

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y HUMANIDADES

2013

Nuevo Chimbote

Mg. Wilfredo Conteras Aranda

**MANUAL DE CARTOGRAFÍA**

E.A.P. EDUCACIÓN SECUNDARIA

**PRESENTACIÓN**

El curso de Cartografía es una asignatura de la nueva currícula para la especialidad de Historia, Geografía y Ciencias Sociales, y se desarrolla en el III ciclo de formación profesional. Como disciplina, sus inicios, se remonta a los tiempos de las sociedades horizontales de oriente y occidente; a través de los medios de comunicación con la creación de imágenes mentales, haciendo efectiva la comprensión de los objetos y como éstos se relacionan e interrelacionan.

Se sostiene que hace miles de años la civilización humana creó los sonidos que desarrollaron los lenguajes materiales, escritos y hablados, estos evolucionaron hasta establecer una variedad de grafismos que hasta hoy se utiliza. En el proceso de formación de este fenómeno el hombre siempre se vinculó con su entorno o medio ambiente al que buscó y busca representar mediante una organización espacial.

Las formas simples de relación básica de ubicación como interior-exterior, cerca-lejos, en frente–detrás o cuando implican conceptos abstractos sobre la naturaleza, lo verificamos en las imágenes que han dejado los pueblos originarios, en las que distinguimos que tanto animales como humanos han constituido tipos únicos de situaciones de grafismos especiales, aún en la constitución de las sociedades verticales complejas, se han experimentado capacidades de reproducir creaciones muy elaboradas centrados en la atención y perfeccionamiento de mediciones después.

Las imágenes que se forman dentro del cerebro del hombre orientan su interés en las relaciones espaciales existentes entre cosas e ideas y, en algunos casos, con distribuciones completas. Si un sujeto busca comunicarse describiendo verbalmente, cabría esperar la descripción de una imagen semejante si fuera en condiciones semejantes; la representación gráfica de las relaciones y formas espaciales en nuestro lenguaje, por ejemplo, lo denominamos mapa.

Para convertirse en una especialidad independiente, los principios básicos de la cartografía, han recibido una creciente atención por parte los teóricos. Los avances técnicos actuales, dependen más de la comprensión, elaboración y entrenamiento tecnológico, para la elaboración de los medios que siempre estuvo orientado a los descubrimientos geográficos para después perfeccionar su tecnología en beneficio de la aeronavegación.

Junto al progreso técnico, enriquecido también con un lenguaje teórico, para la reproducción de los mensajes con informaciones más elaboradas, se hace del lenguaje gráfico, un sistema convencional. En el proceso de los 02 últimos años, fueron surgiendo la fotogrametría y las posibilidades de la fotointerpretación. La percepción remota y nuevos sistemas de sensores determinaron la revolución cartográfica como ciencia, técnica y arte de la comunicación gráfica cuyo símbolo más conocido es el mapa.

Para los científicos sociales la gráfica o el grafismo es la cuarta forma de comunicar conceptos y relacionar imágenes utilizando los lenguajes en un espacio bidimensional o tridimensional las que incluyen actividades de representación.

En la primera unidad de aprendizaje se desarrollarán los aspectos básicos de la cartografía, analizando el proceso histórico y tecnológico, así como la aplicación de los nuevos paradigmas.

En la segunda parte de este trabajo los contenidos están orientados a verificar el desarrollo de las últimas tecnologías de la comunicación y percepción, reconociendo la importancia de los principios de la visión. El complejo proceso de la percepción gráfica surge como una respuesta a los estímulos visuales de signos gráficos y colores reconocidos también en la cartografía como variables visuales.

En la tercera parte, se ha programado representar gráficamente el modelado haciendo uso de la escala, cuyas expresiones concretas son el plano, las cartas geográficas, los mapas rotulanos, etc.

Finalmente, nuestro interés expresado a través de este material educativo, es facilitar a los estudiantes de pregrado de la especialidad de Historia, Geografía y Ciencias Sociales, un medio de consulta para construir sus aprendizajes y contribuir con su formación personal y profesional, en aras de mejorar la educación de nuestro país.

**EL AUTOR**

**ÍNDICE**

Portada………………………………………………………………………………………………………….. 1

Portadilla……………………………………………………………………………………………………….. 2

Presentación………………………………………………………………………………………………….. 3

Índice…………………………………………………………………………………………………………….. 5

**UNIDAD 1**

**LA CARTOGRAFÍA, HISTORIA Y TECNOLOGÍA** ……………………………………. 11

**Tema 1**

**Naturaleza de la Cartografía**…………………………………………………………………… 12

Concepto……………………………………………………………….………………………………………. 13

Nuevos enfoques de la caratografía………..………………………………………………….. 13

Historia de la cartografía………………………………………………………………………………. 21

Los primeros planisferios …………………………………………………………………………….. 22

De los mapas circulares a los rectangulares ………………………………………………. 23

El comienzo de la proyección cartográfica ………………………………………………….. 24

El primer paso hacia atrás: Tolomeo ………………………………………………………….. 24

El retorno a los mapas circulares ………………………………………………………………… 25

Arrogancia y xenofobia ………………………………………………………………………………… 25

Los lugares de culto como centro de los mapas ..………………………………………. 26

La primera ampliación de la imagen del mundo …………………………………………. 26

La cartografía profesional …………………………………………………………………………….. 27

Autoevalución N° 01…………………………………………………………………………………….. 28

**Tema 2**

**Principios Teóricos de la Cartografía**……………..……………………….……………. 30

La tierra….……………………………………………………………………………………………………… 30

El geosistema …………………………………………..…………………………………………………… 30

La forma del geosistema ……………………………………………………………………………… 30

Geoide …………………………………………………………………………………………………………… 31

Elipsoide …………………………………………………………………………………………………….…. 31

Tamaño del geosistema ………………….…………………………………………………………… 32

El círculo máximo……..…………………………………………………………………………………… 32

Escala de los mapas………………………………………………………...…………………….……. 32

La representación de una escala…………………………………………………………..……… 32

Factor de la escala………………………………………………………………………………………… 33

Determinación de la escala de un mapa………………………………………………………. 33

Sistemas de coordenadas……………………………………………………………………………… 34

Coodenadas geográficas……………………………………………………………………………….. 35

Latitud……………………………………………………………………………………………………………. 35

Distancia de un grado de latitud…………………………………………………………………… 36

Longitud…………………………………………………………………………………………………………. 36

Distancia de un grado de longitud………………………………………………………………… 37

El meridiano de origen………………………………………………………………………………..… 37

Coordenadas rectangulares…………………………………………………………………………… 37

El sistema UTM ……………………………………………………………………………………………… 38

El sistema UPS………………………………………………………………………………………………. 39

Coordenadas planas estatales………………………………………………………………………. 39

Cálculo …………………………………………………………………………………………………………… 39

Dirección ……………………………………………………………………………………………………….. 40

Acimut …………………………………………………………………………………………………………… 40

Líneas de rumbo …………………………………………………………………………………………… 41

Orientación ……………………………………………………………………………………………………. 41

Distancia ………………………………………………………………………………………………………… 41

Superficie ………………………………………………………………………………………………………. 42

Autoevaluación N° 02 …………………………………………………………………………………… 42

**Tema 3**

**Percepción Remota y fuentes de Datos** ………………………….….………………… 44

Percepción remota …………………………………………….…………..……………………………. 44

Energía electromagnética ……………………………………………………………………………. 44

El concepto de sensores multiespectrales ………..………………………………………… 46

Sistemas sensores ……………………………………………………………………………………….. 46

Sistems analógicos ………………………………………………………………………………………. 48

Fotografía en blanco y negro ………………………………………………………………………. 48

Fotografía de color ………………………………………………………………………………………. 49

Fotografía multilente ……………………………………………………………………………………. 50

La geometría de la fotografía ………………………………………………………………………. 50

Escala …………………………………………………………………………………………………………… 51

Desplazamiento ……………………………………………………………………………………………. 51

Paralaje …………………………………………………………………………………………………………. 52

Sistemas digitales …………………………………………………………………………………………. 53

Dispositivos de barrido o scanner ……………………………………………………………….. 53

Geometría de los datos obtenidos por scanner ………………………………………….. 54

Distorsión de escala tangencial ………………………………………………………………….. 54

Variación en el tamaño de la célula de resolución ………………………………………. 54

Desplazamiento unidimensional del relieve …………………………………………………. 54

Distorsión de parámetro de vuelo ………………………………………………………………… 54

Percepción térmica ……………….………………………………………………………………………. 55

Percepción multiespectral …………………………………………………………………………….. 55

Percepción de microondas ……………………………………………………………………………. 56

Percepción de microonda pasiva …………………………………………………………………… 56

Percepción por radar ……………………………………………………………………………………… 56

Desplazamiento de relieve ……………………………………………………………………………. 57

Paralaje ………………………………………………………………………………………………………….. 57

Sensores de ultravioleta ……………………………………………………………………………….. 58

Autoevaluación N° 03 ……………………………………………………………………………………. 58

**Tema 4**

**Las Nuevas Cualidades Cartográficas** …………………………………….……………… 60

Nuevas cualidades cartográficas ………………………………….………………………………. 60

Cualidades cartográficas que es posible lograr ………………………………………….… 60

Conjunción de estas cualidades en una proyección …………………………………….. 64

Principios en que se basa la nueva proyección ……………………………………………. 65

El factor subjetivo ………………………………………………………………………………………….. 65

Aplicación del nuevo principio de proyección al planisferio …………………………. 67

La cuestión de la objetividad …………………………………………………………………………. 68

Autoevaluación N° 04……………………………………………………………………………………… 69

**Tema 5**

**Características de la Nueva Cartografía** ………………………………………………… 70

Nuevo meridiano 0° ……………………………..………………………………………………………. 70

Nueva línea de demercación de fecha ………………………………………………………… 70

Nueva red de coordenadas geográficas ………………………………………………………. 71

Nuev presentación del relieve …………………………………………………………………….. 72

Nuevo empleo de los colores ………………………………………………………………………… 73

Nuevos Atlas ………………………………………………………………………………………………….. 74

Nuevos axiomas …………………………………………………………………………………………….. 75

Las nuevas premisas ……………………………………………………………………………………… 76

I ……………………………………………………………….…………………………………………………….. 76

II ……………………………………………………………………………………………………………………. 77

III …………………………………………………………………………………………………………………… 77

Nueva imagen del geosistema ……………………………………………………………………… 78

Nueva actitud ………………………………………………………………………………………………… 78

Autoevalución N° 05………………………………………………………………………………………. 79

**Tema 6**

**Variables visuales** ……………………………………………….…………………………………….. 81

Autoevaluación N° 06 …………………………………………………………………………………… 84

**PRIMERA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

1. **TITULO DE LA UNIDAD: LA CARTOGRAFÍA, HISTORIA Y TECNOLOGÍA**
2. **CAPACIDADES:**
   1. Identifica los fundamentos que sustentan a la cartografía como disciplina y arte.
   2. Argumenta concepciones y procedimientos que orientan el trabajo cartográfico.
   3. Analiza los fundamentos y principios de la cartografía en tiempos antiguos y medievales.

**TEMA N° 01**

**Instrucción:** **Analiza el siguiente material informativo.**

**NATURALEZA DE LA CARTOGRAFÍA**

Para explicar una conceptualización de cartografía, debemos tratar de definir el lugar que ocupa en la actualidad en nuestro afán de conocimiento y comunicación. Los comienzos de ésta disciplina se encuentra en el devenir de la primitiva historia de la humanidad, pero se puede aceptar, sin margen de error, que en las formas primitivas se utilizaron voces y dibujos para la creación de imágenes mentales relacionadas con la comprensión de los objetos y sus relaciones. A partir de esos sonidos se desarrollaron los leguajes naturales escritos y hablados de nuestro tiempo y los trazos manuales evolucionaron hasta presentar la gran variedad de grafismos que hoy se utiliza.

Una parte considerativa del interés del ser humano se centra en lo que le rodea y el deseo de representar adecuadamente la organización espacial de las cosas, particularmente, de las que forman el medio ambiente, parece tan normal como el respirar. Su forma puede ser simple y elemental, como cuando nos hallamos interesados por nuestras relaciones básicas, como la situación interior-exterior, lejos-cerca, enfrente-detrás, o puede ser mucho más sofisticada como cuando se implican conceptos abstractos como distribución o contaminación atmosférica.

Los animales, los hombres primitivos y los niños pequeños construyen probablemente tipos únicos de situaciones de imágenes espaciales, mientras que, obviamente, los adultos experimentados son capaces de producir construcciones espaciales muy elaboradas. Estas imágenes que se forman en nuestro cerebro centran su interés en las relaciones espaciales existentes entre cosas e ideas y en formas espaciales de distribuciones completas. Si una persona quisiera tratar de comunicarse con otra describiendo verbalmente tales relaciones o formas, cabría tan solo esperar que su descripción evocara una imagen más o menos semejante en el caso de que todas las condiciones fueran favorables. Sin embargo, la comunicación sería mucho más fácil con una representación visual de la imagen. Esta representación gráfica de relaciones y formas espaciales constituye lo que denominamos un mapa, y la cartografía es, esencialmente, la realización y el estudio de los mapas, en todos los aspectos.

La utilización de lenguajes escritos y hablados, algunas veces llamados “literatura” y “articulación”, es una forma de desarrollar, manipular, analizar, expresar y comunicar diversos tipos de ideas y creencias. Las matemáticas, que han sido descritas como “numeración”, son un modo de simbolizar y de operar con las relaciones existentes entre abstracciones, conjuntos, números y magnitudes. Del mismo modo que la literatura puede abarcar desde novelas de gran emotividad hasta materias científicas serias y las matemáticas desde relaciones abstractas hasta cálculos muy precisos, la gráfica, un cuarto modo de comunicar conceptos y relaciones; se basa en una variedad de métodos representativos de imágenes. Estos métodos abarcan desde dibujos y pinturas hasta la elaboración de planos y diagramas.

El término “grafismo” implica este tipo de comunicación. La cartografía es una rama importante del grafismo, ya que es una forma extremadamente eficaz de manipular, analizar y exponer, y de este modo expresar ideas, formas y relaciones que tienen lugar en un espacio bi o tridimensional. En un sentido amplio, la cartografía incluye cualquier actividad en la que la representación y utilización de mapas tenga un interés básico. Ello incluye la enseñanza de la habilidad en la utilización de los mapas; el estudio de la historia de la cartografía, el mantener colecciones de mapas con las actividades asociadas de catalogación y bibliografía y la recogida, comparación y manipulación de los datos y el diseño y preparación de mapas, cartas, planos y atlas.

A pesar de que cada una de estas actividades pueda implicar procedimientos altamente especializados y requerir un adiestramiento especial, todas ellas se relacionan con los mapas, y es el carácter único de estos, como objeto intelectual central, lo que aglutina a los cartógrafos que trabajan con ellos.

**CONCEPTOS DE CARTOGRAFÍA**

Una materia tan compleja e importante como la cartografía tiene muchas dimensiones interesantes merecedoras de especial atención, descaremos algunos puntos de atención primordial para su consideración:

* Cartografía es el arte, ciencia y tecnología para la producción de diversos materiales cartográficos.
* Cartografía es el conjunto de estudios operados científicamente, apoyados en la tecnología para la producción y análisis de materiales cartográficos, que representan al geosistema o una parte de él.
* La cartografía es un medio de expresión gráfica y una técnica de ilustración que ayuda a la comprensión de los fenómenos geo-referenciales.

Como medio de expresión obliga, tanto al cartógrafo como al lector del mapa, a un esfuerzo de simplificación y a desarrollar un código de simbolización común que garantice la comunicación.

Para las Naciones Unidas, la cartografía es la ciencia encargada de la preparación de todo tipo de mapas y cartas, incluyendo cada operación desde el planeamiento hasta la impresión final de los mapas.

