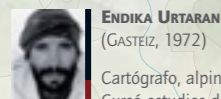


Orientación.

De las estrellas al GPS

Endika Urtaran

LA ORIENTACIÓN –SABER DÓNDE SE ESTÁ, SABER HACIA DÓNDE SE VA– HA SIDO PARA EL SER HUMANO NECESIDAD FÍSICA Y PSICOLÓGICA DESDE LOS TIEMPOS PREHISTÓRICOS. A MEDIDA QUE LAS DISTANCIAS DE SUS DESPLAZAMIENTOS AUMENTABAN Y LA CIENCIA PROGRESABA, LAS TÉCNICAS Y SISTEMAS PARA LOGRARLO HAN IDO DEPURÁNDOSE DESDE LA SIMPLE PERCEPCIÓN VISUAL A LOS CÁLCULOS MATEMÁTICOS, PARA CONCLUIR EN LA TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA.



ENDIKA ÚRTARAN
(GASTEIZ, 1972)

Cartógrafo, alpinista y escritor. Cursó estudios de Ingeniería en Geodesia y Cartografía e Ingeniería Técnica en Topografía. Como cartógrafo ha trabajado en el Institut Cartogràfic Valencià, Servicio de Cartografía del Gobierno Vasco e Instituto Geográfico Nacional.



UN PASEO POR LA HISTORIA

Desde el principio de los tiempos el hombre ha tratado de orientarse, de ubicarse en el mundo y de encontrar zonas más benignas para su supervivencia. Ya algunas pinturas rupestres representan croquis de las zonas donde vivía y cazaba.

Buscando el sustento, comenzó a recorrer rutas cada vez más amplias, guiado por los animales de los que se alimentaba. Hace 1,8 millones de años dio el salto desde África, primero hacia Oriente Medio, luego hacia Asia y Europa y por último a América y Oceanía, donde no llegó hasta hace unos 40 mil años.

A medida que se alejaba de sus tierras perdía de vista las montañas, los ríos y los bosques que le vieron crecer para adentrarse en territorios desconocidos.

En aquella *terra incognita* su única referencia familiar era el sol, y la “orientación”, el reconocimiento de Oriente o lugar por donde nace el astro rey, se convirtió en vital.

EL PRIMER MAPA

El PRIMER MAPA conocido representa una ciudad de Anatolia y está datado en el VII milenio a.C. También hay mapas de la antigua civilización minoica de Creta y de Babilonia del II milenio a.C., pero no fue hasta el I milenio a.C. cuando en la Grecia clásica se consiguieron avances cartográficos no igualados hasta bien entrado el siglo xv de nuestra era.

La navegación marítima ha estado ligada desde sus inicios a las técnicas de orientación. En la más remota antigüedad, las embarcaciones trataban de no alejarse de la costa para no perder de vista las montañas y salientes de tierra firme. El cabotaje, o navegación entre cabos, constituyó durante siglos el procedimiento más evolucionado de navegación costera, que permitió la exploración de grandes áreas.



▲ MAPA DE UNA CIUDAD ANATOLIA DEL VII MILENIO A.C. ESCULPIDO SOBRE PIEDRA.

Los fenicios, antiguos habitantes del Líbano, y sus sucesores los cartagineses fueron los primeros en adentrarse en alta mar valiéndose de sondas y guiándose por el Sol durante el día y por la Estrella Polar durante la noche. Establecieron colonias a lo largo de toda



▲ RELIEVE ASIRIO EN PIEDRA DE UNA BIRREME FENICIO, CONSERVADO EN EL MUSEO BRITÁNICO DE LONDRES. EN LA IMAGEN INFERIOR, BARCO DE GUERRA HELÉNICO EN UNA VASIJA.

la costa mediterránea, lo que les permitió ejercer el control comercial. Existen evidencias de que llegaron hasta el sur de África y hasta Inglaterra e incluso hay relatos que afirman que en el siglo VI a.C. consiguieron circunnavegar África completa bajo las órdenes del faraón Neco II.

Los griegos aprendieron de los fenicios el arte de la navegación y pronto les superaron conjugando los conocimientos marinos con los geográficos. En el siglo IV a.C. ya admitían la esfericidad de la tierra y en el III a.C. Eratóstenes de Cirene midió la circunferencia terrestre de manera asombrosa con un error menor del 1%. En el siglo II d.C., Claudio Ptolomeo traza el primer atlas universal del mundo conocido, en el que las poblaciones se sitúan por coordenadas y se emplea una proyección cónica con meridianos y paralelos. Por desgracia, Ptolomeo no utilizó la medición del meridiano de Eratóstenes, sino uno posterior medido por Posidonio de Apamea que era menor del real en un 28%. Esta equivocación cambiaría el curso de la historia trece siglos más tarde.

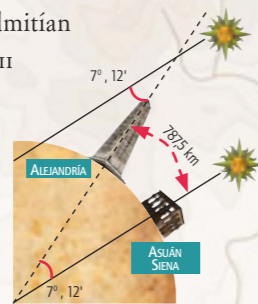


Diagrama del cálculo de Eratóstenes: 7° es, más o menos, la 50ª parte de un círculo, luego la distancia de Siena a Alejandría será la 50ª parte del contorno de la Tierra. Según los exploradores del ejército, de Siena a Alejandría hay unos 925 km, luego el contorno de la Tierra mediría: $50 \times 925 = 46.250$ km.

En la Edad Media, Occidente parece caer en una amnesia colectiva que le lleva a olvidar la esfericidad terrestre y a retroceder siglos de historia en el conocimiento del mundo. Afortunadamente, la civilización musulmana recuperó los apuntes de Ptolomeo, enlazándolos con sus amplios conocimientos astronómicos.

LA INVENCIÓN DE LA BRÚJULA

Mientras tanto, surgió en China un instrumento que a partir del siglo XII impulsaría la navegación y la orientación de manera notable: la brújula. En Europa, hasta entonces, se habían evitado los viajes marítimos en otoño e invierno, debido a que el cielo cubierto impedía guiarse por los astros.

A partir de finales del siglo XIII, gracias a esta aguja imantada, comenzó a aumentar el tráfico marítimo invernal por el Mediterráneo y la travesía del Golfo de Bizkaia se hizo más segura. Se desarrollaron los portulanos, cartas náuticas donde figuraban los rumbos de brújula entre los principales puertos.

A mediados del siglo XV, con la caída de Bizancio a manos de los turcos otomanos, reaparecen en occidente muchas de sus obras antiguas, como el atlas de Ptolomeo. El cálculo erróneo del meridiano que contenía aquel mapa hizo suponer a Colón que el radio terrestre era mucho menor del real y que la ruta para alcanzar Asia por el atlántico era corta y accesible. Y así lo creyó hasta su muerte, convencido de que no había descubierto un nuevo continente, sino alguna región vecina a Cipango (Japón).

