circ \rightarrow \text{es lo mismo que decir } 90^\circ \text{ ESTE o, en circular, } 270^\circ$$

Ese ángulo lo hemos medido en el círculo que tiene como origen el meridiano de Greenwich: partimos de  $45^\circ$  W ( $h\star G$ ) y al restar  $135^\circ$  llegamos a  $00^\circ$  (nos quedan  $90^\circ$  por restar aún); al restar los  $90^\circ$  que nos quedan llegamos al  $270^\circ$ , o bien  $090^\circ$  ESTE

Pero, al tratarse del horario del astro en el lugar, hemos de medir ese ángulo a partir de nuestro meridiano...

Como es mayor de  $180^\circ$ , lo mediremos en horario oriental (por el ESTE)



Vamos a verlo desde el polo Norte...

Supongamos que nuestra longitud es 135°, Quiere decir que estamos al W de Greenwich

Anteriormente habíamos hallado el  $h \star G$  por la fórmula:  
 $h \star G = h \star \text{G} + A.S$ , resultando  $h \star G = 045^\circ$

Pues bien, las fórmulas para hallar el  $h \star I$  son las siguientes:  
*Si nos encontramos al W de Greenwich*  
 $h \star I = h \star G - L$

*Si nos encontramos al E de Greenwich:*  
 $h \star I = h \star G + L$

Como estamos al W de Greenwich restamos nuestra Longitud

$h \star G = 045^\circ$   
Longitud =  $-135^\circ$   
 $h \star I = -090^\circ$   
El signo (-) nos dice que el horario es Este (oriental)  
Vamos a ver la demostración...

Ahora vamos a ver un ejemplo al estar el observador al ESTE de Greenwich...



Supongamos que  $L = 150^\circ \text{ E}$  y que  $h \star G = 045^\circ$

Si nos encontramos al E de Greenwich:

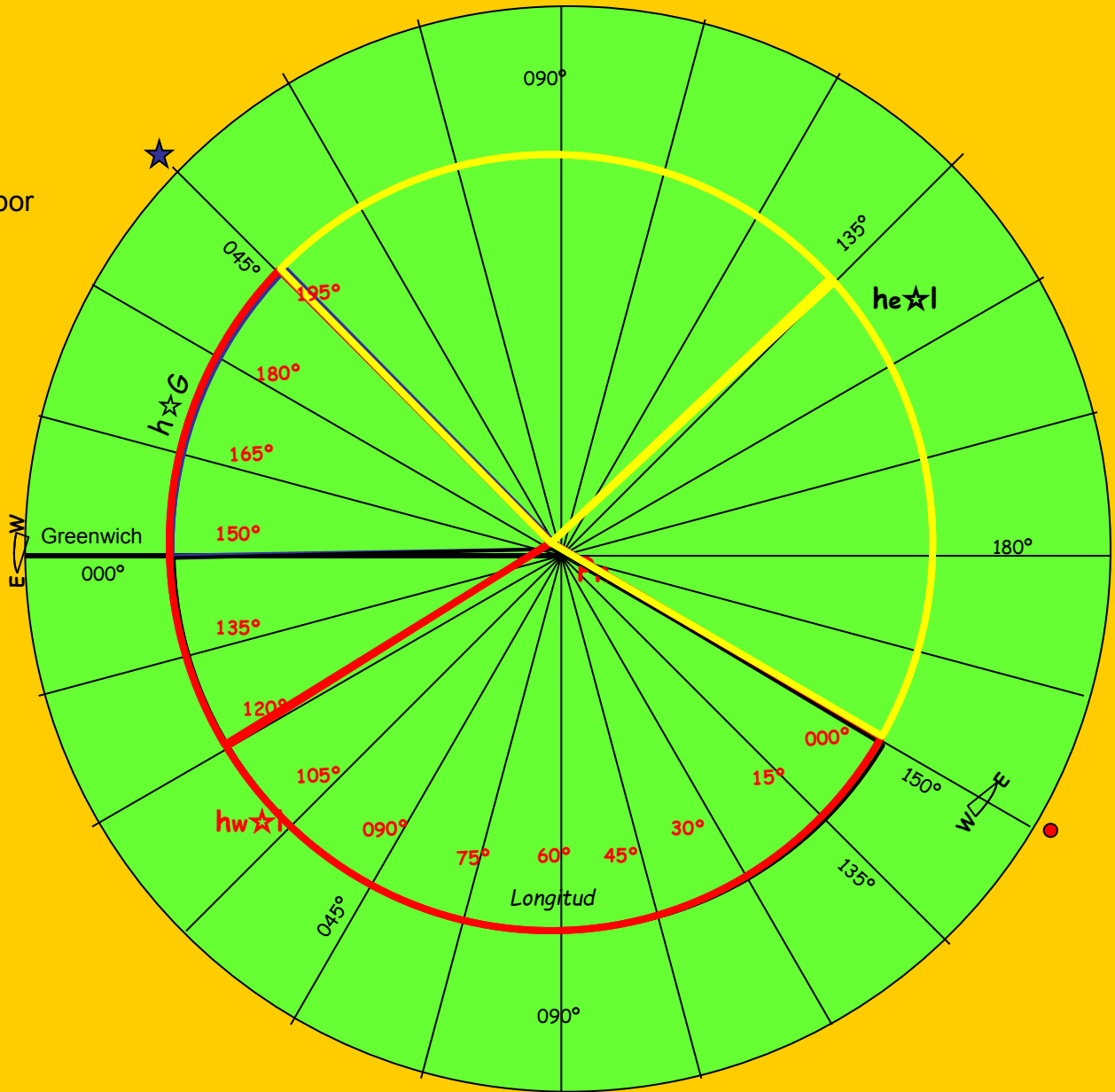
$h \star I = h \star G + L$

$045^\circ$   
 $+150^\circ$   
 $195^\circ \Rightarrow$  como es (+) es occidental y, por tanto, se mide hacia el Oeste (W)

Decir que nuestra Longitud es  $150^\circ$  ESTE de Greenwich, es lo mismo que decir que nuestra Longitud es  $210^\circ$  al OESTE. Si calculamos el  $h \star I$  con una Longitud de  $210^\circ \text{ W}$ , el resultado es el mismo, sólo que la fórmula que hemos de emplear si nos encontramos al W de Greenwich es:

$h \star I = h \star G - L$

$045^\circ$   
 $-210^\circ$   
 $-165^\circ \Rightarrow$  como es (-) es oriental y, por tanto, se mide hacia el Este (E). Es evidente que  $165^\circ \text{ E} = 195^\circ \text{ W}$  pues su suma vale  $360^\circ$

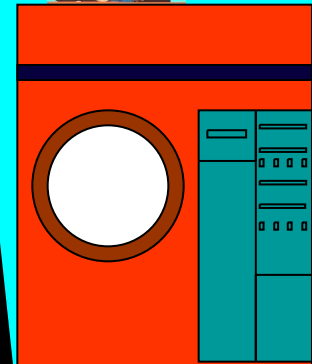




Pues, caballeros, ya tenemos situado al sol o estrella que nos interesa con sus **coordenadas horarias**, es decir; la declinación, el horario y nuestra latitud que "estimamos" es la correcta después de una singladura. Latitud de estima, coordenadas horarias, junto con las coordenadas azimutales nos permitirán construir un triángulo de posición astronómica...

... El triángulo de posición astronómica es una forma gráfica de explicar cómo están interrelacionados estos dos tipos de coordenadas, de tal manera que conociendo algunos de sus elementos podamos deducir matemáticamente los que faltan, bien sea la altura, el azimut, el horario o la declinación.

El fin último del triángulo de posición astronómica es deducir las fórmulas de trigonometría esférica que nos permiten situar un astro en relación con sus coordenadas horarias o azimutales, es decir: nos permitirán averiguar la altura, declinación, horario o azimut **que tendría el sol o un astro en nuestra situación de estima**. Esto es muy importante porque es el fundamento de la recta de altura, que es la "herramienta" que se utiliza para situarse uno en la Mar cuando no se está a la vista de la costa. La recta de altura la veremos más adelante. Ahora vamos a ver el triángulo de posición astronómica y vamos a deducir las formulas de trigonometría esférica que nos interesan, PERO ESTO EN LA 2ª PARTE.



BOQUERÓN II

Clic

Índice