El propósito de la cartografía es la visualización de la información topográfica, que implica las operaciones necesarias para la creación de un producto gráfico, a partir de un levantamiento original y/o compilación de materiales existentes.

**NUEVOS ENFOQUES DE CARTOGRAFÍA**

**I. EL ENFOQUE GEOMÉTRICO**

Denominamos el concepto desde el punto de vista geométrico de la cartografía a una extensa concepción que tiene por finalidad crear un modelo cartográfico de la realidad que sea primordialmente de uso métrico (medición) y de análisis. Las mediciones y cálculos tomados a partir del mapa, nos aproximarán mucho a los que obtendríamos si los realizamos directamente sobre el espacio cartográfico. Sus aplicaciones pueden involucrar tareas con fines bastante simples, como mediciones, direcciones, distancias, superficies o volúmenes.

Por otro lado, sus aplicaciones pueden estar estrechamente relacionadas con la práctica de la navegación o con complejos procedimientos de ingeniería, como por ejemplo la situación de diques, aeropuertos, vertederos de productos tóxicos o vías de comunicación y transporte. El énfasis de este enfoque está en la exactitud métrica, graficamos el enfoque geométrico en el ejemplo:

Debe darse mucha importancia a la uniformidad y a la alta rigurosidad de la recolección de datos, manipulación y representación de los mismos. A menudo se realizan tentativas de ajuste a estándares prefijados de exactitud. Se supone la existencia de un amplio grupo de usuarios y también que tales usuarios serán capaces de leer y analizar adecuadamente la producción de los cartógrafos. Los mapas terrestres que resultan de la aproximación geométrica tienden a ser de gran escala y a reflejar distribuciones de las características físicas del geosistema y otros cuerpos celestes.

Algunos elementos que normalmente se incluyen en estos mapas son los accidentes del modelado, la hidrografía, las fronteras políticas, las vías de transporte y comunicación, etc. Las cartas náuticas y aeronáuticas emplean una amplia variedad de escalas para ajustarse a las situaciones de uso y a la precisión requerida de los datos que a partir de ellas se obtienen. Muchos mapas topográficos y series de cartas de navegación están realizados por instituciones gubernamentales, que tienen en cuenta las consideraciones mencionadas. El diseño de estos mapas tiende a ser tradicional, claro y de nítido aspecto. Raras veces se realizan innovaciones o cambios.

Dentro de la concepción geométrica de la cartografía, los temas sociales o culturales, como por ejemplo la población, la renta per cápita o sanidad, no tienen gran importancia. Posiblemente la falta de interés por estos temas sea simplemente el resultado de la dificultad en recoger y reflejar adecuadamente información relativa estos tipos de distribución. Cuando se da tanta importancia a la exactitud del resultado del mapa en términos analíticos, es preferible, reflejar los fenómenos socioculturales.

**II. ENFOQUE TECNOLÓGICO**

Bajo esta concepción la cartografía es considerada como una tecnología dedicada a la producción de mapas y los mapas son concebidos como un medio de almacenamiento de información ordenada espacialmente. Desde esta perspectiva, se contempla a la cartografía como una serie de procesos relacionados con la recolección de datos, diseño de mapas, producción y reproducción. La investigación se dirige a mejorar la eficacia de los mapas, en el gráfico distinguimos el proceso tecnológico como ejemplo:

De este modo, la atención se centra especialmente en las innovaciones técnicas y en la fluidez de las etapas para la preparación de un mapa, siendo prioritario el aumento de la velocidad de producción y su volumen, al tiempo que se reducen los costos unitarios de producción. Aquellas personas que realizan una aproximación tecnológica a la cartografía pueden señalar muchos adelantos concretos en este campo. Las habilidades manuales han sido sustituidas, en su mayor parte, por tecnologías óptico-mecánicas, y estas a su vez ha cedido ante las tecnologías foto-químicas. Los métodos electrónicos actuales están revolucionando esta especialidad.

De este modo, la cartografía moderna puede elegir entre una amplia variedad de métodos, haciendo su elección según las disponibilidades de tiempo, trabajo y recursos económicos. La concepción tecnológica está evidentemente relacionada con la planificación y ejecución de series de mapas. Se pone en especial énfasis inicial al tratamiento de datos, a la estética del diseño de los mapas, a la exactitud de los mismos y a su efectividad, pero una vez se ha iniciado su producción, no se da ya prácticamente más atención a estos datos.

De ahí que los sistemas simbólicos utilizados en los mapas tienden a ser complejos y estandarizados. El uso al que se destina el producto recibe también escasa atención. De modo similar, no se da mucha importancia a la legalidad del mapa; se presume que alguien, algún día, tendrá un motivo para utilizar cualquier mapa de los que se producen y en tal momento la información cartográfica podrá ser descifrada y será suficiente.

**III. ENFOQUE DE PRESENTACIÓN**

La presentación surge del interés acerca de lo que hacen los cartógrafos y la relación entre la cartografía y cada una de las demás ciencias relacionadas con los mapas, (geodesia, prospección, percepción remota, fotogrametría) y las disciplinas asociadas. Este modelo enfatiza el diseño del mapa como foco central o actividad intrínseca del trabajo, veamos el diseño que se adjunta como ejemplo:

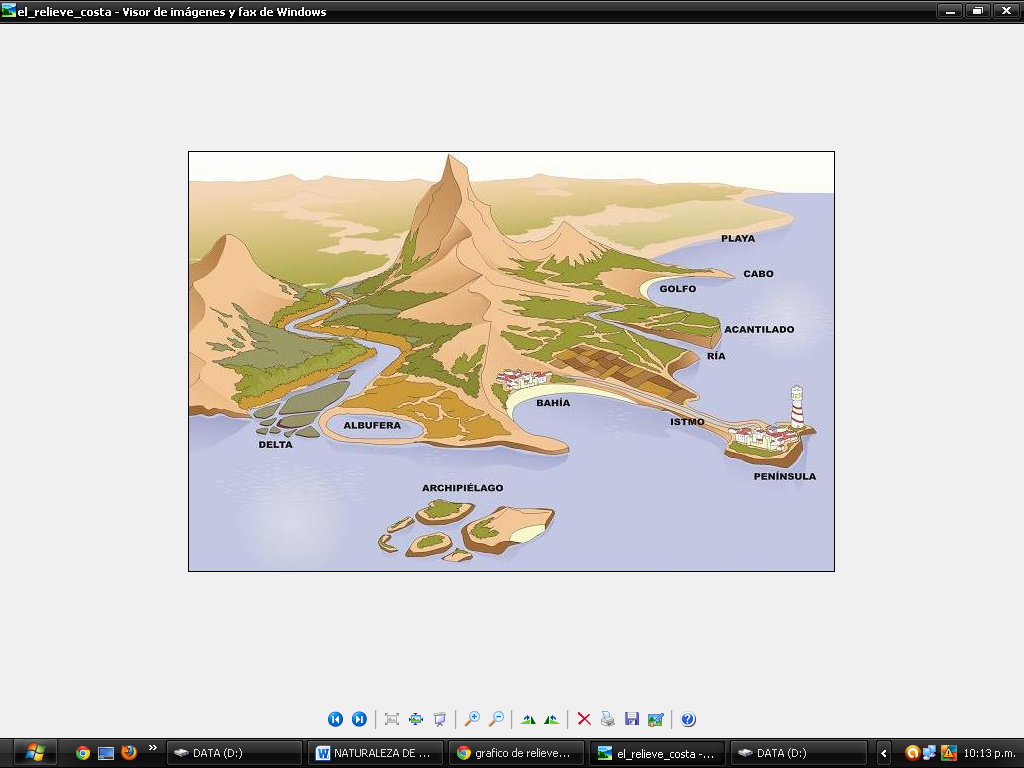
La tarea de los cartógrafos es en primer lugar determinar el contenido del mapa y luego generalizar y representar esta información mediante símbolos de diseño bien equilibrado. El proceso global de producción de un mapa está cuidadosamente planeado. El concepto de presentación es exclusivo en el sentido de que establece límites a la disciplina. Las características de los datos geográficos, la tecnología, las condiciones de los mapas, las artes gráficas y la percepción visual reciben atención únicamente en tanto pueden ser necesarios para cumplir los requisitos que entraña el diseño de mapas. Estos mapas y la información y los procesos que abarcan no son de modo directo parte de la cartografía, pero proporcionan canales y articulaciones del flujo de información entre la cartografía y una amplia gama de importantes disciplinas de soporte.

Desde luego, este reconocimiento de los extensos lazos entre cartografía y otras disciplinas, es probablemente la característica más valiosa de este modelo de actividad cartográfica. Deja claro el hecho de que la cartografía extrae su fuerza de una diversidad de fuentes. Las ciencias físicas, naturales y sociales proporcionan los datos brutos necesarios para la realización de los mapas. Las ciencias cognitivas crean una conciencia de las necesidades y los límites de la visualización humana, a la que pueden dirigirse a través de ideas diseñadas en el mapa. Las profesiones tecnológicas y de ingeniería, así como las comerciales, proporcionan los medios para la ejecución del mapa de una manera eficiente.

**IV. ENFOQUE ARTÍSTICO**

Los tres elementos de la cartografía que hemos examinado hasta ahora son de una naturaleza bastante clínica. Sugieren que el proceso de elaboración y los efectos de la utilización de los mapas pueden ser rigurosamente definidos y manipulados. A pesar de que el análisis lógico y la aproximación por etapas son muy importantes, por sí mismos pueden llevar a representaciones bastante estériles, que pueden fracasar y en cuanto a la transmisión de una impresión real del medio a partir de la que se ha trazado el mapa, a pesar de ser técnicamente correcto. El fallo puede residir en una carencia de dimensión artística. Por ejemplo veamos el esquema:

Una finalidad primordial del enfoque artístico consiste en emplear correctamente las cualidades visuales tales como color, equilibrio, contraste, diseño, línea, forma, selección, exageración y otras características gráficas mediante la creación de formas y asociaciones que evoquen impresiones y sensaciones adecuadas. Entre las técnicas que pueden captar y reflejar imágenes mentales significativas destacan las perspectivas, la intensificación de esfericidad, las variaciones en la escala, las orientaciones poco convencionales y los tratamientos no tradicionales, como por ejemplo el croquis de las estribaciones andinas en la costa de la región la Libertad, provincia de Virú, sector Coscomba.



**Croquis de relieve semidesértico**

Ocasionalmente, puede utilizarse un espacio perceptivo único como encuadre, en lugar del rígido espacio euclidiano usual. Algunas veces lo que se persigue es simplemente aportar algo de vitalidad a un mapa sin interés. Este enfoque artístico parece requerir un proceso intuitivo, que no tiene mucho que ver con el campo de la razón verbal o numérica. Sin embargo, es de una gran importancia la práctica en la aprehensión de la efectividad visual y la experiencia en expresión artística.

La concepción artística de la cartografía es expresamente vaga con respecto a las reglas o líneas generales que rigen la elaboración de mapas. El acento se sitúa sobre la expresión creativa y la inspiración que pueda proporcionar una situación dada y no se siguen convenciones establecidas previamente. Los estándares de exactitud en este campo de la cartografía no son de tipo métrico. Al contrario, su calidad debe ser juzgada por las respuestas subjetivas del usuario. Son características la innovación y la variedad.

**V. ENFOQUE DE COMUNICACIÓN**

El enfoque de comunicación identifica la tarea principal de la cartografía con la eficacia en la capacidad de comunicar información a través de la utilización del mapa. Se basa en la creencia de que los gráficos (entre los que se incluyen los mapas) desempeñan un importante papel en el pensamiento humano y en la comunicación, que es comparable, en muchos aspectos, al que desempeñan los lenguajes naturales y los matemático-estadísticos.

Desde el punto de vista de la comunicación, la realización y la utilización de un mapa reciben el mismo tratamiento y se deben diseñar los mapas de tal modo que la capacidad del usuario para adquirir información quede potenciada, ejemplo.

Esta finalidad es particularmente adecuada en el caso de mapas temáticos, donde lo que se persigue es la creación de una impresión general de la distribución o forma especial de un fenómeno, antes que el suministro de información referente a lugares concretos. En la elaboración de los mapas temáticos existe una libertad considerable en la aplicación de los principios de la cartografía y la necesidad de precisión está limitada por la capacidad del usuario de obtener información o de crear impresiones a partir del mapa. En consecuencia, la representación temática tiende a ser bastante contundente, exhibiendo las características gráficas lo más simples y concisas posibles.

En el enfoque de comunicación el proceso de elaboración se considera como una serie de transformaciones de la información, cada una de las cuales posee el poder de alterar la apariencia del producto final.

Censo

Trabajo de Campo

Sensor Remoto

Preparación

TRANSFORMACION

1

**INFORMACIÓN GEOGRÁFICA IDENTIFICADA**

Selección

Clasificación

Simplificación

Simbolización

TRANSFORMACION

2

MAPA

TRANSFORMACION

3

Lectura

Análisis

Interpretación

En la recolección de datos, la información del medio queda distorsionada a través de los filtros de las mediciones de terreno, los censos, la percepción remota o la compilación. A través de la generalización, la elaboración de mapas modifica estos datos mediante los procesos abstractos de selección, clasificación, simplificación y simbolización. Finalmente, la utilización de mapas conduce a efectos distorsionadores de lectura, análisis e interpretación. Aquí la cuestión es que existen muchos mapas posibles con la misma información geográfica, cada uno de los cuales poseerá ciertas ventajas y limitaciones en cuanto a comunicación.

La tarea del cartógrafo es explorar las ramificaciones de cada una de las posibilidades de trazado de mapas y seleccionar lo más apropiado para establecer el tipo de comunicación que se pretende. Lo que la concepción de la comunicación pone de manifiesto es que el efecto de los mapas puede poseer, en algunos contextos, tanto valor como la exactitud métrica del cartografiado en otros contextos. Bajo este punto de vista, la fuerza del proceso de elaboración de mapas radica en su capacidad para proporcionar perspectivas nuevas, distintas, algunas veces incluso distorsionadas, de nuestro medio ambiente. Además, el efecto de un mapa depende en gran parte de la habilidad del usuario, de su experiencia y de las necesidades que lo empujen a consultarlo.

**HISTORIA DE LA CARTOGRAFÍA**

La cartografía como actividad e inquietud humana, surgió con el hombre, su grado de precisión, representación y documentación, estuvo acorde con la técnica, arte y conocimiento de cada época, así como del material disponible. Sin embargo hay que inclinarse reverente ante los hechos del pasado pues así nos remontamos a las primeras épocas, veremos con cuanta precisión, prácticamente a base de deducciones matemáticas, realizaron cartografía que aún nos causan admiración.

La evolución de la ciencia ha permitido contar a la fecha con novísimos instrumentos de alta precisión, sean para fotogrametría, para geodesia, para control suplementario, para astronomía y en fin, para todas las fases que conllevan la confección de un mapa. Esto demuestra que la técnica compleja de la cartografía ha sido inmensamente aplicada, pero bajo un solo nombre la cartografía, es decir, este constituye el nombre genérico de la actividad, sea esta de carácter geodésico, astronómico o fotogramétrico.

Igual podemos observar en otras especies de animales, el ser humano está dotado de un acusado sentido espacial y analiza con precisión la naturaleza que lo rodea, trazando a través de esta sus propias rutas. No obstante, a medida que va ampliando, el ámbito en que se mueve, se va alejando de esas vías básicas adquiridas y garantizadas por su sentido de la orientación y a partir de entonces comienza a buscar los medios que le ayuden a situarse. Así el ser humano señaliza los nuevos caminos recién explorados poniéndolos en relación con los que ya le son familiares y el simple hecho de dibujarlos puede resultar una gran ayuda.