En aquella época, los portugueses y castellanos acometen sus viajes de exploración navegando a estima. Utilizan instrumentos como la ballestilla, el astrolabio y el cuadrante para medir la altura de los astros y deducir así la latitud a la que se encontraban; la brújula para seguir un rumbo fijo; la sonda para determinar la profundidad y naturaleza del fondo; y la corredera y ampolleta para determinar la velocidad de la nave.

Como no tenían manera de medir la longitud geográfica en su avance hacia el Oeste, viajaban a un punto de la misma latitud que el destino, para luego navegar por todo el paralelo. De esta manera, en su camino al Caribe, las naves castellanas descendían hasta el sur de las Islas Canarias y desde allí cruzaban el Atlántico. En su regreso, ascendían hasta Florida antes de retornar hacia el Este ayudados por las corrientes marinas y los vientos.

En el siglo XVIII se creó el sextante, un instrumento que, sobre la superficie móvil de un barco, permitía una observación más detallada de la altura de los astros, determinando la latitud con mayor precisión. Pero no fue hasta el siglo XIX, en que se comenzó a utilizar el cronómetro, cuando se pudo medir la longitud con precisión por diferencias horarias entre ubicaciones. Sextante y cronómetro han llegado hasta nuestros días y han sido, casi, los únicos que han permitido la localización de un barco en pleno océano hasta la irrupción de los instrumentos electrónicos como el GPS.



▲ MAPAMUNDI PTOLEMAICO DIBUJADO EN 1482 POR NICOLAUS GERMANUS PARA LA EDICIÓN DE ULM.



▲ SOBRE ESTAS LÍNEAS, ASTROLABIO ANDALUSÍ DEL SIGLO XI (TOLEDO, 1067), SELLO HOLANDÉS EN EL QUE SE MUESTRA EL USO DE LA BALLESTILLA. JUNTO A ESTAS LÍNEAS, SEXTANTE.



INSTRUMENTOS DE ORIENTACIÓN INDISPENSABLES

EL MAPA conceptos cartográficos básicos

Si nos obligaran a elegir un sólo instrumento de orientación, deberíamos decantarnos por el mapa. De poco nos sirve determinar el Norte con precisión si no sabemos dónde nos encontramos; o conocer nuestras coordenadas GPS sin saber hacia dónde dirigirnos. Los mapas y las cartas marinas nos ayudarán no sólo a ubicarnos, sino también a elegir el mejor camino posible para alcanzar nuestro destino.

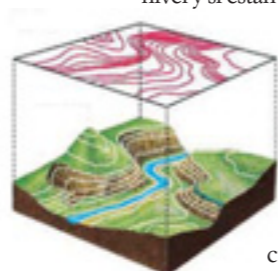
Saber leer correctamente un mapa no tiene ningún secreto, sólo es cuestión de práctica y de comprender unos sencillos principios cartográficos:

LA ESCALA: es la proporción que guardan el mapa y el terreno real.

Puede ser numérica o gráfica. La escala gráfica viene representada por una reglita que nos permite medir distancias directamente sobre el mapa. Una escala numérica 1: 50.000 significa que 1 cm en el mapa corresponde a 50.000 cm en el terreno (500 m). Aparte de su comodidad de uso, la escala gráfica cuenta con una ventaja sobre la numérica, cuando ampliamos o reducimos un mapa original, la escala gráfica sigue siendo válida.

Dependiendo de la actividad que vamos a realizar deberemos escoger una escala u otra:

REPRESENTACIÓN DE LAS CURVAS DE NIVEL DE UN TERRENO EN TRES DIMENSIONES Y SU PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA EN DOS DIMENSIONES.



1:10.000-1:50.000: para rutas a pie o aproximación a un puerto marítimo.

1:100.000-1:2.000.000: rutas en coche o navegación costera y a media distancia.

1:3.000.000-1:30.000.000: Información general de países, continentes y navegación oceánica.

CURVAS DE NIVEL Y BATIMÉTRICAS:

Las curvas de nivel y las curvas batimétricas: representan la topografía del terreno, uniendo los puntos de igual cota. Si están en tierra se llaman curvas de nivel y si están bajo el agua son curvas batimétricas.

Nos dan una idea de la forma del terreno, informándonos de la altitud, la pendiente (mayor cuanto más juntas), las cimas, los lugares por donde discurre el agua (vaguadas) y los límites entre las cuencas hidrográficas (divisorias).

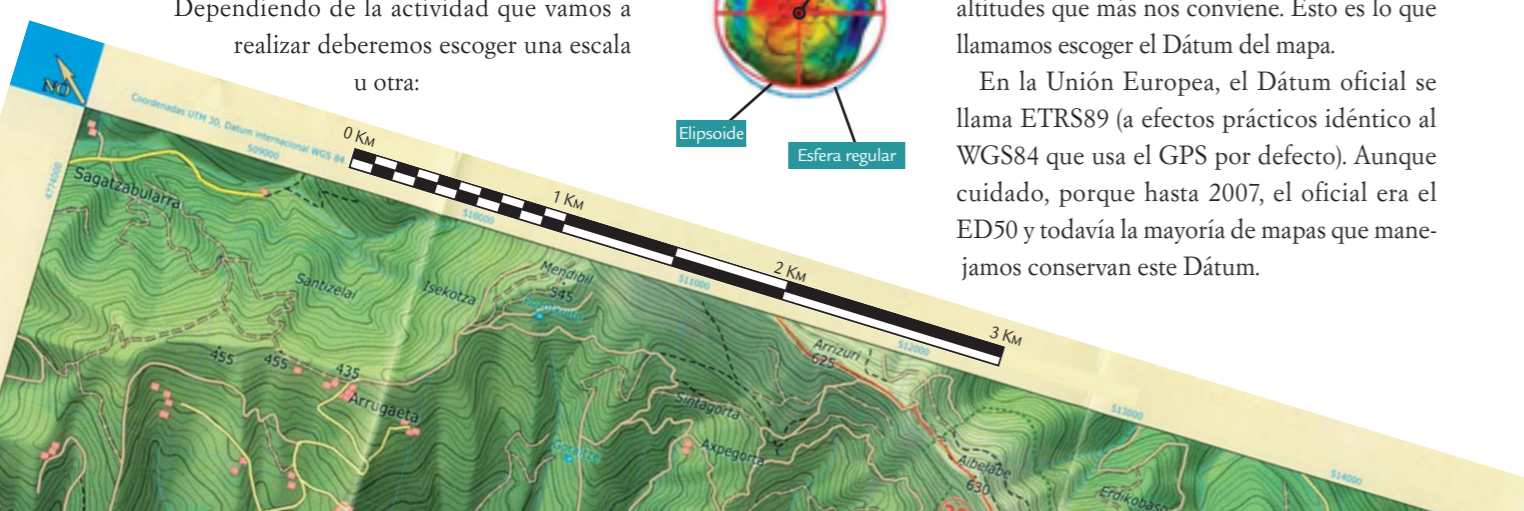
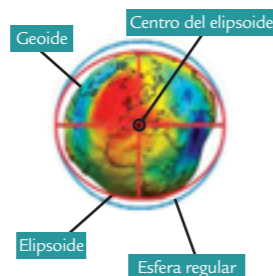
EL DÁTUM:

La tierra, en realidad, es una superficie irregular, algo parecido a una patata.

Para poder asignar unas coordenadas a cualquier punto del planeta, debemos asimilarlo a esa especie de esfera achatada por los polos, llamada elipsoide de revolución. Para cada zona del mundo elegimos el elipsoide que mejor se adapta a la forma real de la tierra en ese lugar y el origen de altitudes que más nos conviene. Esto es lo que llamamos escoger el Dátum del mapa.

En la Unión Europea, el Dátum oficial se llama ETRS89 (a efectos prácticos idéntico al WGS84 que usa el GPS por defecto). Aunque cuidado, porque hasta 2007, el oficial era el ED50 y todavía la mayoría de mapas que manejamos conservan este Dátum.

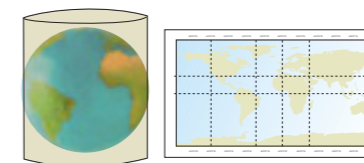
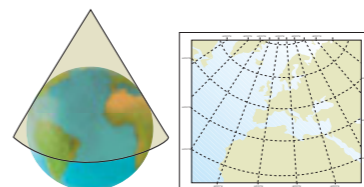
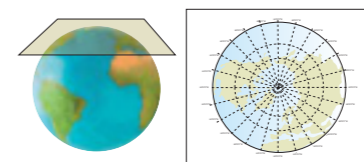
DÁTUM



SISTEMA DE PROYECCIÓN:

Una vez decidido el Dátum, ya contamos con la superficie real del terreno referida a esa especie de esfera (elipsoide).

Pero los mapas se representan sobre un papel o una pantalla de ordenador, e intentar pasar de una superficie parecida a una pelota a otra plana no es tan fácil. De hecho, si intentamos envolver una pelota con un papel nos damos cuenta de que es imposible quitar todas las arrugas. Esto ya lo sabían los antiguos griegos, que idearon las proyecciones para poder representar sobre un plano, algo que no es plano. Para pasar de la pelota al papel utilizamos una superficie intermedia, como puede ser un plano, un cono o un cilindro. Las proyecciones más utilizadas en cartografía terrestre son la proyección UTM y, en menor medida, la cónica de Lambert. En las cartas marinas se utilizan la cilíndrica de Mercator y la plana Gnomónica.

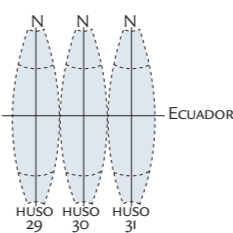
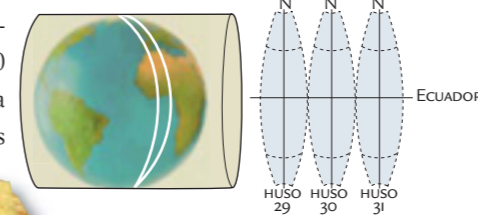


DIFERENTES SISTEMAS DE PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA. BAJO ESTAS LÍNEAS, PROCESO DE CONFECCIÓN DE LA PROYECCIÓN UTM Y SU EXPLICACIÓN CON LA PIEL DE UNA NARANJA.

PROYECCIÓN UTM:

Es un caso particular de proyección cilíndrica muy utilizada. Coloca un cilindro de forma transversal y divide la tierra en 60 husos cartográficos para que las deformaciones sean mínimas.

Asimilando la tierra a una naranja, si intentamos que la peladura (elipsoide de revolución) pueda aplastarse hasta quedarse plana (mapa) deberemos cortarla en gajos (husos cartográficos). Las coordenadas UTM no son únicas, sino que se repiten en cada huso, por lo que es imprescindible junto con la X y la Y decir en



qué huso se encuentra. Nosotros nos encontramos en el huso 30 aunque, por ejemplo, Cataluña se encuentra en el 31 y Galicia en el 29.

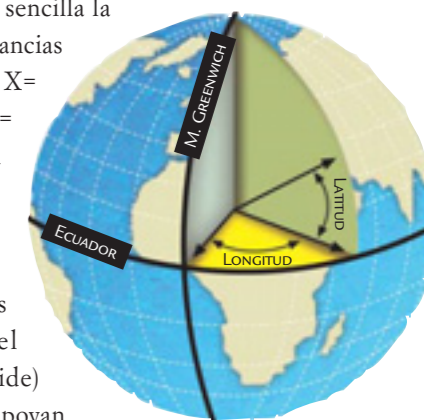
SISTEMA DE COORDENADAS:

Para ubicar un punto situado sobre la superficie terrestre existen dos sistemas principales:

Las coordenadas geográficas: Según el ángulo que forma con el ecuador (latitud) y con el meridiano de Greenwich (longitud). Ej: 45°N, 3°W.

Las coordenadas de mapa: están referidas al sistema de proyección del mapa. En el caso de la proyección UTM (coordenadas UTM) se refieren a la distancia al ecuador y al meridiano central del huso, medidas en metros. En el mapa aparecen como una cuadrícula ortogonal, haciendo muy sencilla la medida de distancias sobre ella. Ej: X= 530.000m Y= 4.750.000m Huso=30.

Tanto unas como otras dependen del dátum (elipsoide) en el que se apoyan. Por ejemplo, las coordenadas UTM en ED50 (sistema antiguo) y UTM en ETRS89 (sistema nuevo) de un mismo lugar, difieren unos 230 m en nuestra zona.



LA BRÚJULA

Existen teorías según las cuales los Olmecas, una antigua civilización de México, utilizaban ya un instrumento de hematita muy parecido a la brújula desde el primer milenio antes de cristo.

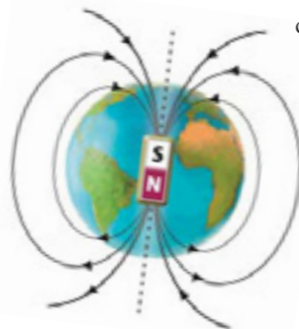
Pero la primera referencia escrita a un dispositivo magnético aparece en un libro chino del siglo XI, donde un objeto metálico con forma de pez, “señalaba hacia el Sur” cuando se metía en un tazón de agua, e incluso se recomendaba ya como método de orientación “en la oscuridad de la noche”. En otro libro chino del siglo XII se dice: “El navegante conoce la geografía, él observa las estrellas en la noche, observa el Sol en el día; cuando está oscuro y nublado él observa la brújula”. Los chinos se lo transmitieron a los árabes y éstos probablemente a los europeos, sobre el siglo XII.

El nombre “brújula” se debe a que en principio pensaban que obraba por brujería. La utilización de la brújula desplazó a otros métodos de orientación tradicionales y supuso la estandarización del Norte como dirección de origen en los mapas y medidas de ángulos. Hasta mediados del siglo XIX se pensaba que apuntaba al Norte debido a una enorme montaña de hierro o magnetita situada junto al polo norte llamada Rupes Nigra. A partir de estas fechas ya se reconoció al movimiento de los metales fundidos del núcleo como el causante del campo magnético terrestre.