La utilización de mapas por parte de pueblos ágrafos, parece indicar que el ser humano empleó mapas mucho antes de crear la escritura. Luego del establecimiento de los europeos al nuevo mundo, los pueblos nativos tenían ya un sistema de cartografía muy desarrollado, como lo explica Hernán Cortez, que el gobernante azteca Moctezuma tenía pleno conocimiento de la existencia de puertos en la Cuenca del Atlántico señalados a través de un mapa hecho en tela pintada, los recibió en la costa central de América. También encontró dibujos de mapas tallados sobre piel curtida, madera, huesos y corteza de árboles, señalizados en conchas marinas fijados con filamentos de coco. Existen también dibujos prehistóricos hallados en cavernas que contienen, junto a animales, líneas enigmáticas que los especialistas interpretan como sistemas de orientación, es decir, como probables formas primitivas de mapas.

Si consideramos que la historia de la humanidad comienza con la aparición de la comunicación escrita, entonces la antigüedad de la cartografía es por lo menos más de cinco mil años antes de nuestra era. En efecto, tiene aproximadamente esa datación una placa de arcilla encontrada en unas excavaciones en las cercanías de Harráran (200 km. al norte de Bagdad, la cual lleva grabado un mapa del territorio entre Urartu y Akkad, los valles fluviales entre el Zagros y el Líbano, o sea al norte del actual Irak).

En el norte de África, se halló una representación cartográfica de las siete ciudades del Bajo Egipto que el rey Escorpión unificó hacia el siglo XXX a.C. Lo que nos hace meditar que los primeros mapas que significaban la abstracción de amplios territorios tienen una antigüedad de más de 5,000 años a. C. Con el desarrollo de la matemática y de la astronomía también evolucionó la cartografía, llegando alcanzar una notable perfección hacia más o menos los 3,500 a.C., en que se tiene como evidencia un mapa egipcio hecho de papiro en el que representan los territorios de Nubia y la explotación de minas de oro.

Al mejorar los sistemas de navegación, la técnica y el transporte en general, se fue ampliando el horizonte del ser humano, avanzando intrépidamente cada vez más del horizonte conocido. Además de las usuales experiencias comerciales, los egipcios de aquellos tiempos emprendieron viajes de exploración geográfica, cuyos resultados hicieron constar en los mapas.

**LOS PRIMEROS PLANISFERIOS**

Tuvo que transcurrir un milenio antes de que se dibujaran los primeros mapas de conjunto del geosistema. Como consecuencia de este decisivo giro de la cartografía, cuyo objetivo a partir de entonces fue presentar la imagen de todo el mundo conocido, tuvo lugar en la conciencia humana, un cambio de gran alcance; la imagen metafísica del mundo que había caracterizado los primeros milenios de historia de la humanidad fue sustituida por una nueva visión, basada en la percepción y la experiencia.

En Asia Menor, Tales y otros filósofos griegos protagonizaron esta innovación y comenzaron a dividir el mundo en cielo y tierra. Un discípulo de Tales, Anaximandro, representó los conocimientos astronómicos de su época en una bola celeste y los geográficos en un planisferio. El primer mapa del geosistema fue realizado en Mileto (Asia Menor) y era circular, igual que otro de aproximadamente la misma época confeccionado en Babilonia. Su autor, el filósofo Anaximandro, se planteó científicamente la cuestión del origen de universo, el geosistema y sus habitantes, y llegó a deducir la procedencia marina de todos los seres vivos y el origen del ser humano a partir de otras especies animales.

La forma circular de los primeros mapas globales surgió de la observación natural del geosistema, de la cual hace 2,500 años solo se conocía una pequeña parte. Partiendo del propio territorio se había investigado en todas las direcciones y se había llegado tan lejos como lo permitían los medios de transporte de la época. Dado que normalmente se topaba con un mar cuyo fin no era visible, a las gentes de entonces les parecía que el geosistema era una superficie circular rodeada de agua por todas partes. También era circular el mapa del historiador Hecateo, discípulo de Anaximandro, de quien aprendió en Mileto el arte de confeccionar mapas, que perfeccionó añadiendo líneas imaginarias como ayuda para facilitar la orientación respecto a los puntos cardinales.

Otro discípulo de Anaximandro, oriundo de la isla de Samos (Asia Menor), el filósofo Pitágoras, pensó que el geosistema tenía que ser una esfera, pero la justificación de tan atrevida teoría resultaba como convincente. Estaba seguro de que la aspiración a la armonía también se expresaba en el mundo y de que la esfera era la forma más armónica existente; por ello concluía resueltamente que el geosistema era redondo. Pero el pensamiento griego estaba excesivamente basado en la percepción y en la experiencia para que pudiera ser aceptada la nueva teoría de Pitágoras y por ello se siguió concibiendo durante algunos siglos que el geosistema era plano.

El historiador Herodoto también trazó un mapa persistiendo en esa idea, igual que lo hicieron los otros pensadores hasta la época de Aristóteles. Sin embargo Platón y Aristóteles hicieron posible considerar al geosistema como una esfera y con ello la humanidad experimentó el segundo gran cambio en su imagen del mundo.

**DE LOS MAPAS CIRCULARES A LOS RECTANGULARES**

En el año 228 a.C., el filósofo griego Eratóstenes llevó a cabo en Alejandría una medición del geosistema que demostró irrefutablemente su redondez y calculó su perímetro con tal precisión que se alejó del valor real en menos de un 1%. Su técnica era tan sencilla como revolucionario fue el resultado; en Alejandría, donde era director de la biblioteca griega, cubrió una honda fosa dejando solo un pequeño agujero que dejaba pasar un rayo solar y después midió la desviación de este respecto a una polea; al año siguiente realizó la misma medición, el mismo día a la misma hora y en iguales circunstancias en Siena (Asuán), una ciudad situada 5,000 estadios más al sur.

A partir de la diferencia del ángulo de la luz solar calculó el perímetro terrestre. También dibujó un planisferio, aunque con la imperfección que correspondía al estado de la investigación geográfica de su época que abarcaba, como todos los mapas de entonces, tan solo un 8% de la superficie del geosistema. Además, al comprobar que la temperatura aumentaba hacia el sur, dedujo que África no podía ser habitable a partir de un determinado punto meridional.

Eratóstenes añadió a su mapa nueve meridianos y ocho paralelos, creando así la primera red de coordenadas geográficas, que era ortoédrica, si bien las distancias entre líneas horizontales y verticales eran irregulares. Con la nueva visión del mundo había nacido un nuevo formato cartográfico. La representación del geosistema basada en cálculos matemáticos era rectangular y se basaba en el conocimiento de que el geosistema era redondo. El mapa circular, que había surgido en los orígenes de la cartografía y que reflejaba la concepción del geosistema como una plataforma redonda, estaba superado. No obstante la nueva imagen del mundo tardaría en imponerse.

Los romanos determinaron en los siglos siguientes la concepción geográfica del mediterráneo. Retomaron la vieja imagen, siendo para ellos el geosistema nuevamente una plataforma circular. Plinio, Cicerón, Salustio y Lucrecio comunicaron tal imagen y, así, los mapas romanos volvieron a ser redondos. Sin embargo, en el viejo puerto fenicio de Tiro (Oriente, Próximo), el geógrafo griego Marino profundizó las enseñanzas de Eratóstenes y perfeccionó las líneas de orientación sustituyéndolas por un sistema ortoédrico de líneas equidistantes que dividía al geosistema de arriba hacia abajo en ocho meridianos y de izquierda a derecha en paralelos.

Para ello se apoyó en Hiparco, estudioso de las ciencias naturales y fundador de la astronomía científica, quien habría reprochado al mapa de Eratóstenes carecer de suficientes bases astronómicas, proponiendo una división de la red de coordenadas geográficas en 360 grados.

**EL COMIENZO DE LA PROYECCIÓN CARTOGRÁFICA**

En el año 113 de nuestra era, Marino publicó una obra en la que recomendaba la confección de mapas rectangulares apoyados en cálculos matemáticos, naciendo con ella la enseñanza de la proyección y de la cartografía científica. Su planisferio gozaba de dos cualidades decisivas; fidelidad de eje y fidelidad de posición, y exponía los conocimientos que se tenía del geosistema de la manera más prolija y precisa hasta entonces alcanzada. Al Oeste, abarcaba la costa occidental europea hasta Bretaña e Irlanda; al Este, desde el mar Caspio hasta la India, tras cuya frontera dejaba entrever incluso China.

Marino llegó a representar casi el 10% de la superficie terrestre y su aportación fue durante 1,500 años la cúspide de la cartografía.

**EL PRIMER PASO HACIA ATRÁS: TOLOMEO**

En los años 1,500 años de nuestra era, la imagen del mundo estuvo influida por el griego Tolomeo, quien trabajo en Alejandría recopilando las fuentes del saber de toda la cultura grecolatina. A pesar de su dedicación, Tolomeo fue un pensador pusilánime, carente de la universalidad e independencia de criterio de Eratóstenes. En su propio campo, la astronomía, no llegó a alcanzar la precisión de Hiparco; su concepción geocéntrica significó un retroceso respecto a los pensadores que le habían precedido. El mapamundi de Tolomeo se extiende hacia el sur hasta los territorios al norte del ecuador, siendo Etiopía el confín meridional del mundo. Al calcular el perímetro terrestre se apoyó en Estrabón y no en Eratóstenes, con lo cual llegó a una imagen del geosistema sensiblemente menor a la realidad y sitúo al ecuador demasiado al Norte.

El océano Índico volvió a ser un mar cerrado en cuya costa sur volvían a juntarse las tierras de África y Asia. Además de eso, Tolomeo sustituyó la red ortoédrica de meridianos y paralelos calculada por Marino por otra red, cónica, que él mismo y cuyos meridianos curvos convergían en el Polo Norte, el cual era también el punto de confluencia de los paralelos, también curvos. Tolomeo dibujó, en resumen, un mapa del mundo carente de fidelidad de eje y de fidelidad de fidelidad de oposición. También publicó una obra en la que acusaba a Marino de haber representado demasiado extensa los territorios habitados, cuando él fue quien redujo la extensión real de la superficie terrestre en un 8%.

Con su imagen del mundo, Tolomeo, no hizo sino dar el primer paso en el retroceso de la cartografía, que perduraría 1,500 años. No obstante, a pesar de las carencias y de los errores de su mapa, éste fuese simplemente mejor que todos los que se realizan posteriormente durante la Edad Media. El siguiente mapa lo realizó Lactansio en el siglo III de acuerdo con la tradición bíblica, es decir, volviendo a la representación del geosistema como una superficie circular. Para este padre de la iglesia, que sintetizó las enseñanzas cristianas en una imagen cerrada del mundo, las ciencias naturales eran, en su conjunto, irreconciliables con la religión, calificó la concepción esférica del geosistema que aún defendían muchos filósofos como “físicamente imposible”.

Doscientos años más tarde, después de que los cristianos hubieron quemado la biblioteca de Alejandría por contener los testimonios “Paganos” de la ciencia precristiana, Isidoro, arzobispo de Sevilla elevado a los altares, sancionó la imagen natural del mundo y volvió a representar al geosistema como una superficie circular. Siguiendo el ejemplo del mapa de Isidoro de Sevilla fueron realizándose mapas con la forma circular correspondiente a la concepción de que el geosistema era plana. De ese modo, con la imagen bíblica del mundo quedó consagrada en los siguientes 1,000 años una representación geográfica del geosistema absolutamente desfasado.

**EL RETORNO A LOS MAPAS CIRCULARES**

Como científico, Tolomeo era deudor de la verdad y por ello había dejado abierta la imagen del mundo al incluir en su mapa la posibilidad de la existencia de territorios desconocidos más allá de los confines del geosistema habilitada por él. En cambio, la cartografía cristiana únicamente se remitía a la Biblia y, en consecuencia, transmitió una imagen del mundo inmutable y cerrado, que perduraría durante un milenio. Para los cartógrafos de ese período de la Biblia era una fuente obligada, y así siguió siendo en los siglos siguientes, en los que la imagen del mundo solo admitía modificaciones en función de ilustrar pasajes bíblicos; si en la narración de la creación constaba que Dios había asignado un lugar determinado a las tierras y a las aguas entonces todos los mares tendrían que estar realmente comunicados.

No se podía dejar de lado el libro apócrifo de Esdras, según el cual Dios cubrió de agua una séptima parte de la Tierra, si toda la humanidad descendía de Noé y de sus hijos, no cabía entonces planearse la existencia de otras tierras habitadas más allá del mundo conocido, con qué extensión había que representar el paraíso, y si a este había que situarlo en el extremo oriental del disco, al norte, en el bienaventurado territorio del sol naciente, a mitad de camino entre el Cáucaso y la India, o en una isla en medio del mar.

Tanto en su forma como en su contenido, cartografía era un simple reflejo de aquellos textos bíblicos a los que necesariamente debía remitirse. Por ello los cartógrafos se dedicaron al único aspecto en el que se les dejaba manos libres; la configuración de sus mapas. Así, los mapas medievales, de contenido retrógrado, fueron a menudo obras particularmente bellas, gracias a las creativas ilustraciones que los decoraban.

**ARROGANCIA Y XENOFOBIA**

La visión medieval del mundo también se plasmó en la configuración artística de estos mapas. En su cosmografía De Natura Rerum, que incluía el mapa por él realizado, Isidoro de Sevilla había hablado de pigmeos, hermafroditas, personas encantadas, hombres lobo y brujas. Por ello los cartógrafos fueron decorando cada vez con más profusión los territorios alejados del centro del mapa; en los que ellos mismos se encontraban, con estos increíbles seres fabulosos: etíopes de cuatro ojos, negros, sin nariz, habitantes del desierto pitizambos e indios con ocho dedos cada pie. Cuando más lejos estaban de los márgenes del mapa, más horrible era su aspecto: seres humanos con pezuñas, cabeza de perro o rabo de cerdo, bicéfalos o con la cabeza bajo el brazo. En resumen, el aspecto aberrante aumentaba con la lejanía del punto considerado como centro de la cultura y de la humanidad; el propio espacio vital. Los cristianos llegaron a superar la altanería de los griegos, a quienes todo lo extranjero les parecía bárbaro (vocablo griego “bárbaro”, significaba extranjero).

La iglesia fomentó la cartografía, pues la consideraba un instrumento importante para imponerse a la imagen “pagana”, del mundo, que en la Europa cristiana había sido frenada, pero no erradicada. El mismo obispo Jacobo de Edesa, en el año 700, puso en tela de juicio la imagen cristiana del mundo y defendió valerosamente la concepción esférica del geosistema. Algunos años después, el obispo Virgilio del Salzburgo también osó defender tal concepción, lo cual le valió ser acusado por San Bonifacio; en el año 748 tuvo que comparecer en Roma en un concilio donde el papa Zacarías le desposeyó de la dignidad sacerdotal y condenó sus enseñanzas acerca de la esfericidad del geosistema por “falsas y sacrílegas”.

A pesar de haber sido relegado al estado laical, Virgilio siguió siendo hasta su muerte obispo de Salzburgo gracias al apoyo que le brindó el duque de Baviera. Mientras tanto, en el Vaticano, el papa Zacarías confeccionó con sus propias manos un mapa circular que representaba la versión “correcta” del geosistema, una superficie plana; mientras que a San Bonifacio, que había denunciado a Virgilio por su “errónea” imagen del mundo, los germanos lo apalearon hasta morir.

No siempre se desarrolló así en la Edad Media la lucha por mantener la imagen cristiana del mundo, sino que los defensores de la imagen científica de este, proscrita por “pagana”, fueron siendo marginados y vencidos mucho antes de que la Inquisición impusiera en Europa su paz de cementerio. Los mapas del mundo siguieron siendo bellos y falsos. Al contrario que el cristiano, el mundo árabe conservó y desarrolló la imagen “pagana” del mundo legado por la antigüedad. Al Karismi, creador del sistema decimal y fundador de la matemática moderna, remodeló en Chiwa (Uzbekistán) el mapa rectangular de Marino de Tiro, dándole forma cuadrada.

En el Siglo IX realizó sobre las bases de esta proyección ortogonal un mapamundi que superaba con creces a todos los otros mapas producidos entonces en la Europa cristiana, tenía fidelidad de eje y de posición.

**LOS LUGARES DE CULTO COMO CENTRO DE LOS MAPAS**

A causa de las cruzadas y de la marcha de cristianos europeos hacia el Oriente próximo en el Siglo XI, la ciudad de Jerusalén cobró un valor tal que, en la producción cartográfica europea de esa época, totalmente dependiente de la iglesia, la ciudad aparecía localizada en el centro de los mapas. Por su parte, la cartografía árabe, muy superior a la cristiana por entonces en su época de esplendor, eligió La Meca como centro de sus mapas del mundo, entre los cuales es particularmente famoso el que Al Idrisi realizó en Sicilia para el rey normando Roger II. Con ello se había impuesto en Europa, Oriente Próximo y Norte de África un criterio cartográfico de cuño religioso que sustituyo a los mapas cuyo centro era el propio territorio de sus autores.

Aunque petrificados en semejante concepción, los mapas del mundo mejoraron su factura artística y el trabajo cartográfico también hizo progresos. Casi todos los cartógrafos de la antigüedad vivieron en Oriente Próximo y Egipto y en consecuencia, solo conocieron con precisión la parte de Europa que estaba a orillas del Mediterráneo. En este punto, los cartógrafos cristianos de la Edad Media mejoraron sensiblemente la precisión de los mapas del mundo gracias a su conocimiento progresivo de la Europa Central y Nórdica y también a que los informes de viajeros sobre tierras extrañas y continentes lejanos fueron siendo cada vez más tenidos en cuenta al realizar los mapas del mundo.

**LA PRIMERA AMPLIACIÓN DE LA IMAGEN DEL MUNDO**

Desde fines del primer milenio se conocían en Europa los trabajos de la cartografía árabe. Con las noticias provenientes de las lejanas expediciones conquistadoras y misioneras emprendidas por los musulmanes, se ampliaron los conocimientos generales acerca de la constitución del geosistema. La irrupción de los mongoles en Europa a comienzos del Siglo XIII, también contribuyó a abrir los ojos de los cartógrafos; el mundo era extenso. Cuando, al final de aquel siglo, Marco Polo refirió su propia experiencia en China, Vietnam, Malasia, Sumatra y Ceilán, Europa experimentó una gran conmoción y tuvo que abrir su cerrada concepción geográfica del mundo.

Poco a poco se fue volviendo a la cartografía de Tolomeo, a cuya imagen del mundo basada en la esfericidad del geosistema prestaron su atención grandes pensadores como Alberto Magno o Roger Bacon. Pero la iglesia se resistió a tal apertura y Bacon permaneció 14 años encarcelado. Por aquel entonces la Inquisición solía plantear una duda los acusados de herejía, cuya respuesta delataba su imagen del mundo; la existencia de las antípodas.

Solo un seguidor de la “pagana” concepción que afirmaba que el geosistema era una esfera podía admitir que la superficie habitada conocida entonces tenía una parte opuesta sobre la que podían vivir seres humanos; quien se mostraba partidario de tales enseñanzas estaba desmintiendo la imagen del geosistema defendida por la iglesia, desde su pretendida infalibilidad; una superficie plana circular sobre la cual Dios había extendido la bóveda del cielo con una potente luz para el día y muchas luces pequeñas para alumbrar la noche.

En 1316 d.C. el médico y filósofo italiano Pietro d’Abano fue acusado por la Inquisición de porfiar en la “pagana” teoría de las antípodas y sufrió tortura hasta morir. La Iglesia ordenó quemar su retrato. Su contemporáneo Cecco d’Ascoli, que tampoco adjuró ante la Inquisición de la teoría de los antípodas ni de la consiguiente concepción del geosistema como una esfera, fue quemado a los 70 años de edad. De ese modo la Iglesia mantuvo hasta la víspera de la era del colonialismo su imagen geográfica del mundo, cada vez más retrógrada, que se reflejaba en mapas ingenuos y erróneos según las cuales el geosistema era una superficie plana y redonda cuyo centro era Jerusalén (según la biblia, el “ombligo del mundo”).

Así, los mapas de la cartografía en la baja Edad Media consolidaron una imagen del mundo que nació ya desfasada y que fue mil veces refutada, con sus correspondientes mapas del mundo circulares decorados con ilustraciones fantásticas como las columnas de Hércules y la torre de Babel, sucesos históricos o legendarios, enseñanzas bíblicas, animales fabulosos y mitológicos como grifos, dragones o el ave fénix; que resurgía cada 500 años de sus cenizas, y por supuesto, el paraíso y lejanos y desconociendo países de habitantes increíbles.

Es decir, que en su conjunto, hasta la época del colonialismo los mapas del mundo respondían fielmente a la imagen que se tenía de este; eran a su vez mapas, crónicas, enciclopedias y obras de arte. Si se observa el mayor (12 m2) y quizás más bello mapamundi de la Edad Media, el gran Ebsford de 1240, se pueden apreciar que esta obra no intento responder a la necesidad de orientación, sino a la demanda de un producto bello y agradable, lleno de colorido, sobre cargado de dibujos, aunque muy confuso y absolutamente erróneo, como corresponde a la imagen del mundo del milenio cristiano de historia europea. Así eran los mapas de esta época que, por su puesto, tenían forma circular, tal y como la gente se imanaba la superficie plana del geosistema.

**LA CARTOGRAFÍA PROFESIONAL**

El cambio de la mentalidad vendría del ámbito del mediterráneo. En el Siglo XIII las ciudades de Barcelona y Valencia, junto con la isla de Mallorca, pasaron a formar parte de la corona de Aragón. Allí se desarrolló una intensa actividad comercial que llegó hasta Siria, Egipto y Marruecos, es decir, hasta el interior del mundo árabe. La cartografía tomó un nuevo rumbo; podía prescindir de las prescripciones cristianas porque lo que se le pedían eran cartas de navegación prácticas que facilitaran a los navíos el dar con su ruta a través del mar. La ciudad de Palma, en la isla de Mallorca, se constituyó en el centro de elaboración de aquella nueva cartografía. Allí se fueron juntando todas las noticias e informaciones acerca de la situación y el tamaño de los mares conocidos y se elaboraron nuevos mapas marinos.

En el año 1200 d.C.se logró en Inglaterra magnetizar hierro y 100 años después ya se había inventado una brújula práctica y manejable, gracias a la cual los barcos podían abandonar la costa, dejar atrás la navegación de cabotaje y lanzarse hacia su destino a través del mar abierto. Las cartas de navegación se convirtieron entonces en preciadas mercancías de cuya venta podían vivir los cartógrafos; a partir de aquel momento, la elaboración de mapas dejó de estar en manos de filósofos, historiadores y teólogos y paso a ser tarea de los cartógrafos y de su tecnología.

Las ciudades de Génova y Venecia se sumaron a Palma como grandes centros de producción cartográfica y esta se convirtió en una actividad realmente próspera. Fieles a los intereses de sus clientes, los primeros cartógrafos profesionales prestaron atención sobre todo a la situación de los mares, asumiendo las informaciones precedentes sobre el geosistema firme, con todos sus errores, aunque al tener que localizar con precisión todas las márgenes marinas se corrigieron los perfiles continentales, de manera que los cartógrafos fueron dibujando poco a poco sus mapas con mayor veracidad, prescindiendo de grandes discusiones acerca de la imagen del mundo que se trasmitía.

**AUTOEVALUACIÓN N° 01**

**INSTRUCCIÓN.** A continuación tienes preguntas de complemento único que debes responder satisfactoriamente, para comprobar tu aprendizaje. (1,5 pts. C/U.)

1. La naturaleza de la cartografía comprende:

1. Proceso evolutivo dela ciencia o disciplina d) Características del geosistema
2. Instrumentos geográficos e) Estudio natural del geosistema.
3. Uso de tecnología visual

2. Objetivo del desarrollo de la cartografía como ciencia o disciplina:

1. Desarrollar el pensamiento geográfico d) Establecer líneas gráficas
2. Delimitar el espacio de la naturaleza e) Utiliza los de colores
3. Conocer la forma del modelado

3. El término grafismo para la cartografía representa:

a) Observación cartográfica d.) Visión de conjunto

b) Resumen cartográfico e.) Esquemas gráficos

c) Comunicación cartográfica

4. Técnicas que usa la cartografía, para medir extensas áreas:

a) Microscopio b) Gráficos c) Mural d) Fotografía e) Escala

5. Finalidad utilitaria de las cartas cartográficas:

a) Distribución de los terrenos d) Cambios climáticos

b) Proporciona rumbos e informa de profundidades

c) Límites fronterizos endógenos

6. Reconoce el atributo del enfoque tecnológico de la cartografía:

a) Almacena información. d) Facilita técnicas para producir mapas.

b) Busca datos informativos. e) Otorga información cartográfica.

c) Produce mapas.

7. Identifica el atributo del enfoque geométrico de la cartografía:

a) Divide la esfera terrestre. d) Sus datos no son rigurosos.

b) Establece el mecanismo arriba-abajo. e) Crea modelos cartográficos.

c) Origina zonas iguales.

8. Reconoce la ciudad de la antigüedad del cercano oriente donde se han encontrado las primeras placas de arcilla (en forma de maqueta):

a) Harrarán b) Lagash c) Nipur d) Nubia e) Menfis

9. Identifica la ciudad de la antigüedad en la que hace más de 2,500 se graficó el primer mapa circular del geosistema:

a) Babilonia b) Mileto c) Damasco d) Nínive e) Tebas.

10. En el siglo III d.C. por la influencia de la tradición bíblica ¿qué sacerdote creo el mapa del geosistema de superficie circular? :

a) Salustio b) Sactancio c) Plinio d) Lucrecio e) Hiparco

“Sí no has respondido en forma eficiente las interrogantes vuelva a leer “

**Tema N° 2**

**PRINCIPIOS TEÓRICOS DE LA CARTOGRAFÍA**

**ACTIVIDAD N° 02**

**Intrucción: Lea con mucho interés el siguiente material educativo.**

**LA TIERRA**

Es el proceso de recopilación de medidas y datos geográficos, elaborados, depurados con el debido tratamiento de los datos geográficos. Comprende también la corrección de medidas tomadas mediante referencia al geoide o medidas del geoide, al elipsoide de referencia a la reducción.

Los principios teóricos de la cartografía es la aplicación de un sistema de proyecciones para pasar la superficie del elipsoide a una superficie plana. También comprende los principios teóricos a la expresión gráfica, diseño gráfico para la representación gráfica del mapa a través de las técnicas de diseño, reprografía e imprenta para la edición y publicación de un mapa.

El objeto de estudio de la cartografía consiste en reunir y analizar datos y medidas de las diversas regiones del geosistema y representarla gráficamente a una escala reducida donde todos los elementos y detalles sean claramente visibles en el mapa. El mapa es la representación especial de la cartografía que tiene por objeto la preparación, redacción y realización de una carta geográfica. Para realizar un mapa se requiere conocer lo que es el geosistema, su forma, geoide, elipsoide, tamaño del geosistema, círculo máximo, escala de los mapas, sistema de coordenadas y cálculo.

**EL GEOSISTEMA**

Hace 2000 a.C. existían hombres que sostenían la esfericidad de la tierra, aun distinguiendo la presencia de un modelado muy complejo donde sobresalían las montañas, valles y planicies; pero también se tenía personas que creían que era plana y algunos siguen creyendo, pero resulta muy difícil de sostener por las imágenes y órbitas de los satélites. Para la elaboración de diferentes tipos de mapas como los topográficos y cartas es válido manejar el criterio del geosistema como una verdadera esfera para garantizar al máximo la exactitud de su forma.

**LA FORMA DEL GEOSISTEMA**

Los continentes y las cadenas de montañas que se elevan por encima del nivel de mar, representan irregularidades menores de la esfericidad del geosistema y son hasta insignificantes con relación a su tamaño, aunque no lo sean, desde luego para los seres humanos. La diferencia entre los radios polar y ecuatorial que resultan de la rotación del geosistema denominado achatamiento es comparativamente poco importante. Si se redujera el tamaño del geosistema al de un gran balón de 1 m. de diámetro, el achatamiento polar alcanzaría menos de 3,5 mm (aproximadamente 1/8 de pulgada), mientras que la montaña más alta apenas podría medirse sin instrumentos especiales y desde luego la mayoría de nosotros no lo distinguiríamos.

A pesar de que las desviaciones de la forma del geosistema respecto a la esfera perfecta son relativamente muy pequeñas, son importantes en el proceso de elaboración de mapas, ya que afectan las observaciones de los cartógrafos y la precisión con que sus datos pueden transferirse a los mapas. El encuadre geográfico en que se basan todos los mapas requiere de la transferencia sistemática de las relaciones geométricas observadas sobre la superficie esférica del geosistema a la superficie plana del mapa. Se consideran factores como:

Primero, la distribución irregular de la masa terrestre afecta a la dirección de la gravedad, que determina la horizontalidad y la verticalidad de cada lugar de las cuales dependen muchas observaciones locales. La forma de esferoide irregular que considera las anomalías de la gravedad se denomina geoide.

Segundo, para la elaboración de mapas, las observaciones realizadas sobre el geoide deberán transferirse a una superficie de referencia geométrica regular, denominada elipsoide, que incorpora el achatamiento y se aproxima muchísimo al geoide.

Tercero, las relaciones geográficas tridimensionales del elipsoide deberán transformarse al plano bidimensional del mapa por medio de diversos procedimientos denominados proyecciones cartográficas.

**GEOIDE**

La figura del geosistema es única y por esta razón se denomina geoide, que significa forma del geosistema. Se define técnicamente como una superficie equipotencial, es decir, aquella donde la dirección de la gravedad es perpendicular en todos los lugares. Debido a variaciones en la distribución de las masas continentales y en la densidad de los componentes del geosistema, el geoide normalmente asciende en los continentes y desciende en las áreas ocupadas por los océanos.

Tiene también otras protuberancias y depresiones que difieren de la “uniformidad media” y que puede llegar hasta los 60 m. Como el geoide es irregular y por lo tanto la dirección de la gravedad no se dirige desde todos los puntos hacia el centro del geosistema, es necesario corregir las desviaciones de la vertical de modo que las medidas de las distancias sobre la superficie concuerden con las determinadas mediante observación astronómica.

**ELIPSOIDE**

El geoide está también deformado por la rotación del geosistema, ya que gira sobre su eje bombeando un poco en la región ecuatorial y se achata en las regiones polares. La circunferencia a través de los polos es elíptica, el grado real de achatamiento es de unos 21,5 km, diferencia entre los radios polar y ecuatorial, siendo el radio ecuatorial mayor. Para elaborar los mapas con precisión debe utilizarse una superficie de referencia geométrica regular. Las observaciones sobre el geoide se transfieren a la figura regular que más se aproxima a él. Esta es un elipsoide de revolución, es decir, una figura producida por una elipse que gira alrededor de su eje menor.

Debido al achatamiento del geosistema, la sección más plana del geoide está situada en el sector polar y la de mayor curvatura se sitúa en el ecuador. Debido a que una gran parte de la navegación se basa en el ángulo formado por algún cuerpo celeste y el plano horizontal. Cuando se preparan cartas para uso en navegación o para el trazado de rumbos y distancias precisos de un lugar a otro, es necesario tener en cuenta el achatamiento.

**TAMAÑO DEL GEOSISTEMA**

La Asociación Internacional de Geodesia, denominado sistema Geodésico de Referencia 1980, utiliza al elipsoide como base para la nueva superficie cartográfica de referencia en USA:

- Diámetro ecuatorial 12, 756,3 km.

- Diámetro polar 12, 713,5 km

- Circunferencia ecuatorial 40, 075,1 Km

- Radio de la esfera de equiárea 6,371 Km.

Partiendo de un elipsoide dado, pueden calcularse otras diversas dimensiones del geosistema útiles en cartografía.