LA DECLINACIÓN MAGNÉTICA:

La brújula se alinea con las líneas de fuerza del campo magnético terrestre, apuntando al Polo Norte Magnético. Éste no coincide con el Polo Norte Geográfico (eje de giro de la tierra). La discrepancia entre la dirección que nos marca la brújula (norte magnético) y la real (norte geográfico) se llama declinación magnética. Esta declinación

varía en cada sitio y además en un mismo lugar cambia con el tiempo debido a que los polos magnéticos se desplazan. En los mapas suelen aparecer datos de la declinación magnética referidos al centro del mapa y a una fecha, junto

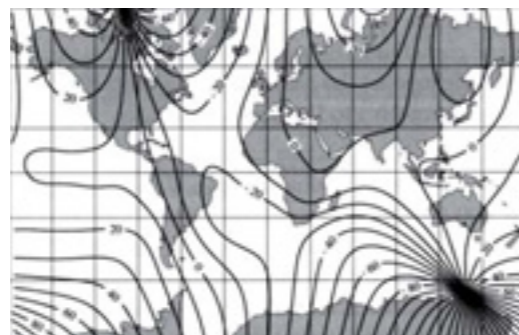


▶ REPRESENTACIÓN DE LA DERIVA MAGNÉTICA, BRÚJULA SOLAR VIKINGA Y CARTA MAGNÉTICA TERRESTRE.

con la deriva anual. Ej: Declinación magnética a 1 de Enero de 2012 = $1^{\circ}23'$ Deriva anual = $-20'$. Con este dato podremos calcular fácilmente el norte geográfico, al que están orientados todos los mapas, desde la dirección que marca la brújula para un lugar y una fecha concreta.

Cuando utilizemos una brújula nos deberemos alejar de objetos metálicos o líneas eléctricas que hacen desviarse a la aguja.

En las zonas polares las declinaciones magnéticas alcanzan valores muy elevados ya que el Polo Norte Geográfico puede llegar a estar en dirección opuesta al Polo Norte Magnético (declinación hasta de 180°). Además, como las líneas de fuerza del campo magnético terrestre están tan juntas, la declinación varía mucho en pequeños desplazamientos. Para orientarnos con una brújula en zonas polares se hace necesaria la utilización de una carta magnética que nos informe de la declinación en cada punto.



CONSTRUCCIÓN DE UNA BRÚJULA IMPROVISADA

Se puede fabricar con una aguja magnetizada, colgándola de un hilo o haciéndola flotar sobre el agua con un corcho, un papel o una hoja. La mayoría de objetos que contienen hierro cuentan con un magnetismo

residual. Si no, se puede conseguir esa magnetización golpeando varias veces la punta de la aguja con el extremo de un imán (siempre los mismos extremos durante varios minutos). También, aunque menos efectivo, si se frota con otro material ferruginoso.



EL GPS

GPS son las iniciales en inglés de Sistema de Posicionamiento Global y esa es, precisamente, su definición. Este instrumento nos permite una ubicación precisa, en cualquier lugar del mundo que cuente con horizonte suficientemente despejado de obstáculos, de manera sencilla y rápida. Probablemente, desde la invención de la brújula, ningún otro instru-



mento había revolucionado el mundo de la orientación de tal manera.

Al igual que ocurrió con la brújula en el siglo XII, la parte negativa de todo esto es que se tienden a desechar todas las técnicas anteriores de posicionamiento, lo cual nos crea una dependencia casi absoluta de este instrumento. Si además le añadimos que se trata un aparato electrónico, alimentado con baterías, relativamente frágil, que no funciona en lugares cerrados y cuya continuidad depende de la buena voluntad del Departamento de Defensa de Estados Unidos, es conveniente no desechar ninguno de los instrumentos anteriores.

¿EN QUÉ CONSISTE?

Está formado por un sistema de 24 satélites dando una vuelta completa alrededor de la tierra cada 12 horas a una altura de más de 20.000 km. Estos satélites emiten una señal que es recibida

▶ SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS) CON MAPA GEOREFERENCIADO. DEBAJO, TRIANGULACIÓN DE SATÉLITES QUE PROPORCIONAN LA INFORMACIÓN AL SISTEMA.

por nuestro receptor en tierra. Esta señal nos informa de la distancia que existe entre el satélite y nosotros y de las coordenadas del satélite. Al recibir esta información de 3 ó 4 satélites simultáneamente, el instrumento realiza un cálculo matemático para determinar las coordenadas en las que nos encontramos.

¿QUÉ PRECISIÓN NOS DA UN NAVEGADOR GPS?

El receptor GPS, junto a las coordenadas, nos ofrece una estimación del error en nuestra ubicación. Los llamados navegadores, que utilizamos para posicionarnos en el monte o en el mar, nos ofrecen unas precisiones comprendidas entre los 2 y los 25 metros. Cuanto más despejado tenemos el horizonte, se reciben señales de más satélites y nuestras coordenadas mejoran. También mejoran cuanto mejor distribuidos están estos satélites por el horizonte. Para bajar hasta precisiones de 2 m es necesario utilizar la llamada corrección diferencial. Se trata de la recepción de señales de un satélite geostacionario independiente del GPS que está sobre Europa (EGNOS), Norte América (WAAS), Japón (MSAS) o La India (GAGAN). Este satélite nos manda correcciones de las coordenadas en tiempo real que aumentan nuestra precisión considerablemente.

¿SON COMPATIBLES LAS COORDENADAS DEL GPS CON LAS DE MI MAPA?

Para las coordenadas planimétricas X e Y (o longitud y latitud) nos debemos fijar que el datum que hemos escogido en nuestro receptor sea el mismo que el que figura en la carátula del mapa. Cuando los dos datum coincidan las coordenadas planas serán compatibles.

Otro asunto algo más complicado es la altitud. El GPS calcula la altitud sobre el elipsoide de referencia. Los mapas, en cambio, se suelen referir al nivel medio del mar. Por suerte, en algunos receptores modernos, se incluye un modelo mundial que permite pasar de una altitud a otra con cierta precisión (modelo del geoide).



Si tu receptor no es de esos tan avanzados y te interesa saber tu altitud sobre el nivel del mar, podrás calcularla con una sencilla operación. Debes poner el receptor en un lugar donde aparezca una cota en el mapa. Por ejemplo: si en una cima el GPS te marca 1.800 m y el mapa 2.000, sabes que en un entorno próximo a este lugar, tendrás que sumar 200 m a cualquier cota para obtenerla referida al nivel del mar.



tro de la red de carreteras, pero son capaces de calcular rutas óptimas para llegar de un lugar a otro.