**EL CÍRCULO MÁXIMO**

La distancia más corta entre dos puntos es la línea recta; no obstante es obvio que en el geosistema es imposible seguir tal línea recta. El camino más corto “en línea recta” sobre la superficie entre dos puntos cualesquiera sobre la esfera es el arco de superficie situado directamente encima de la verdadera línea recta. Este arco está formado por la intersección de la superficie esférica con el plano que atraviesa los dos puntos y el centro de la tierra. El círculo formado por la intersección de tal plano con la superficie divide la tierra en dos partes iguales o hemisferios y se denomina el círculo máximo. Los círculos máximos mantienen un número de relaciones geométricas con la tierra esférica (geosistema), que son de considerable importancia en la cartografía y utilización de los mapas:

1. Un círculo máximo biseca siempre cualquier otro círculo máximo.

2. El arco de círculo máximo que une dos puntos sobre la esfera terrestre es el camino más corto entre ellos.

3. El plano en el que se sitúa cualquier círculo máximo siempre biseca al geosistema y, por ello, incluye siempre el centro de la misma.

**ESCALA DE LOS MAPAS**

Los mapas son necesariamente menores que las áreas que representan y en consecuencia, para poder ser utilizados, deben indicar la razón o proporción entre medidas comparables. A esta razón se la denomina escala del mapa y debe ser el primer dato que observe el usuario de tal mapa. La escala puede indicarse de diversas maneras, es indicada de modo específico mediante algún registro o señal gráfica, puede mostrarse indirectamente a través del espaciamiento entre paralelos y meridianos e incluso mediante el tamaño y carácter de los signos que figuren en el mapa.

La escala de un mapa es difícil de hallar debido a que, por la misma naturaleza de la transformación necesaria desde una esfera a un plano, la escala debe variar de un lugar a otro e incluso variará en las diversas direcciones a parir de un punto dado.

**LA REPRESENTACIÓN DE UNA ESCALA**

La escala de un mapa es considerada generalmente como la razón entre una distancia en el mapa y la distancia correspondiente sobre el geosistema. La distancia en el mapa es expresado siempre como una unidad. La escala de un mapa puede expresarse en las siguientes formas:

+ Escala numérica (E). Es una simple fracción o razón. Puede indicarse como 1:1000,000 o como 1/1 000000; es preferible la primera expresión. Ello significa que 1mm o 1cm o 1 pulgada sobre la superficie del geosistema. Normalmente representamos como la “EN”, para abreviar y mantener los componentes de la razón.

+ Expresión verbal. Es una expresión de la distancia en el mapa en relación con la distancia en el geosistema. Por ejemplo la EN 1: 1 000,000 indica en un mapa que 1mm representa 1km. o 1 pulgada aproximadamente 16 millas.

+ Escala gráfica lineal, es una línea situada en el mapa, a menudo en la carátula explicativa o en el margen de la hoja, que se ha subdividido para indicar las longitudes sobre el mapa de las unidades terrestres de distancia. Normalmente un extremo de esta barra está mucho más dividido, de modo que el usuario pueda medir las distancias con mayor precisión.

+ Escala para superficies, se refiere a la razón de superficie en el mapa con relación a las del geosistema. Cuando se ha efectuado la transformación de la esfera al plano de modo que todas las proporciones de superficie sobre el geosistema estén correctamente representadas, la escala expresada será aquella en la que 1 unidad de superficie es proporcional a un número concreto de las mismas unidades elevadas al cuadrado sobre el geosistema. Si se expresa la escala de la superficie, indicará por ejemplo 1:1.000,0002 o sea 1 al cuadrado de 1.000,000. Normalmente se supone que el denominador de la escala del mapa está elevado al cuadrado.

**FACTOR DE LA ESCALA**

No es posible transformar la superficie esférica en un plano sin que en el proceso se “escoja” o “alargue” la superficie esférica. Ello significa que la escala indicada, en EN (escala nominal), únicamente se ajustará en puntos concretos o a lo largo de determinadas líneas; en los demás lugares la escala del mapa real será mayor o menor que la EN. Ello es verdad hasta ciertos puntos en todos los mapas planos. La expresión de la relación entre la EN dada y el valor real de la escala se denomina factor de la escala (FE= Factor de Escala).

Quizá la forma más sencilla de apreciar el concepto de FE sea imaginar que la reducción y transformación necesaria de la superficie esférica se realiza en dos etapas: 1. La reducción de la esfera terrestre a un mapa esférico realizado a una escala seleccionada, y 2. La transformación de esta esfera en un mapa plano. La EN expresado en el mapa plano será la EN del mapa esférico y se denomina EN principal (o nominal). La EN real será la verdadera del mapa y variará de un lugar a otro. Puede calcularse el FE mediante la fórmula siguiente:

Escala verdadera

EF=-------------------------

Escala principal

El EF es expresado como una razón en la que la escala principal es considerada como unidad (uno). Un FE de 2,0 significaría que la escala real sería dos veces la escala principal, es decir, si la escala real fuera 1:15.000,000 la escala principal sería 1:30.000,000 (Recuérdese que la EN es un fracción y que cuando mayor sea el denominador menor será la escala). Igualmente un FE de 0,50 expresa que la escala real es la mitad de la escala principal, como sucede, por ejemplo, si la escala real es de 1:60.000,000 y la escala principal es de 1:30.000,000. Los factores de escala de las magnitudes utilizadas para los ejemplos se presentan solo en algunos mapas a pequeña escala.

**DETERMINACIÓN DE LA ESCALA DE UN MAPA**

A veces es necesario determinar la escala de un mapa o la escala de un sector concreto de un mapa, ya que, como hemos indicado anteriormente, en un mapa plano la escala no es siempre la misma. La escala aproximada del mapa a lo largo de una línea concreta puede calcularse midiendo la distancia en el mapa entre dos puntos cuya distancia en la tierra se conozca. Algunas distancias conocidas son de fácil utilización, como por ejemplo las distancias de grados de latitud o longitud. Téngase la precaución de realizar la medición en la misma dirección en que se ha deducido la escala; con frecuencia la escala de distancia de un mapa no será la misma en todas las direcciones a partir de un punto.

Si se desea calcular la escala superficial correspondiente a un área conocida sobre el geosistema, calcularse o medirse sobre el mapa y determinar su proporción. Recuérdese que las escalas basadas en relaciones entre superficies se expresan convencionalmente como la raíz cuadrada del número situado a la derecha de la razón. De este modo, si las mediciones indican que 1 unidad cuadrada en el mapa representa 25.000.000.000.000 de las mismas unidades sobre el geosistema, se expresaría como su raíz cuadrada, 1:5.000.000 que nominalmente se aproxima a la escala lineal.

**SISTEMAS DE COORDENADAS**

La localización relativa de unos puntos respecto a otros requiere la utilización de conceptos de dirección y distancia. Estos son solo especificados en términos apoyados en algún sistema; los pueblos primitivos lo hicieron probablemente de un modo relativo, utilizando ayudas tales como las direcciones de la salida y la puesta del sol, adelante y atrás, izquierda y derecha, etc., y probablemente expresaron distancias en términos de tiempos de desplazamiento: calculados todos ellos respecto a la situación de la persona que los realizaba.

Actualmente existen dos sistemas de uso general. El más antiguo, el sistema de coordenadas geográficas que utiliza la latitud y la longitud, fue utilizado por primera vez por los geógrafos-filósofos griegos, antes del comienzo de la era cristiana. Es éste el sistema principal, ya que se utiliza para todos los cálculos de localizaciones básicas, como en navegación y en planimetría fundamental.

El segundo sistema, denominado de coordenadas rectangulares planas, o simplemente de coordenadas planas, es también antiguo, por lo menos en su forma básica. Fue un elemento común de la cartografía China tras su inclusión en los seis principios de la elaboración de mapas enunciados por Pei Hsiu en el Siglo III de nuestra era. Modernamente el sistema de coordenadas planas evolucionó a partir de las coordenadas cartesianas aplicadas a necesidades militares, pero también ha sido muy útil para otros usos.

Cualquier sistema debe basarse en algunos puntos de referencia. Desde tal punto de partida, la situación de todos los demás puntos se establece en términos de dirección y distancia definidas a partir de dicho punto.

Escalas cartográficas más frecuentes y sus equivalentes

Escala del mapa Un centím. Un kilóm. es Una pulgada Una milla es

equivale a: representado equivale a: representada por:

1:2.00 20 m 50 cm 56 yd. 31,68 in.

1:5.000 50 m 20 cm 139 yd. 12,67 in

1:10.000 0.1 km 10 cm 0.158 ml 6,34 in

1:20.000 0.2 km 5 cm 0.316 mi 3.17 in

1:24.000 0.24km 4.17cm 0.379 mi 2.64 in

1:25.000 0.25km 4.0 cm 0.395 mi 2.53 in

1.31.680 0.317 km 3.16 cm 0.500 mí. 2.00 in.

1.50.000 0.5 km 2.0 cm 0.789 mi. 1.27 in.

1.62.500 0.625 km 1.6 cm 0.986 mi 1.014 in.

1.63.360 0.634 km 1.58 cm 1.00 mi 1.00 in

1.75.000 0.75 km 1.33 cm 1.18 mi 0.845 in.

1.80.000 0.80 km 1.25 cm 1.26 mi. 0.792 in.

1.100.000 1.0 km 1.0 cm 1.58 mi. 0 634 in.

1.125.000 1.25 km 8.0 mm 1.97 mi. 0.507 in.

1.250.000 2.5 km 4.0 mm 3.95 mi. 0.253 in.

1.500.000 5.0 km 2.0 mm 7.89 mi. 0.127 in.

1.1.000.000 10.0 km 1.0 mm 15.78 mi 0.063 in

**COORDENADAS GEOGRÁFICAS**

En una superficie esférica inmóvil no existiría punto de partida natural, pero el geosistema gira sobre su eje y revoluciona alrededor del Sol de un modo regular. Debido a que de este modo, pueden predecirse las posiciones del resto de los cuerpos celestes, la posición de un sujeto puede calcularse si éste posee de algún modo de conocer el tiempo y una efemérides, almanaque astronómico que contiene tablas formadas por la posición diaria aparente de los cuerpos celestes. El sistema de coordenadas geográficas fue ideado para posibilitar el establecimiento de una localización y los dos polos, donde el eje de rotación intersecta la superficie del geosistema, proporcionan los puntos en que se basa el sistema.

La formulación de una localización sobre el geosistema requiere determinar la distancia Norte-Sur, denominada latitud, y la distancia Este-Oeste denominada longitud.

**LATITUD**

El sistema de hallar la propia situación en una posición Norte-Sur depende de la curvatura regular de la superficie terrestre. La latitud de un punto dado puede definirse como el ángulo formado por una línea normal (perpendicular) a la superficie y el plano del Ecuador en dicho lugar. Esto se realiza observando la altitud (ángulo por encima del horizonte) de algún cuerpo celeste y seguidamente, con la ayuda de los datos que figuran en un efemérides, calculando el ángulo deseado en la dirección Norte-Sur. Debido a la forma esférica del geosistema, el cambio de posición a lo largo de una línea Norte-Sur se ve acompañada por un cambio en la elevación angular de los cuerpos celestes en relación al plano horizontal del geosistema.

Cuando los cuerpos celestes se hallan en el plano del arco, como por ejemplo la estrella polar o el Sol al medio día, existe una relación de uno a uno; es decir, por cada grado de distancia a lo largo de un arco de Norte a Sur, la elevación sobre el horizonte del cuerpo cambiará en un grado. Puede observarse cualquier estrella y pueden realizarse las correcciones adecuadas para obtener el correspondiente ángulo cenital.

Ello simplifica algo el problema, debido a que el geosistema gira alrededor de su eje, y la mayoría de los cuerpos celestes parecen moverse mientras el observador es desplazado de un lugar a otro. El hecho fundamental es, sin embargo, que la posición Norte-Sur puede determinarse midiendo el ángulo vertical existente entre la horizontal y un cuerpo celeste.

Era natural utilizar para un sistema de coordenadas esféricas. Los ántiguos imaginaron la existencia de un número infinito de círculos alrededor del geosistema, paralelos entre sí. El círculo que dividía al geosistema en dos mitades, equidistantes a los polos, se llamó, como cabría esperar, el ecuador. Las líneas situadas al norte del Ecuador se denominan de la latitud Norte y las situadas al Sur, de latitud Sur.

**DISTANCIA DE UN GRADO DE LATITUD**

En el sistema normal de medición angular, un círculo contiene 360 grados, y medio círculo contiene 180 grados. En consecuencia, existen 180 grados de latitud entre uno y otro polo. El cuadrante desde el Ecuador hasta cada polo está dividido en 90 grados y la enumeración comienza desde 0 grados en el Ecuador y aumenta por grados, minutos y segundos hasta los 90 grados de cada polo. La latitud se designa siempre como Norte o Sur.

Los grados de latitud corresponden casi a la misma distancia, aunque no exactamente. Debido a que el geosistema es un esferoide achatado (aplanada en las zonas polares), una línea que vaya de Norte a Sur (meridiano) tendrá una menor curvatura cerca de los polos y mayor cerca del Ecuador. Por lo tanto, para observar una diferencia de un grado en la altitud de un cuerpo celeste requiere camino oblicuo más largo a lo largo del meridiano en las regiones polares. En consecuencia los grados del arco Norte-Sur en el geosistema no equivalen exactamente a las mismas distancias que corresponderían sobre una superficie uniforme. Varía desde unos 110,6 km (67,7 mi.) cerca del ecuador hasta unos 11,7 km (69,4 mi.) cerca de los polos. Esta diferencia aproximada de 1 km. Sobre110, es insignificante en mapas a pequeña escala, pero es importante en mapas y en cartas a gran escala.

**LONGITUD**

Mediante la latitud se establece únicamente la posición Norte-Sur del geosistema. El componente transversal, longitud o distancia Este-Oeste viene proporcionado por infinidad de círculos máximos, denominados meridianos. A diferencia del Ecuador, en el sistema de latitud, ningún meridiano tiene una base natural para ser la línea de arranque a partir de la que pueda calcularse la distancia Este-Oeste en grados, minutos y segundos de longitud. En el sistema de latitud, a partir de un meridiano dado, seleccionado como línea de partida, se determina la posición Este-Oeste, mediante la distancia angular a lo largo de un círculo paralelo.

Anteriormente a mediados del Siglo XVIII, solo podía calcularse con una cierta precisión la latitud. La distancia Este y Oeste dependía de diferencias de tiempo y, para facilitar el cálculo, se requiere el conocimiento de la hora del día simultáneamente en los dos lugares. Sin la ayuda de relojes muy exactos que puedan transportarse o de unas comunicaciones instantáneas, ello únicamente puede llevarse a cabo mediante observaciones astronómicas y cálculos muy elaborados.

A través de los años, el resultado había presentado un considerable error en las ubicaciones Este-Oeste, que fue uno de los factores que contribuyeron al glorioso error del siglo XV la creencia de que la distancia desde Europa en dirección Oeste hasta Asia era menor que la mitad de lo que en realidad es. Cuando la determinación precisa de la longitud llegó a ser esencial para la navegación, se ofrecieron generosos premios a quien fuera capaz de hallar una solución. Surgieron una gran variedad de métodos, que abarcaban desde las observaciones de un reloj celeste, o el comportamiento de los satélites de Júpiter, hasta la utilización de las variaciones (declinaciones) de la brújula. Cuando Harrison inventó el cronómetro (reloj muy exacto), a mediados del Siglo XVIII, se solucionó el problema.

Debido a que todos los paralelos son círculos concéntricos, giran todos a la misma velocidad angular (360° grados diarios o 15° grados por hora). Contando con un reloj que indique con exactitud la hora solar que se registra en otro lugar, la diferencia entre esta hora y la hora solar local en horas, minutos y segundos, puede convertirse en la diferencia en longitud entre los dos puntos mediante cálculos matemáticos. Esta operación se realiza actualmente mediante señales horarias radiales a intervalos regulares, así como mediante la utilización de cronómetros.

**DISTANCIA DE UN GRADO DE LONGITUD**

El Ecuador es un círculo máximo pero, en tanto nos desplazamos hacia los polos, los paralelos forman círculos cada vez menores; a pesar de ello todos se dividen en 360 grados. Por lo tanto, el arco correspondiente a cada grado de longitud Este-Oeste se acorta con el argumento en la latitud y queda reducido a cero en los polos. La relación entre la medida de un paralelo (la circunferencia de un círculo menor) y la circunferencia de un círculo máximo (como el ecuador o un círculo meridiano) es la circunferencia del círculo máximo multiplicada por el coseno de la latitud del paralelo; en otras palabras, la medida del arco de un grado de longitud = coseno de la latitud x medida del arco de un grado de latitud.

**EL MERIDIANO DE ORIGEN**

Los meridianos son semejantes entre sí, y cualquiera de ellos podría elegirse como meridiano de origen a partir del que podría comenzarse la numeración de la longitud. La elección se convirtió, como puede imaginarse, en un problema internacional. Numerosos países, todos con ambiciones patrióticas, deseaba tener la longitud 0° grados en el interior de sus fronteras o como meridiano de su capital. Durante muchos años cada estado publicó sus propios mapas y cartas cuyas longitudes se calculaban a partir de su particular meridiano de origen. El resultado fue una gran confusión.

A partir del último siglo, muchos estados comenzaron a aceptar el meridiano del observatorio de Greenwich cerca de Londres, Inglaterra, como 0° y, en 1884, fue ratificado como tal en una conferencia internacional. Actualmente, se ha aceptado plenamente como meridiano de origen, pero algunos mapas muestran todavía dos tipos de meridianos, uno de ellos basa su numeración en un meridiano local y el otro en el sistema de Greenwich.

**COORDENADAS RECTANGULARES**

Sobre una superficie plana sin límite no existe punto de referencia natural; es decir, cada punto es igual a, los demás. Un sistema arbitrario de situación sobre la superficie de un plano ha venido siendo utilizado durante mucho tiempo, estableciendo un “punto de origen” en la intersección de dos “ejes” perpendiculares convenientemente localizadas. El plano es dividido en una cuadrícula mediante un número infinito de líneas separadas por espacios iguales, paralelas a cada eje. La posición de cualquier punto sobre el plano con referencia al punto de origen puede indicarse señalando la distancia desde cada eje hasta el punto, medido en cada caso en paralelo al otro eje y expresado con la precisión deseada. En el sistema de coordenadas rectangulares, la distancia “horizontal” se denomina valor X o abscisa y la distancia perpendicular a éste se denomina valor Y u ordenada.

El sistema de coordenadas geográficas es muy útil para grandes superficies y la medición angular de distancias y direcciones expresadas en grados, minutos y segundos, apenas puede ser mejorada. Pero a menudo resulta incómoda. El mayor alcance de la artillería durante la Primera Guerra Mundial, hizo cada vez más difícil conseguir un acimut (rumbo o dirección) y alcance (distancia) precisos. Para simplificar el problema, los franceses construyeron sobre sus mapas cuadrículas de coordenadas rectangulares. Como las fórmulas de la geometría plana son mucho más sencillas que las de la geometría esférica, otros estados prontamente sugirieron este método y, en el período de entreguerras, se diseñaron un buen número de sistemas de coordenadas planimétricas rectangulares. Puede decirse que actualmente la utilización de sistemas de cuadrícula es prácticamente universal.

El procedimiento básico es el siguiente: en primer lugar, se elabora un mapa, transformando la superficie esférica en un plano (mediante un sistema de proyección cartográfica), y una vez preparado el mapa plano, se le superpone, una cuadrícula de coordenadas regulares planas. Los dos conjuntos de líneas rectas y paralelas están colocados a igual distancia, perpendiculares unos a otros. Para localizar una posición únicamente es preciso especificar las coordenadas X y Y al nivel de presión que se desee en la división decimal de las unidades de distancias terrestres. Ello es mucho más sencillo que utilizar grados, minutos y segundos de latitud y longitud.

Para simplificar el cálculo de posición, únicamente se utiliza la parte superior derecha de un sistema de coordenadas planas, de modo que ambos puntos de coordenadas sean positivos y por lo tanto no exista repetición de los números al Este y al Oeste, al Norte y al Sur de los ejes. Normalmente el origen de la naturaleza se sitúa fuera de la superficie del mapa, en la parte inferior izquierda. La referencia de la cuadrícula se lee del mismo modo como localiza un punto sobre un papel cuadriculado. En las coordenadas cartográficas rectangulares, siempre se indica primero el valor de X o abscisa; luego el valor de Y u ordenada. Como norma, cuando se utilicen referencias de cuadrícula, éstas deben siempre “leerse hacia la derecha y hacia arriba”.

Normalmente, las coordenadas de la proyección se utilizan únicamente en mapas a gran escala, ya que las distorsiones que resultan de la transformación de la superficie esférica a un plano, convierte a los mapas de pequeña escala en poco aconsejables para realizar cálculos y referencias detalladas. Una característica importante de un sistema de coordenadas planas es el modo en que están organizados los factores de la escala (FE). Depende del sistema de proyección del mapa.

En los primeros años de este siglo, se utilizaron diversos tipos de proyecciones para los sistemas de coordenadas planas, pero actualmente la mayoría de dichos sistemas se basan únicamente en tres proyecciones cartográficas: de la Mercator transversal, la estereográfica polar y la cónica conforme de Lambert.

**EL SISTEMA UTM**

A pesar de que algunos países hayan desarrollado sistemas particulares útiles para sus necesidades, el sistema de cuadrícula Universal Transversal Mercator (UTM) es el comúnmente utilizado. Este sistema de reticulado y la proyección en que se basa a sido adoptado para mapas topográficos, referencias de imágenes de satélite, bases de datos de recursos naturales y otras aplicaciones que requieren localizaciones precisas.

En el sistema de cuadrícula, UTM, la superficie comprendida entre latitudes 84 grados Norte y 80 gados Sur ha sido dividido en columnas Norte-Sur de un ancho de 6 grados de longitud, llamadas zonas. Se numeran de 1 a 60 hacia el Este, empezando por el meridiano 180 grados. Cada columna es dividida en cuadriláteros de una altura de 8 grados de latitud. Las hileras de cuadriláteros tienen asignadas letras consecutivas de la C a la X (omitiendo la I y la O), empezando en los 80 grados latitud S.

Cada cuadrilátero tiene asignado una combinación número-letra. Como siempre, en una red de referencia se lee hacia arriba y hacia la derecha. Cada cuadrilátero es dividido en cuadros de 100.000 m designados mediante un sistema de combinación de letras. Dentro de cada zona, el meridiano central de la zona toma un valor de 500.000 m Este. El ecuador es asignado como teniendo un valor de 0 m Norte para el hemisferio Norte y un valor arbitrario de 10 millones de m Norte para el hemisferio Sur.

Para la red UTM es empleada la proyección transversal de Mercator, por lo que a lo largo de cualquier línea Norte-Sur de la cuadrícula (sólo la línea central de la cuadrícula de cada zona es un meridiano) el FE es constante, pero varía en dirección Este-Oeste. A lo largo de la línea central de la cuadrícula de cada zona de la red UTM, el FE es de 0,99960 (escala menor), y en los márgenes de la zona más ancha de la columna (en el Ecuador) a unos 363 km de distancia del centro, El FE es de 1,00158.

**EL SISTEMA UPS**

Es el sistema de cuadrícula UPS, utilizado para las zonas polares en lugar del sistema UTM, cada zona polar circular está dividida en dos mitades por el meridiano 0 grados-180 grados. En la zona polar Norte la mitad Oeste (longitud Oeste) se designa zona de cuadrícula Y, y la mitad Este, Z. En la zona polar Sur, la mitad de la longitud Oeste se designa como A y la mitad Este como B. En las áreas polares deben asignarse arbitrariamente las abscisas y las coordenadas del sistema cuadrícula. En ambas zonas, la abscisa 2 millones de m Este coincide con la línea de meridiano 0 grado – 180 grados. La ordenada 2 millones de m Norte coincide con la línea de meridiano 90 grados E-90 grados W. El Norte de la cuadrícula es paralelo al verdadero Norte a lo largo del meridiano 0 grados y, por lo tanto, también al verdadero Sur a lo largo del meridiano 180 grados.

Las UPS se dividen en cuadrados de 100.000 m, al igual de la UTM. Para la red UPS se emplea la proyección estereográfica centra en el polo. Esta utilización de la proyección determina la escala de modo que los FE son constantes a lo largo de los paralelos (circunferencias, este caso), pero varían de un paralelo a otro. En el polo, el FE queda establecido en 0,994; en la latitud 81 gados aproximadamente, es de 1,0 y aumenta hasta 1,0016 en las cercanías de la latitud 80 grados.

**COORDENADAS PLANAS ESTATALES**

Con el fin de facilitar la utilización de coordenadas planas y al mismo tiempo obtener una forma de asegurar el cartografiado y la actualización de localizaciones, el Coast & Geodetic Survey de USA (actualmente National Ocean Survey) elaboró un sistema de coordenadas rectangulares planas para cada uno de los estados, en la proyección transversal de Mercator o en la cónica de Lambert, que está específicamente destinado a las localizaciones en el sistema de medición geodésico nacional. Para mantener como mínima la inevitable variación de escala, un estado puede tener dos o más zonas superpuestas, resueltas cada una de ellas en su propio sistema de cuadrícula y proyección.

En los mapas topográficos publicados, las posiciones de las líneas de cuadrícula de ambas direcciones se indican solamente mediante marcas (trazos) difíciles de distinguir, situadas en los márgenes del mapa.

**CÁLCULO**

La determinación de direcciones, distancias y superficies sobre el geosistema se realiza a diversos niveles de precisión. Por un lado pueden determinarse con ayuda de mapas y cartas que utilicen la información proporcionada por los sistemas de coordenadas. Excepto para direcciones y distancias entre lugares relativamente cercanos entre sí sobre mapas a gran escala, la deducción de tales datos mediante una medición directa sobre los mapas está sujeta a considerable error, debido a la inevitable variación en los factores de escala. Por otra parte, la medición precisa, detallada, de elementos tales como lindes de propiedad y ferrocarriles la realizan los agrimensores, mientras que el cálculo de las grandes distancias y de las posiciones geográficas exactas lo realizan ingenieros geofísicos mediante el empleo de instrumentos sofisticados y técnicas complejas.

Los tripulantes de aviones o de navíos que cruzan los océanos están muy interesados en establecer situaciones, rumbos y velocidades. Todas estas actividades precisan de un buen entendimiento de los conceptos de dirección y distancia, así como de sus derivadas en tanto puedan aplicarse a la esfera terrestre.

**DIRECCIÓN**

Las direcciones sobre el geosistema son totalmente arbitrarias, ya que una superficie esférica no posee bordes, ni principio ni fin. Por definición entonces, el Norte-Sur se halla a lo largo de cualquier meridiano y el Este-Oeste a lo largo de cualquier paralelo; debido a la disposición de la red geográfica, estas dos direcciones son, en todos los lugares, perpendiculares, a excepción, claro está, de los polos. Las direcciones determinadas por la orientación de la red terrestre se denominan direcciones geográficas o verdaderas para distinguirlas de otros dos tipos de dirección, la dirección de la cuadrícula y la dirección magnética.

La aguja de la brújula se alinea con el campo total de la fuerza magnética, en la mayoría de las partes del geosistema, aquella no es paralela con el meridiano. En consecuencia, existe generalmente una diferencia entre el verdadero Norte y el Norte magnético que se denomina variación de la brújula, o declinación magnética. Antes de la utilización habitual de la brújula, los marinos del área mediterránea identificaban a menudo direcciones mediante vientos típicos, estos se representaban en forma de diagrama en una rosa de los vientos, una estrella con ocho o dieciséis puntas previstas de inscripción.

A partir de ahí se desarrolló la rosa náutica en la que los 360 grados del círculo se dividieron en treinta y dos puntos (1 punto =111/4 grados). Se convirtió en práctica común el incluir en las cartas una representación similar, para ayudar a los navegantes a calcular posiciones y trazar rumbos. Posteriormente se hizo necesario realizar divisiones menores y actualmente la rosa náutica que se incluye en las cartas está formada normalmente por un círculo dividido en grados. La dirección de una línea sobre el geosistema recibe diversos nombres: rumbo, curso, orientación o acimut. Sus significados son esencialmente los mismos, variando el contexto en que se utilizan. Rumbo y acimut son los más importantes en cartografía.

**ACIMUT**

Como resulta evidente de la observación de un globo, las direcciones sobre el geosistema, establecidas por la red geográfica, varían constantemente al desplazarnos a lo largo del arco de un círculo máximo. Únicamente sobre un meridiano o sobre el ecuador la dirección permanece constante a lo largo de un círculo máximo. Es conveniente poder designar la dirección del círculo máximo en cualquier punto de partida hacia un destino. Se calcula esta dirección observando el ángulo que el arco del círculo máximo establece con el meridiano del punto de partida.

El ángulo se expresa en grados (de 0 a 360 grados), siguiendo la dirección de las agujas del reloj, normalmente a partir del Norte. Como los arcos de los círculos máximos son los caminos más cortos entre dos puntos, el movimiento a lo largo de ellos es de la máxima importancia. De ahí que muchos mapas se elaboren de modo que sus relaciones direccionales se mantengan en la medida de lo posible.

El cálculo de acimuts en el sistema de coordenadas geográficas es bastante complicado y normalmente no es necesario excepto en los trabajos geodésicos. En coordenadas rectangulares planas, la cuadrícula acimut (Azg) entre A y B es en que E1 es la abscisa para A y E2 es la abscisa para B; N1 es la ordenada Ay N2 es la ordenada para B.

**LÍNEAS DE RUMBO**

El rumbo es la dirección desde un punto a otro, expresada normalmente en relación a la rosa náutica, como Noreste o como Norte 45 grados Este. Un círculo máximo es la ruta más económica en los viajes sobre el geosistema. El piloto de un avión puede hacer siguiendo una emisión de radio; es prácticamente imposible que lo haga de otro modo, excepto cuando el desplazamiento se realiza a lo largo de un meridiano o del ecuador, debido a que las relaciones direccionales varían constantemente a lo largo de los demás rutas de círculo máximo.

El rumbo que intersecta meridianos en un ángulo oblicuo constante se denomina línea de rumbo o loxodrómico. De hecho, las líneas de rumbo son curvas complicadas y si uno continuara a lo largo de una línea de rumbo, se realizaría una espiral hacia el polo a lo largo de una hélice esférica con límite en el polo. Con el fin de que los barcos y los aviones se aproximen lo más posible a la ruta de un círculo máximo entre dos puntos, se establece un movimiento a lo largo de las líneas de rumbo que se le aproximan.

Este procedimiento es similar al seguido en el interior de la circunferencia de un círculo por una serie de cuerdas cortas en línea recta. Desde luego, no es lo mismo, ya que el círculo máximo es la “línea recta” y las líneas de rumbo son líneas curvas y son por ello rutas más largas.

**ORIENTACIÓN**

Cuando observamos una hoja de un mapa o lo sostenemos entre las manos, veremos un borde superior y un borde inferior, si la hoja representa de algún modo una zona del geosistema ( fotografía o mapa) es natural que se considere como muy alejada de la zona que se muestra en el extremo superior de la representación. En los alegóricos mapa mundi medievales, el Paraíso estaba situado, lógicamente, en la parte superior y colocado en la parte más remota del geosistema conocido, el Oriente o Lejano Oriente.

De ello y de la práctica de disponer las iglesias con el coro y el altar principal dirigidos hacia el este, deriva el término “orientación”, que entre otras cosas ha llegado a significarla determinación de rumbo y la disposición de elementos diversos en las puntas de la rosa náutica. Varios siglos atrás se introdujo la práctica de establecer los mapas con el Norte, en lugar del Este, en la parte superior, y ello ha quedado fijado con tal firmeza que pensamos en ”subir” hacia el Norte y “bajar” hacia el Sur. Australia y Nueva Zelanda “están abajo”, Michigan “arriba” y California “más abajo” son ejemplos de nuestra adaptación inconsciente a esta convención.