Los navegadores de fuera de pista, tipo Oziexplorer. Puedes introducir cartografía externa georeferenciada, ortofotos o incluso escanear un mapa en papel. Los mapas aparecen tal cual en la pantalla y sobre ellos se señalan la posición y la ruta que seguimos. No son capaces de encontrar caminos óptimos y dejan a nuestras habilidades cartográficas la elección de la mejor ruta. Éste tipo de programas son los que nos interesan para nuestras salidas al monte o al mar.

PROGRAMAS DE MANEJO DEL GPS

Hay dos tipos principales de programas GPS: Los navegadores para coche, tipo Tom-Tom, son los más extendidos. Éstos sólo sirven den-

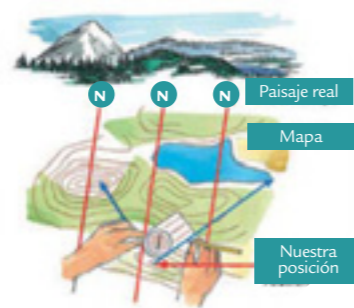
SABER UBICARNOS

El primer paso en la orientación es saber dónde nos encontramos. Pero muchas veces caminamos por zonas desconocidas, charlando con nuestros compañeros de travesía o siguiendo la estela del de delante, sin prestar atención al terreno que atravesamos hasta que nos damos cuenta de que nos hemos perdido.

Si contamos con un GPS con cartografía incorporada, el reubicarnos es tan sencillo como observar nuestra posición en la pantalla.

Si el mapa lo llevamos aparte, en papel, bastará con apuntar las coordenadas que nos da el GPS y verificar su ubicación con la cuadrícula del mapa. En cualquier caso, debemos conocer otros métodos para posicionarnos por si nos ocurre algo tan frecuente como que se nos acaben las baterías del GPS. Por ello en nuestra mochila nunca deberá faltar una brújula y un mapa en papel de la zona, dos utensilios que no necesitan pilas.

▼ EJEMPLO DE TRIANGULACIONES CON MAPA Y BRÚJULA NECESARIOS PARA DELIMITAR NUESTRA POSICIÓN EN EL TERRENO.



UBICARNOS CON MAPA Y BRÚJULA (TRIANGULACIONES)

La primera operación es identificar un punto reseñable en el terreno con su correspondiente en el mapa. Puede tratarse de una montaña de forma característica, una construcción, un accidente geográfico peculiar...

Luego, observamos el rumbo que nos marca la brújula a dicho punto y le sumamos la declinación magnética para ese lugar y ese momento. Ej: Si en nuestro mapa figura: declinación magnética a 1 de Enero de 2010 = $5^{\circ}23'$; deriva anual = $-20'$. Y hoy es 1 de julio de 2012. Como han pasado dos años y medio desde la fecha de referencia, si la deriva anual es de $-20'$ la declinación habrá cambiado desde entonces:

$$2,5 \text{ años} \times (-20' \text{ deriva anual}) = -50'$$

Por lo tanto, aquí y ahora la declinación magnética será: $5^{\circ}23' - 50' = 4^{\circ}33'$

Al rumbo, ángulo que forma nuestro punto reseñable con el norte de la brújula, le debemos añadir la declinación para referirlo al norte del mapa. Ej: si el rumbo a nuestro punto es de 90° el ángulo al Norte verdadero o norte del mapa será: $90^{\circ} + 4^{\circ}33' = 94^{\circ}33'$

Si trazamos sobre el mapa una línea que pase por dicho punto y que forme ese ángulo con el Norte, nos encontraremos ubicados en algún lugar de esa línea. Podemos concretar el punto, por la forma del terreno. O bien de manera inequívoca, observando otro punto reseñable y repitiendo el proceso. Nuestra posición exacta será el lugar donde se cortan las dos rectas.

UBICARNOS SOLO CON MAPA

Se puede seguir un procedimiento más sencillo semejante al anterior. Consiste en encontrar un punto reseñable y orientar el mapa hacia él. Con otro punto característico y el ángulo a ojo que forman entre ambos, encontraremos nuestra ubicación aproximada. Aunque menos preciso que el método anterior, tiene la ventaja de su rapidez y de olvidarnos del cálculo de la declinación al trabajar con el ángulo relativo entre dos referencias.

PERDIDOS SIN MAPA NI BRÚJULA

Cuando pensemos que estamos perdidos lo primero que debemos hacer es pararnos. Como decía la canción de Potato: "Andar sin rumbo fijo es estar perdido". Debemos contemplar el entorno. Si nos lo impiden los árboles o las montañas cercanas, podemos subirnos a una colina despejada o a un árbol de ramas firmes que nos permita una visión más amplia.

En caso de no reconocer nada familiar o si la niebla lo imposibilita, la primera opción es desandar el camino hasta una zona reconocible. Para ello, tenemos que poner todos los sentidos en rastrear en el suelo nuestras pisadas e identificar cualquier lugar característico del camino.

Si, aún y todo, no somos capaces de ubicarnos buscaremos cualquier resquicio de civilización. Si no encontramos en la montaña, descendiendo por pistas o sendas hasta los valles. Si estamos en el valle, siguiendo el cauce del río hasta que nos conduzca a algún lugar habitado. En caso de que el terreno sea peligroso, y esté cayendo la noche o entrando la niebla, es conveniente construirse un refugio y esperar a que mejore la visibilidad.



Jon Benito

SABER HACIA DÓNDE DIRIGIRNOS

Después de saber dónde estamos, lo más importante es conocer por dónde se llega a nuestro destino. Orientarse al final se reduce sobre todo a ángulos (saber tomar la dirección correcta) y en menor medida a distancias (cuánto debemos seguir esa dirección), salvando todos los obstáculos intermedios hasta alcanzar nuestra meta.

La situación más favorable podría ser contar con un GPS con cartografía incorporada, donde un puntito rojo señalase nuestra ubicación, el lugar a donde nos dirigimos y un montón de vías de comunicación dibujadas entre ambos lugares para elegir la que más nos convenga. O una carta marina, donde aparece nuestra localización, el puerto de destino y las profundidades del mar entre nosotros y nuestra meta. Entre esta posibilidad y la desorientación total se pueden dar un amplio abanico de situaciones intermedias.

ENCONTRAR EL DESTINO CON MAPA Y BRÚJULA

Una manera previsor, sería diseñar nuestra ruta desde casa, apuntando en un papel los lugares más reseñables donde nuestro camino hace los quiebros y los rumbos y distancias entre dichos lugares. Una vez en la montaña, sólo tendríamos que utilizar esos rumbos de brújula, calculando las distancias por el tiempo que tardamos entre los puntos intermedios.

También se puede hacer sobre la marcha, comprobando continuamente el mapa con las referencias que encontramos en nuestro camino, hasta llegar a nuestro destino.



MÉTODOS DE ORIENTACIÓN APROXIMADA

Algunos se preguntarán para qué son necesarios estos métodos de orientación imprecisos y anticuados en pleno siglo XXI, la era del GPS. Otros opinarán que en este mundo tan civilizado y controlado no hay manera de perderse ni aunque uno lo desee.