No es necesario apuntar que ya que no existe zona superior o zona inferior en una superficie esférica, no existe ninguna razón por la que un mapa deba orientarse de una forma determinada. Como consideramos que la parte superior de una hoja cartográfica está “alejada” de nosotros, es evidente que en algunos casos puede ser útil establecer la orientación de un mapa en la dirección de interés o de movimiento. Por otras parte, el que la mayoría de los mapas se orienten hacia el Norte entraña una mayor comodidad para sus usuarios ya que se hallan familiarizados con tal orientación.

**DISTANCIA**

Las distancias sobre la superficie terrestre se calculan siempre a lo largo de líneas rectas o sea a lo largo de arcos de círculos máximos, a menos que se indique lo contrario. Debido a que ningún mapa, a excepción del que se elabore sobre un globo, puede representar las distancias correctas entre todos los diversos puntos, para calcular grandes distancias es mejor utilizar un globo o una tabla de distancias, o calcular la longitud del arco de un círculo máximo entre dos lugares. Puede utilizarse un trozo de cordel o el borde una hoja de papel para establecer el círculo máximo en un globo. Si la escala del globo no puede ser fácilmente conocida, el cordel o el papel pueden ser transportados sobre un meridiano, y averiguar su longitud en grados de latitud. Como todos los grados de latitud son prácticamente iguales, aproximadamente 111 km (69 millas), puede determinarse la longitud del arco en unidades convencionales.

En el pasado se utilizaron muchas unidades distintas de medición de distancias en los mapas, y para su conversión es necesario, algunas veces, recurrir a enciclopedias otras fuentes de datos. Actualmente la mayoría de los mapas utilizan unidades métricas, y en las cartas náuticas se están convirtiendo a metros las tradicionales medidas de profundidad anglosajonas (brazas de 6 pies). Las entidades civiles dedicadas a la elaboración de mapas en los USA, están realizando la conversión al sistema métrico, pero es una operación costosa y necesitará de un cierto tiempo.

**SUPERFICIE**

La superficie curva de la esfera terrestre dificulta el cálculo y la representación de superficies. Conseguir el área de un segmento poligonal de la superficie de la esfera (una figura cerrada limitada por los arcos de los círculos máximos) es relativamente fácil, pero el geosistema no es una esfera perfecta y, además, la mayoría de las áreas que pueden interesarnos, aparte de pequeñas propiedades, son extremadamente irregulares (por ejemplo los continentes, los estados, países, etc.) con fronteras y líneas de costa complejas.

En consecuencia, la forma más fácil de determinar los tamaños de tales áreas es, primero, cartografiarlas y luego medir su superficie. Ello se realiza de diversas maneras, como contando los cuadros de un papel cuadriculado colocado encima, utilizando un instrumento llamado planímetro, que mide un área resiguiendo el trazado de sus límites, o mediante un ordenador una vez digitalizadas los límites. Desde luego el mapa debe ser de características tales que la transformación de la superficie esférica a la superficie plana se realice de modo tal que estén correctamente representados los tamaños de las diversas áreas.

**AUTOEVALUACIÓN N° 02**

**INSTRUCCIÓN:** A continuación tienes preguntas de complemento único que debes leer con paciencia, para seleccionar tu respuesta, encerrando en un círculo a la letra del distractor que consideres correcta. Valor 1,5 c/u.

1. Reconoce la importancia de los principios teóricos de la cartografía:
2. Orienta el estudio de modelado
3. Explica el valor de la naturaleza abiótica
4. Información teórica para la confección de mapas
5. Hay trabajo interdisciplinario
6. Información de los espacios terrestres.
7. Reconoce la escuela geográfica del Asia Menor, que hace más de 2,000 a.C. sostenía la esfericidad del geosistema:
8. Mileto b) Cartago c) Bagdad d) Babilonia e) Nínive
9. Entiende el significado cartográfico de geoide:
10. Circunferencia b) Forma de la tierra c) Planeta azul d) Relieve e) Trópico
11. Reconoce como se forma la elipsoide:
12. Parte del geosistema b) Extremo polar c) Zona tropical

d) Figura producida por una elipse e) Volumen del círculo ecuatorial.

1. Para que se utiliza la escala en los mapas:
2. Indica los lugares en el modelado
3. Expresa movimientos
4. Determina información convencional
5. Otorga datos fidedignos
6. Razón y proporción de medidas comparables.
7. Identifica la importancia de la creación del sistema de coordenadas geográficas:
8. Posibilita la localización de un espacio deseado
9. Orientar la navegación marina
10. Mejora la confección de cartas de campañas militares
11. Explica los cambios de la naturaleza
12. Explica el factor Este-Oeste.

7. Reconoce como se determina la distancia y superficie a grandes espacios:

1. Ayuda de relojes solares
2. Ayuda de carta o mapas precisos
3. Uso de cronómetros especiales
4. A través de satélites
5. Con ayuda de radares.

8. Identifica a los que determinan mediciones precisas para pequeñas áreas (propiedades privadas):

a) Aviadores b) Geofísicos c) Agrimensores d) Marinos e) Militares

9. En los alegóricos mapas mundi medievales, donde se indicaba el paraíso:

a) África b) Europa c) América d) Lejano Oriente e) Asia monzónica

10. Reconoce el medio con el que se representa las grandes distancias más correctas:

a) Mapa mundi b) Mapas en general c) Planos d) Cartas nacionales e) Globos

11. Identifica las medidas que otorgan las cartas náuticas modernas para la profundidad:

a) Metros b) Yardas c) Nudos d) Kilómetros e) Pies

12. Reconoce la fecha en que el Meridiano de Greedwich, se estableció como básico:

a) 1900 b) 1884 c) 1492 d) 1532 e) 1551

13. Cómo hacen los estados o naciones cuando sus líneas de costa son complejas:

a) Sus técnicos miden minuciosamente

b) Usan instrumentos sofisticados

c) Cartografían y miden su superficie con medios especiales

d) Construyen globos aéreos

e) Usan cartas geográficas nacionales especiales

¡COMPRUEBA TU RESPUESTA!

**TEMA N° 03**

**PERCEPCIÓN REMOTA Y FUENTES DE DATOS**

**ACTIVIDAD N° 03**

**Intrucción: Lea detenidamente el siguiente material educativo.**

**PERCEPCIÓN REMOTA**

Los seres humanos disponemos de sentidos que nos permiten apreciar las condiciones de nuestro entorno. Sentimos remotamente algunas de tales condiciones mediante el oído, la vista, el gusto y el tacto. Por ejemplo, el oído reacciona a las ondas sonoras que viajan a través de la atmósfera, permitiéndonos oír el canto de las aves, la caída de los cuerpos, etc., la vista normal es sensible a algunas de las energías electromagnéticas emitidas y reflejadas por los objetos. Con el fin de incrementar nuestro grado de percepción, se ha aprendido a construir y a utilizar otro tipo de sensores sensibles a la energía electromagnética.

A pesar de que desde hace tiempo se utiliza la percepción remota en la confección de mapas, especialmente en los de gran escala, se está convirtiendo, cada vez más, en indispensable debido al moderno del proceso electrónico de datos y a la información recibida de los satélites. En el futuro, cuando una persona se siente frente a un ordenador y comience a reunir datos en forma de un mapa o carta geográfica, la mayoría de estas informaciones provendrán de las bases de datos originales obtenidos mediante técnicas de percepción remota.

Las posibilidades de percibir remotamente al geosistema y convertir tal información en datos de utilidad para los cartógrafos no han sido nunca tan numerosos. Con cada nuevo invento o creación en el campo de la percepción remota, las posibilidades de uso cartográfico de sus resultados aumentan muchísimo. Los cartógrafos y otros especialistas en medios y materiales cartográficos deben estar alertas y comprender tales desarrollos en percepción remota, para poder utilizarlos con el mayor provecho.

Para comprender la percepción remota moderna, debemos primero repasar las características de la energía electromagnética y las distintas maneras en que puede captarse. Para luego considerar su utilidad práctica en la cartografía.

**ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA**

Las radiaciones procedentes del Sol alcanzan al geosistema o a los objetos situados sobre la misma. Una cierta cantidad de energía irradiada es reflejada por el geosistema dependiendo del carácter y material de la superficie concreta. Una cantidad de radiación o energía electromagnética adicional se emite continuamente desde cualquier objeto que posea una temperatura superior a los 0 grados K (-273 grados Celsius). Toda esta energía irradia de acuerdo con la teoría básica ondulatoria; los componentes de las ondas de energía irradiada son la longitud de onda, la frecuencia de onda y la velocidad de onda.

La longitud de onda es la distancia entre la cresta de una onda de la siguiente. La frecuencia de onda es el número de cresta de onda que pasan por un punto dado durante un período de tiempo especificado, y la velocidad de onda es igual a la velocidad de la luz. Al ser la velocidad constante, la longitud de onda y su frecuencia mantiene una relación recíproca. En la percepción remota para identificar una zona particular del espectro electromagnético, acostumbramos a referirnos a la velocidad de onda. Debido a la variedad de sustancias existentes sobre el geosistema y a la gran diversidad de condiciones, las ondas de energía reflejada emitida electromagnéticamente pueden variar en longitud desde las muy cortas de los rayos gamma y rayos X, de alrededor de 0,2 micrómetros (um = Micrómetro = una millonésima parte del metro), hasta las de radio, que pueden alcanzar una longitud de varios kilómetros.

Se utiliza un cuerpo negro teórico como referencia para comparar la emisión de radiación. Hay una distribución espectral específica de energía emitida. Sin embargo, la cantidad de energía disponible no es la misma en todas las longitudes de onda. Debido a la absorción selectiva de energía electromagnética por las sustancias existentes en la atmósfera, como el vapor de agua, el dióxido de carbono y el ozono, ciertas longitudes de onda especificas quedan interferidas de modo más efectivo que otras.

Este bloqueo selectivo afecta a los niveles de energía electromagnética que pueden registrarse en la superficie del geosistema. Otros cambios se producen cuando la energía es reflejada o emitida otra vez desde el geosistema a través de la atmósfera hasta un sistema de percepción remota. Además de la absorción, la dispersión atmosférica afecta también a la intensidad y a las longitudes de onda de radiación captables por un sistema de percepción remota. Estos efectos combinados-absorción y dispersión de la atmósfera terrestre significan que la cantidad de energía disponible no es de la misma magnitud para todas las longitudes de onda.

Las bandas del espectro en las que la atenuación atmosférica es menor, denominadas ventanas, son las regiones utilizadas para percepción remota. Por conveniencia, a menudo se divide el espectro de energía electromagnética en bandas o regiones tales como la ultravioleta, la visible, la infrarroja y de la microonda. Los límites entre tales bandas no son precisos y deben considerarse tan solo como zonas de transición.

La fotografía puede registrar longitudes de onda desde unos 0,3 hasta 1,2 um, aproximadamente tres veces más de lo que puede ver el ojo humano. Para registrar longitudes de onda más larga que 1,2 um, se utilizan otros instrumentos distintos de las cámaras fotográficas. A pesar de que otra ventana principal corresponde a una banda que va desde 8 hasta 14 um, denominada del infrarrojo medio, la ventana que va desde 3,5 hasta 5,5 um es más utilizada debido a que los instrumentos para registrar tales longitudes de onda son de construcción menos costosa.

Para sensores de radar y de microonda pasiva, existen ventanas entre 1 mm y 1 cm. Más allá de longitudes de onda de 1 cm, la atmósfera es relativamente “transparente” y posibilita diversos tipos de equipos de radio. Tanto para las longitudes de onda muy cortas como para las muy largas, la emisión es baja; para algunas longitudes de onda intermedias alcanzan un valor máximo, dependiendo de la temperatura del cuerpo negro. Esta cúspide en la curva de distribución de energía se desplaza hacia longitudes de onda cada vez más cortas al aumentar la temperatura del cuerpo negro.

Si un trozo de hierro, por ejemplo se calienta lo suficiente, su curva de radiación interceptará en primer lugar las ondas largas del espectro visible y aparecerá como un rojo desvaído. Al calentarse más, la cúspide de la curva se desplazará hacia longitudes de onda más cortas y el color cambiará a un tono naranja, luego amarillo y finalmente blanco. De este modo, observamos que los sistemas de percepción remota pueden detectar y registrar energía en muchas zonas del espectro, incluyendo aquellas que son invisibles al ojo humano. Estas nuevas y poco familiares visiones de nuestro entorno pueden proporcionar nuevas y valiosas ayudas a los analistas.

Los numerosos instrumentos de percepción remota que detectan y registran energía pueden agruparse en sistemas pasivos y sistemas activos. Los sensores pasivos, como la fotografía, detectan la energía natural, ya sea reflejada o emitida; los sistemas activos, como el radar, generan energía que será dirigida y posteriormente recibida por un objetivo. Probablemente el sistema activo más popular es el radar, que opera en la banda de las microondas del espectro. Un ejemplo de sensor pasivo es la fotografía, que utiliza energía solar reflejada, normalmente en la banda visible del espectro.

La energía electromagnética puede detectarse y registrarse por medios tanto fotográficos como no fotográficos. Una fotografía corriente es el resultado de una emulsión química tratada directamente mediante energía reflejada, mientras que las imágenes producidas por otros sensores remotos no fotográficos son resultado de la detección de energía emitida o reflejada y la conversión de las señales detectadas en registro digital y/o en forma de figura.

**EL CONCEPTO DE SENSORES MULTIESPECTRALES**

Debido a que la cantidad de energía emitida o reflejada varía con la longitud de onda, la percepción simultánea dentro de estrechas bandas por separado del espectro electromagnético puede proporcionar una información que presente una mayor diferencia entre un objeto y su fondo que los procedentes de una sola banda amplia. Esta percepción multiespectral puede realizarse mediante sensores fotográficos y no fotográficos, y las imágenes por separado pueden producirse en blanco y negro o pueden combinarse para producir color.

Las transparencias, procedentes de diversas longitudes de onda, colocadas en proyectores equipados con filtros de color pueden constituirse en imágenes en las que la fuerza de los colores puede variar. A menudo pueden hallarse combinaciones que permitan que la información deseada sea más evidente. Las variaciones tonales de la imagen indican la presencia de cambios; sin embargo, el ojo humano no es a menudo capaz de discernir los límites entre las clases tonales debido a la sutiliza de las gradaciones.

Existen instrumentos que pueden medir las densidades ópticas de la emulsión de la película para establecer tales límites, o pueden también establecerse mediante procedimientos electrónicos a partir de datos grabados. Pueden asignarse colores brillantes a las clases tonales de las imágenes, realizando así las densidades y hacerlas muy contrastadas.

**SISTEMAS SENSOR**

Durante más de 100 años, la percepción remota se ha venido utilizando para obtener información geográfica. La fotografía aérea fue el primer dispositivo de percepción remota utilizado para inventariar y cartografiar características del geosistema de modo sistemático. A pesar de que algunos sistemas altamente sofisticados han sido recientemente desarrollados para registrar datos terrestres, la fotografía, con su gran poder de resolución, continuará, sin lugar a dudas, siendo ampliamente utilizada como método de percepción remota. Incluso a pesar de que la mayoría de estos nuevos sensores detectan energía exterior a la banda visible del espectro y registran esta información en algún tipo de imagen, muchas técnicas y procedimientos convencionales de la fotointerpretación son todavía aplicables en su análisis.

En el pasado, un problema muy importante fue cómo obtener el número de fotografías necesarias, pero actualmente el problema consiste en cómo manejar del mejor modo posible el enorme volumen de fotografías e imágenes de que se dispone. Pese a las técnicas estadísticas e informáticas utilizadas para convertir algunos de los datos percibidos remotamente en forma utilizable, parece que para un futuro previsible, el ser humano jugará todavía un importante papel en la interpretación tanto de la fotografía como de los otros tipos de imágenes.