Aunque es cierto que las zonas naturales de nuestro entorno soportan tal presión urbanística que parece imposible caminar más de dos horas en cualquier dirección sin toparse con una carretera, un parque eólico o una zona residencial; también lo es que cada vez ampliamos más el radio de nuestras actividades de ocio, exponiéndonos sin saberlo a situaciones de riesgo en ambientes totalmente desconocidos para nosotros.

En estos momentos, ni siempre tenemos un GPS a mano, ni tampoco este instrumento es infalible. En áreas encañonadas, con mucha vegetación, cuando se agotan las pilas, se congela o se avería, de poco nos sirve nuestro receptor último modelo. Unas nociones básicas de esos métodos milenarios de orientación aproximada nos pueden sacar de un apuro.

ORIENTACIÓN POR EL SOL

Como todos sabemos, el Sol, en su movimiento aparente alrededor de la Tierra, nace por el Este, al mediodía se sitúa en el Sur y se oculta por el Oeste. Ojalá fuese tan sencillo, pero la realidad es algo más complicada y llena de excepciones que necesitamos conocer:

- Para empezar, en las zonas polares, en verano, el Sol ni nace, ni se pone, sino que permanece las 24 horas del día sobre el horizonte. En invierno, ni siquiera llega a salir y tenemos 24 horas de oscuridad.

- En el hemisferio Sur, al mediodía el Sol nos señala el Norte y no el Sur.

- En las zonas tropicales, estemos al Norte o al Sur del Ecuador, dependiendo de la época del año, el Sol del mediodía puede estar al Norte, al Sur o justo sobre nuestra cabeza (en el cenit).

- El Sol no sale exactamente por el Este ni se pone exactamente por el Oeste. De hecho, en un lugar ubicado sobre el ecuador, según la época del año puede distar hasta 23,5° de estos puntos cardinales. Además, con el aumento de la latitud, esta distancia aumenta. Por eso, en realidad, en verano sale por el Noreste y en invierno por el Sureste.

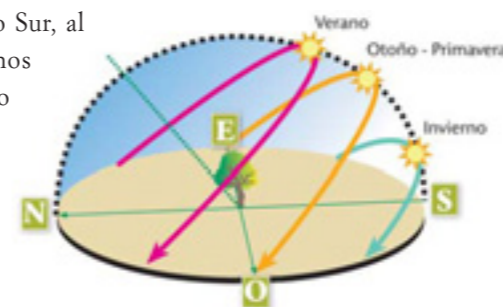
- Cuando decimos que al mediodía el Sol está en el Sur, nos referimos al mediodía solar, esto es, el momento en que el Sol alcanza su máxima altura sobre el horizonte. La hora oficial que nos indica el reloj no coincide con la hora solar luego es necesario conocer la diferencia.

Todo esto nos lleva a concluir que si no tenemos unas tablas que nos indiquen por dónde sale el Sol en cada día del año y en cada latitud, el orto y el ocaso sólo nos servirán para conocer una dirección aproximada.

En cambio, el paso del Sol por el meridiano sí que nos ofrece una referencia bastante precisa, ya que, salvo las excepciones comentadas, siempre nos indicará el Sur exacto (hemisferio Norte) o el Norte exacto (hemisferio Sur).

Por ello, conociendo estas limitaciones podemos decir que:

- El Sol, en su movimiento aparente, da una vuelta completa (360°) cada



▲ POSICIÓN DEL SOL EN LA BÓVEDA CELESTE Y SUS PUNTOS DE AMANECER Y OCASO EN LAS DIFERENTES ESTACIONES DEL AÑO.



24 horas. Luego, cada hora avanza 15° en dirección de las agujas del reloj. Esto quiere decir que nuestra sombra a las 12 del mediodía está en el Norte exacto, pero a las 6 de la mañana está en el Oeste exacto (6 horas antes corresponde a 90° menos) y a las 6 de la tarde está en el Este exacto. Por lo tanto, según la hora solar podemos saber qué dirección exacta nos marca el Sol.

En una primera aproximación debemos traducir la hora oficial que nos da el reloj en hora civil. Aquí, por ejemplo, a la hora oficial debemos restarle una hora en invierno o dos en verano para obtener la hora civil.

Es parecida a la solar $\pm \frac{1}{2}$ hora. Es por ello que lugares tan distantes en longitud como Cataluña y Galicia tienen la misma hora oficial (y civil). Como sabemos que el sol recorre 15° cada hora, en media hora recorrerá 7,5°. Éste será el error de nuestro método si utilizamos la hora civil para orientarnos con el Sol.

Si queremos orientarnos con mayor precisión deberemos conocer la hora solar del lugar. Hay dos formas de averiguar la hora solar:

Conociendo la longitud aproximada del lugar: En el meridiano de Greenwich coinciden la hora solar y la civil (GMT: Greenwich Mean Time). Por ello si nos encontramos a 5° al W de Greenwich nuestra hora solar será la misma que la de Greenwich menos 20 minutos (15° por hora => 5° cada 20 minutos). O si estamos a 20° al Este de Greenwich tendremos una hora solar de 1 hora y 20 minutos más.

MÉTODO DEL PALO: Además

de aportarnos la hora solar, nos permitirá obtener la dirección al Norte con bastante precisión. Se trata de clavar un palo en el suelo de la manera más vertical posible. Si marcamos la longitud de la sombra que proyecta el palo, será mediodía cuando la sombra sea más corta y en ese preciso instante esa sombra marcará el norte exacto. Si anotamos la diferencia entre la hora solar y la que nos marca el reloj, podremos saber en cada instante del día en qué punto cardinal se encuentra el Sol con precisión.



DE ARRIBA ABAJO, MÉTODO DE ORIENTACIÓN MEDIANTE LA SOMBRA DE UN PALO Y BRÚJULA ESTELAR POLINESIA.

ORIENTACIÓN POR LA LUNA

La Luna, como el Sol, sale aproximadamente por el Este, se pone aproximadamente por el Oeste ($\pm 28,5^\circ$ para un punto situado sobre el ecuador) y en su punto más alto (medianoche solar) se sitúa exactamente en el Sur. El problema es que es más difícil hacerle el seguimiento que al Sol, porque según el ciclo lunar se verá toda la noche (luna llena), sólo al principio de la noche (cuarto creciente), sólo al final (cuarto menguante) o no la podremos ver en toda la noche (luna nueva).

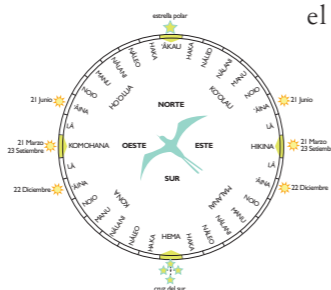


REPRESENTACIÓN DE LAS FASES LUNARES.

El método del palo que hemos propuesto para el Sol se puede llevar a cabo también con la Luna aunque con algo mayor de dificultad por esta falta de visibilidad.

ORIENTACIÓN POR LAS ESTRELLAS

La orientación por las estrellas es, en general, más precisa que la que se realiza con el Sol o la Luna ya que debido a su lejanía de la Tierra no depende de las estaciones. Por ello, para un lugar concreto, las estrellas salen siempre por el mismo lugar cercano al Este y se ocultan por un punto del Oeste equidistante desde el Norte con su nacimiento. Esto lo conocían los polinesios desde tiempos inmemorables y su “brújula estelar”, que no es más que

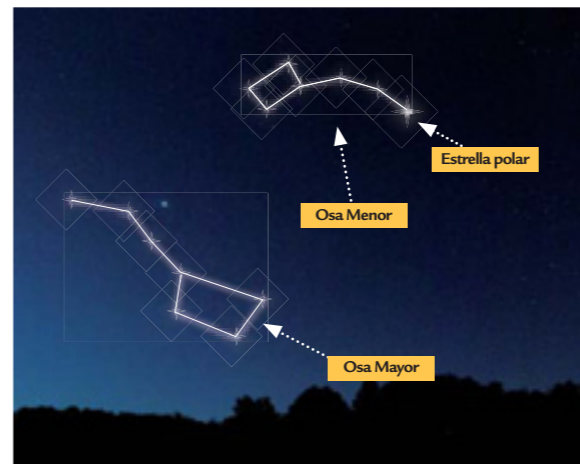


el conocimiento del nacimiento y ocultamiento de cada estrella para una zona determinada, ha llegado hasta nuestros días.

Como no somos tan buenos astrónomos como los polinesios, nosotros nos conformaremos con encontrar el Polo Norte Celeste o el Polo Sur Celeste en torno al que giran todas las estrellas, que son los puntos imaginarios que se generan al prolongar el eje de rotación terrestre en el cielo (esfera celeste).

En el hemisferio norte: (y hasta 30° de latitud Sur), la Estrella Polar nos marca el Norte geográfico o verdadero con un error de 1° . La podemos localizar desde la Osa Mayor o desde la Osa Menor.

La Osa Mayor es muy fácil de encontrar en el cielo, es esa constelación con forma de carro o de cazo de calentar leche. Si prolongamos su parte frontal (por donde vertemos la leche) unas 5 veces encontramos la Estrella Polar. El mayor

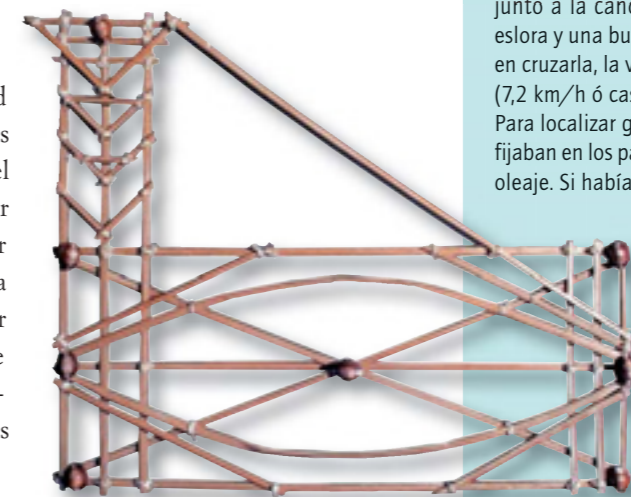


error en la determinación del Norte por la Estrella Polar (casi 2°) se produce cuando el cazo está vertical, listo para verter la leche. El menor error (0°) es cuando está plano, como apoyado en una mesa bien hacia arriba o hacia abajo.

La Osa Menor es la mejor alternativa cuando la Osa Mayor está bajo el horizonte. Es esa constelación parecida a la anterior pero en pequeña. La última estrella del mango de este cazo pequeño será la estrella polar.

Además de conocer el Norte, otro dato muy interesante que nos puede aportar la Estrella Polar es la latitud, ya que su altura sobre el horizonte corresponde a la latitud del lugar.

En el hemisferio sur: no hay una estrella tan cercana al Polo Sur Celeste como la polar en el Norte. Pero desde la Cruz del Sur, una constelación formada por cuatro estrellas en forma de cruz que se ve en todo el hemisferio sur (y hasta 30° de latitud Norte), si prolongamos 5 veces y media el lado largo hacia el suelo, obtenemos el Sur. Un par de estrellas bajo la Cruz del Sur nos pueden servir de apoyo, ya que sacando una perpendicular a su mediatriz, el lugar donde se corta dicha recta con la prolongación de la Cruz del Sur es el Polo Sur Celeste.



MAPA-MAQUETA POLINESIA. ESTE TIPO DE CARTA MARINA REPRESENTA CON CAÑAS LAS CORRIENTES MARINAS Y LAS ISLAS POR CONCHAS.

NAVEGACIÓN POLINESIA

Desde hace unos 5.000 años, los polinesios vienen realizando viajes muy largos en mar abierto. Esto no es exclusivo de aquella cultura, lo que sí que es único es que sus técnicas milenarias de orientación han llegado hasta nuestros días sobreviviendo a la brújula y el GPS. Navegaban entre pequeñas islas muy separadas en el pacífico utilizando sólo la observación de su entorno con unas canoas de doble casco con vela incorporada. Sus conocimientos pasaban de generación en generación en forma de canciones fácilmente memorizables.



CATAMARÁN POLINESIO. DIBUJO DE NAVEGACIÓN POR LA BAHÍA DE KEALAKEKUA (HAWAII).

Aquellos cánticos hablaban de por dónde salía y se ponía cada estrella (lo que llaman la brújula estelar); de los tiempos de recorrido entre islas, del clima, de las corrientes, los vientos dominantes, las olas, las formas de las nubes y los recorridos de los pájaros. También construían cartas marinas, donde las corrientes y vientos dominantes venían representados por cañas y las islas por conchas. Calculaban las distancias por días de canoa y la velocidad a la que circulaban observando pasar las burbujas junto a la canoa. Si la embarcación tenía 20 m de eslora y una burbuja en el agua tardaba 10 segundos en cruzarla, la velocidad era de 2 metros por segundo (7,2 km/h ó casi 4 nudos). Para localizar grupos de islas en medio del océano se fijaban en los patrones de interferencia del viento y del oleaje. Si había una zona de calma era porque en esa dirección se encontraba una isla. También las localizaban por los rebotes de las olas, e incluso por los vuelos de algunos pájaros, que se desplazaban por las mañanas de la tierra al mar buscando el alimento y por las tardes de mar a tierra de vuelta a sus nidos.

MEDICIÓN APROXIMADA DE ÁNGULOS

Ángulos: Una vez determinada la posición del Norte, es necesario saber calcular ángulos a ojo para fijar la dirección de nuestra marcha. No cabe duda que si tenemos una brújula, los observaremos de manera directa. Si no, se puede tener una referencia con la esfera

de un reloj analógico (cada marca horaria son 30°). Los astrónomos y los navegantes polinesios han utilizado durante siglos una técnica muy efectiva para la estimación de ángulos. Se trata de medir el horizonte a palmos. Para ello debemos calibrar nuestro palmo estirando el brazo al frente y

abriendo la mano lo más posible. En un lugar de vistas amplias recorreremos todo el horizonte a palmos y dividimos los 360° de la vuelta de horizonte completa por el número de palmos. Ese será el ángulo que abarca nuestra mano. La media suele ser de unos 20° con la palma ancha, 10°

con el puño cerrado y unos 2° por nudillo. Es muy importante hacerlo siempre de la misma manera para que el método sea consistente. De esta forma podemos calcular también la latitud a la que nos encontramos por la distancia de la Estrella Polar sobre el horizonte.

RUEDIGER NEHBERG,

Gurú de la supervivencia.

"LOS GUSANOS Y LAS RATAS FORMAN PARTE DE MI DIETA EN UNA SITUACIÓN DE EMERGENCIA"

GURÚ DE LA SUPERVIVENCIA, RUEDIGER NEHBERG (HAMBURGO, 1935) ES TAMBIÉN CONOCIDO COMO 'SIR VIVAL'. ES AUTOR DE MÁS DE UNA DOCENA DE LIBROS SOBRE SUS EXPERIENCIAS, ENTRE ELLOS 'MANUAL DEL AVENTURERO. TÉCNICAS DE SUPERVIVENCIA'. ES ADEMÁS ACTIVISTA CONTRA LA MUTILACIÓN GENITAL FEMENINA Y CONTRA EL EXTERMINIO DEL PUEBLO YANOMAMI DEL AMAZONAS. EN SUS AVENTURAS HA PERDIDO AMIGOS POR DISPAROS DE TRIBUS LOCALES CUANDO DESCENDÍAN EL NILO AZUL EN UNA Balsa; HA SIDO ENCARCELADO EN JORDANIA; HA RECORRIDO EL DESIERTO DE DANAKIL, DONDE TROPEZÓ CON LA GUERRA ETIOPÍA-ERITREA; HA RECORRIDO 1.000 KM POR ALEMANIA SIN EQUIPO NI COMIDA; HA CRUZADO EN TRES OCASIONES EL OCEANO ATLÁNTICO DESDE ÁFRICA A SURAMÉRICA EN SOLITARIO, EN UNA BARCA A PEDALES, EN UNA Balsa DE BAMBÚ Y EN UN ENORME TRONCO DE ÁRBOL; PARTICIPÓ EN UNA CARRERA DE 700 KM POR EL INTERIOR DE AUSTRALIA...

¿Qué le llevó a aquel pastelero de Hamburgo a llevar sus inquietudes hasta el extremo?

En un principio fue la curiosidad por el mundo, el disfrute del riesgo. Más tarde llegaron las ansias de aventura. Fui testigo del inminente genocidio de los Yanomami en la Amazonía brasileña y decidí no quedarme de brazos cruzados. Pasé a la acción y, durante 20 años, he luchado mediante actos reivindicativos a favor de los derechos de los indios. Al final, logramos suficiente presión mediática para conseguirles una paz duradera desde el año 2000.

¿Cómo se controla el miedo en una situación límite de supervivencia? ¿Es instintivo o es pura técnica?

Antes de cada viaje, analizo todos los posibles peligros. Entonces me entreno de forma específica con el fin de superar los problemas en caso de emergencia. Mi miedo al agua, por ejemplo, me lo quitó la unidad alemana de élite "Kampfschwimmer" –buceadores de combate que emplean la técnica de arrojar a su compañeros de unidad al agua con las manos y los pies atados-. Pero nunca trato de eliminar el miedo por completo, es una señal de alarma importante. Al igual que el asco. He aprendido a distinguir entre el asco justificado y el asco superficial. Los gusanos y las ratas forman parte de mi dieta en una situación de emergencia. Sin embargo, nunca como nada podrido.

¿Qué herramienta consideras imprescindible para guiarte en terreno desconocido?

Es indispensable ser capaz de confiar en ti mismo. Es reconfortante haber experimentado en los entrenamientos tu capacidad de combatir al calor y al frío, al hambre y a la sed, así como a tu enemigo interior. Tienes que aprender a aguantar y seguir adelante sin ningún tipo de equipamiento, como lo haría cualquier animal salvaje. Es importante saber cómo fabricar un arma con una piedra, producir una chispa o construir una herramienta. Aunque si llevas encima un cuchillo o un mechero resulta mucho más cómodo, para las situaciones de riesgo, suelo tener un plan B y hasta un plan C.

¿Empleas técnicas de orientación diferentes según el medio en el que te encuentras?

Me oriento con la ayuda de las estrellas y las señales de la naturaleza (musgo en los troncos, árboles inclinados por el viento...). A veces, también llevo una brújula, e incluso, en el tercer cruce del Atlántico que realicé montado en un tronco de abeto con vela, llevé un GPS. Pero también tengo siempre unas reglas básicas para situaciones de emergencia extrema como por ejemplo "al Oeste está América" o "río abajo encontraré personas", etc. Mi brújula más pequeña fue una aguja magnética minúscula encima de una cerilla. Oriné en mi mano, dejé flotar la aguja en él y supe hacia dónde tenía que dirigirme. Y otro ejemplo de supervivencia: sólo tenía un anzuelo de pesca y 30 cm de hilo de nylon. Lo até a un trozo de madera y lo dejé flotar río abajo. Como cebo utilicé un trozo de tela y unas gotas de mi propia sangre.

¿Qué métodos de orientación que hayas conocido por tu contacto con tribus indígenas te han impresionado más?

Los indios de la selva. Ellos reconocían huellas sobre la hojarasca húmeda, en aquellos bosques sin caminos, donde yo no era capaz de distinguir absolutamente nada. Leían los árboles como nosotros las señales de tráfico de una autovía. Un jefe se sorprendió de que yo no dominara aquel arte. "¿No te das cuenta de que todos estos árboles tratan de hablar contigo? Cada uno tiene su propia lengua, nunca se encuentran dos similares, no los puedes confundir". Lo único que me servía de consuelo era pensar que los indios, en Europa, no serían capaces de leer cosas que para nosotros resultan tan evidentes como el letrero de una calle.

En la ecuación riesgo-éxito. ¿Primas siempre la seguridad o dejas hueco para la temeridad?

Si estoy totalmente motivado, como en la actualidad, con mi participación contra el delito de la mutilación genital femenina, entonces la seguridad es secundaria para mí y me da igual cualquier tipo de riesgo. De lo contrario, suelo sopesar todos los riesgos.

En zonas inhóspitas sin equipo de supervivencia, ¿a qué le temes más, al frío extremo, al calor extremo, a la desorientación o a las personas?

El hombre ha sido y sigue siendo el factor más impredecible. Con él sólo se puede planificar esperando lo peor posible. De esta manera, te sientes agradecido cuando todo no sale tan mal. Lo siguiente más temido sería el frío.

"ES IMPORTANTE SABER CÓMO FABRICAR UN ARMA CON UNA PIEDRA, PRODUCIR UNA CHISPA O CONSTRUIR UNA HERRAMIENTA"