Ya en 1840 se sugirió que las fotografías se utilizaran con fines cartográficos, durante las décadas posteriores, se idearon diversos esquemas para la producción de fotografías. Se utilizaron globos, cometas, cohetes e incluso palomas mensajeras para colocar las cámaras a una cierta altura y facilitar su desplazamiento. Las palomas portaban cámaras fotográficas sujetas al pecho con dispositivos de disparo automático. Cuando se soltaban a varios kilómetros de su palomar, regresaban a una velocidad relativamente constante y siguiendo un rumbo directo, proporcionando así los medios para obtener una serie de fotografías a lo largo de una ruta completa.

En los globos y cometas, podían remontarse cámaras de volumen considerable para proporcionar fotografías de uso civil o militar. Las primeras fotografías desde un avión las tomó Wilbur Wright en el espacio geográfico de Italia en 1909. Al principio se utilizaban cámaras de tipo de accionado manual, iguales a las usadas en tierra, pero en 1915 se comenzaron a emplear cámaras especialmente diseñadas para fotografía aérea. A pesar de que los instrumentos utilizados eran muy rudimentarios comparados con los habituales de hoy, las fuerzas militares fueron capaces de producir miles de tomas diariamente y la utilidad de la fotografía aérea quedó bien establecida al finalizar la primera guerra mundial.

En la comunidad civil se continuaron realizando progresos en la utilización tanto científica como comercial de la fotografía aérea y durante la década de 1930 los departamentos gubernamentales de distintos países utilizaron decididamente la prospección aérea. En los USA, la Administración de Agricultura, produjo de modo sistemático fotografías de las actividades agrícolas de la mayor parte del país. Agencias estatales y locales reconocieron el valor de la fotografía aérea y comenzaron a utilizarla con fines de planificación.

El mayor estímulo para la interpretación fotográfica se produjo probablemente durante la Primera Guerra Mundial. Antes de tal acontecimiento, muchos jefes militares reconocieron que la información recogida mediante la interpretación de fotografías podía tener una importantísima influencia en el caso de un conflicto bélico. Alemania utilizó a fondo esta fuente de información durante sus primeras ofensivas, fotografiando la mayor parte de las instalaciones militares y redes de transporte existentes en la Europa occidental. Los ingleses se vieron obligados a confiar en la interpretación fotográfica para la recolección de información después de la retirada de Dunquerque en 1940. Desarrollaron procedimientos y métodos que fueron de gran valor para los USA, cuando estos entraron en la campaña militar.

La cantidad de fotografías que debían manejarse requirió la preparación de muchos intérpretes; muchas de estas personas mantuvieron su interés en la fotointerpretación y contribuyeron a la investigación en este campo. De modo semejante, la urgente necesidad de mapas durante la guerra produjo una mayor utilización de métodos fotogramétricos, debido tanto a la velocidad en que podían realizarse los mapas como a que las fotografías proporcionaban una buena fuente de información de áreas inaccesibles.

El desarrollo tanto de los aviones como de las cámaras, filtros y emulsiones de películas han facilitado que la fotografía aérea mantenga su puesto como una importante fuente de información sobre el geosistema. Las cámaras multilentes pueden registrar diversas tomas simultáneas de la misma área utilizando diferentes combinaciones de películas y filtros, obteniendo de éste modo vistas de varias bandas del espectro visible. Las cámaras panorámicas, mediante la utilización de una estrecha ranura que capta panorámicas y las expone sobre una película sujeta en forma de arco, pueden producir fotografías de alta resolución de una gran área en una sola toma.

Las cámaras continuas, al hacer que la película enrollada se desplace a través de la ranura de forma coordinada con la velocidad del avión, pueden registrar una imagen continua del paisaje a lo largo de la línea de vuelo. Debido al gran poder de resolución de las películas en blanco y negro y los últimos adelantos en la fidelidad de las películas de color, es posible la obtención de un gran detalle de paisaje a reflejar en los mapas. La utilización de cohetes con anterioridad a 1950 y la puesta en órbita de satélites desde 1960, con sistemas de sensores cada vez más complejos, ha permitido la obtención de imágenes del geosistema cada vez de mayor altura.

Los sistemas fotográficos han ido cediendo ante sistemas no fotográficos donde la energía electromagnética es registrada en forma de señales eléctricas, que se envían al geosistema y se convierten en dígitos para su procesado. Este procesado conduce a menudo a la creación de imágenes (de aspecto fotográfico). Estos adelantos parece que continúan, y aumenta el detalle que puede captarse desde un satélite. Hoy en día se obtienen informaciones periódicas del geosistema tanto desde el nivel del suelo hasta muy por encima de los 900 kilómetros (los satélites climatológicos SMS/GOES se colocan en órbitas de 36,000 km. y se utilizan una gran variedad de sistemas sensores fotográficos y no fotográficos).

La utilidad de tales sistemas para controlar actividad humana y natural sobre el geosistema es tremenda. Verdaderamente los últimos 100 años han sido testigos de una revolución en este campo. En lo que queda de capítulo se expondrán los sistemas de fotografía analógica y los sistemas de exploración digital más utilizados en la actualidad.

**SISTEMAS ANALÓGICOS**

**FOTOGRAFÍA EN BLANCO Y NEGRO**

La fotografía, que registra energía de 0,3 a 1,2 um, incluye todo el espectro visual y se extiende hasta la banda del cercano infrarrojo. Las emulsiones pancromáticas, que se utilizan en la mayoría de las fotografías en blanco y negro, registran longitudes de onda aproximadamente a partir de 0,3 hasta 0,7 um, esencialmente el espectro visible. Un objeto situado en un paisaje es visible cuando su tono registrado es distinto del de su fondo. Si un tono es el mismo que el tono del fondo, el objeto no será visible y únicamente podrá detectarse si produce sombra.

En la banda visible y cercana a la visible del espectro, la disposición de las longitudes de onda corta de la luz azul produce niebla atmosférica. Para penetrar en la niebla, se utiliza un filtro que bloquea las longitudes de onda más cortas. Si se quiere fotografiar tan solo ciertas longitudes de onda seleccionadas, pueden utilizarse filtros que intercepten toda la porción visible del espectro a excepción de las longitudes de onda que interesen, capaces de atravesarlo. Durante la fabricación, la emulsión de una película puede formularse de modo que reacciones únicamente a longitudes de onda particulares y su sensibilidad puede extenderse a los infrarrojos cercanos, energía que no es visible al ojo humano, pero que puede registrarse como imagen de una película.

El tono resultante de un objeto expuesto al infrarrojo puede ser bastante distinto del producido por la luz reflejada. Sobre una película pancromática un objeto puede ser visible debido a que su tono sea el mismo que el de su fondo, mientras que el mismo objeto y fondo pueden dar tonos en contraste sobre películas de infrarrojo y ser absolutamente perceptibles. Ya que la mayoría de longitudes de onda más cortas se eliminan, la fotografía en infrarrojo blanco y negro es muy efectiva para penetrar la niebla atmosférica y puede utilizarse con éxito en los días en que la película ordinaria resultaría deficiente.

El gran contrate de imágenes sobre la película infrarroja convierte a esta en especialmente útil para algunos tipos de interpretación. Por ejemplo, es la preferida por los ingenieros de montes, ya que pueden distinguirse con mayor facilidad tipos distintos de cobertura forestal por sus variaciones tonales. Debido a que el agua absorbe la radiación infrarroja de forma más efectiva que la luz visible, queda registrada como gris oscuro (o negro) sobre película infrarroja, por lo que la fotografía infrarroja pasa a ser un medio eficaz para la delineación de características hidrológicas.

**FOTOGRAFÍA DE COLOR**

Durante los últimos 40 años, la fotografía en color ha ido ganando importancia. Al principio era mucha más cara, y la resolución de sus imágenes era comparativamente deficitaria. Pero actualmente las fotografías y transparencias en color componen un desafío para las realidades en blanco y negro, tanto en calidad como en costos, ofrecen detalles del paisaje con una claridad mejor cada día. Los primeros experimentos en fotografía en color se realizaron a finales del S.XIX, pero no fue hasta 1935 cuando la película Kodachrome apareció en el mercado. Las velocidades lentas de la película y los problemas en su procesado impidieron en un principio la utilización extensiva de la película en color.

En los últimos 30 años, se han realizado importantes mejoras tanto en la velocidad de la película como en su resolución. El ojo humano puede distinguir únicamente un número limitado de intensidades de gris, pero puede reconocer diferencias entre un gran número de colores (tonos). Como que muchos elementos de los que componen un paisaje presentan colores especiales o únicos asociados a ellos, es fácil deducir que en algunos casos su interpretación se facilitará en gran medida y será más fiable cuando sea posible visionarla en color. La identificación de objetos implica consideraciones de tamaño, forma, tono, textura y localización de factores. Sin embargo, para terminar la condición de objetos tales como una vegetación enferma o deteriorada, podemos encontrarnos con que la única solución nos la proporcionen las diferencias en color. Durante la segunda guerra mundial fue desarrollada la película de falso color o de detección de camuflaje, permitiendo a los intérpretes distinguir fácilmente la vegetación muerta a los materiales artificiales de camuflaje, de la vegetación viva.

La película del falso color difiere de la de color convencional en que las tres capas de la emulsión son sensibles al infrarrojo, al verde y al rojo. Un objeto que refleja el infrarrojo o el rojo de onda larga aparece como rojo en la impresión final; aquellos elementos que reflejan el rojo visible aparecen como verdes, y aquellos que reflejan la luz verde como azules. En la fotografía convencional en color, el color de un objeto aparece aproximadamente del mismo color que ante el ojo humano; por lo tanto si un elemento es pintado del mismo color que su fondo, no será visible. Sobre película de falso color los objetos pintados con pinturas absorbentes del infrarrojo aparecen en azul o púrpura, mientras que la vegetación viva, activamente sana con su alta reflexión de infrarrojo, aparece en rojo (magenta).

Equipos militares tales como cañones y vehículos que han sido pintados del color de la vegetación o escondites que han sido cubiertos con vegetación muerta pueden distinguirse fácilmente de la vegetación viva, saludable según su color en la fotografía. La película de falso color se utiliza en gran número de investigaciones, incluyendo la identificación del uso del suelo, cosechas, formaciones geológicas, especies forestales, enfermedades de la vegetación y contaminación de las aguas. En el uso urbano del suelo, por ejemplo, la película es útil porque la utilización de longitudes de onda más largas permite una mejor penetración en la niebla.

Permite también fuerte contraste entre la vegetación, que aparece en rojo amarillento, y los hechos culturales, que aparecen como azules.

**FOTOGRAFÍA MULTILENTE**

A pesar de que los experimentos realizados en la fotografía multiespectral en blanco y negro comenzaron ya en 1861, no fue hasta 100 años más tarde cuando esta técnica se utilizó para el reconocimiento aéreo de las características del terreno. A partir de finales de la década de 1960, las misiones desde vehículos espaciales y desde aviones han utilizado de forma habitual la fotografía captada simultáneamente en más de una banda de longitud de onda. Se han desarrollado cámaras con dos o más objetivos, cada uno de los cuales puede utilizarse con un filtro diferente para la exposición de un tipo de destino de película.

El resultado puede ser una serie de fotografías del mismo paisaje expuestas al mismo tiempo, registrando cada una de ellas la energía reflejada en una porción distinta de la banda visible o cercana a la visible del espectro. Como las exposiciones se realizan simultáneamente, no existen variaciones en la iluminación, y el intérprete dispone de imágenes que filtren tan solo debido a la longitud de onda particular utilizada. Los inconvenientes que presentan las fotografías multilente radican en el formato de la imagen, que es menor que el que se obtiene con la fotografía ordinaria y en que aparecen muchas más imágenes para intentar la comprensión del intérprete.

**LA GEOMETRÍA DE LA FOTOGRAFÍA**

El cartógrafo confía en métodos fotogramétricos para obtener tomas planimétricas e hipsométricas para la preparación del mapa. En comparación con los métodos de campo, las fotografías pueden proporcionar la información mucho más rápida y a un menor coste. Con un limitado apoyo terrestre, los métodos fotogramétricos pueden proporcionar buenos mapas a gran escala para áreas donde es difícil llevar a cabo cuantiosas mediciones de campo debido a las condiciones del terreno o del clima. Esta ventaja, desde luego, es de especial importancia en el campo militar. La mayoría de los mapas detallados a gran escala realizados a partir de fotografías aéreas los producen agencias estatales y organizaciones comerciales que trabajan bajo contrato. El alto costo de los instrumentos de restitución impide su utilización por pequeñas firmas comerciales o por cartógrafos independientes.

Pueden hallarse algunos de éstos instrumentos en universidades u otros centros educativos donde se utilizan básicamente para investigación y enseñanza. Pero incluso sin un equipo excesivamente costoso, los cartógrafos pueden utilizar las fotografías para un extenso reconocimiento. Un equipo no demasiado caro puede proporcionar elementos suficientes para la preparación de mapas a pequeña escala o para la revisión cartográfica.

La proyección en perspectiva de la imagen de la superficie terrestre sobre una fotografía aérea produce una diferencia entre las relaciones de escala de las que existirían al proyectar ortogonalmente desde el geosistema a un mapa planimétrico. Sin tener en cuenta los elementos tales como la distorsión producida por las lentes, el papel o la película, la escala de una fotografía verdaderamente vertical de un terreno perfectamente plano sería aproximadamente la misma que la de un mapa planimétrico preciso.

La presencia de relieve, sin embargo, provoca notables variaciones en la escala debido a la visión en perspectiva de la cámara. En relación a un nivel dado el terreno, los puntos más elevados se desplazan alejándose del centro de la fotografía y los puntos más bajos se desplazan hacia el centro. Estas variaciones diferenciales en la escala impiden que podamos trazar directamente información de una fotografía a un mapa dibujado a gran escala. El grado de desplazamiento puede medirse, y las desventajas de no poder trazar directamente la información para la producción de mapas a gran escala se ven sobradamente compensadas por la posibilidad de utilizar el desplazamiento para la determinación de las alturas por encima o por debajo del nivel elegido.

Nuestra consideración sobre la geometría de una fotografía aérea se verá limitada a los aspectos de las fotografías verticales sin inclinación. La inclinación se refiere a la desviación respecto a la perpendicular del objetivo de la cámara aerotransportada en un vehículo desde la superficie del suelo que se halla debajo. Para la mayoría de los usos, cualquier fotografía aérea con menos de 3 grados de inclinación es considerada vertical. Una fotografía perfectamente vertical es excepcional. Muchos instrumentos fotogramétricos permiten que el operador corrija la inclinación excesiva de una fotografía cuando dicha fotografía es utilizada.

La discusión óptica o de lente, que en una fotografía estándar de 9 X 9 pulgadas, puede representar un desplazamiento de una fracción de milímetro, se desprecia normalmente, excepto en la determinación de altitudes con instrumentos de trazado estereoscópico. Las distorsiones producidas por cambios en las dimensiones de la película base son normalmente muy ligeras, pero la distorsión del papel de las copias puede ser mucho más notoria.

**ESCALA**

La razón exacta de la escala entre dos puntos en una fotografía aérea vertical difiere normalmente de la escala general o de promedio. La escala general es la relación entre la distancia local de la cámara y la altura de la cámara respecto a alguna elevación específica del terreno; de lo que se desprende que esta razón no será correcta para cualquier otra elevación o altura de referencia. RF= C/H donde RF es la fracción representativa, Cf es la distancia focal de la cámara, y H es la altura de la cámara por encima del punto de referencia. Cada uno de los infinitos planos horizontales tiene su razón o escala específica. Los puntos A y B son las verdaderas ubicaciones cartográficas de dos torres de la misma elevación sobre la superficie del terreno. En la fotografía a escala 1:20.000 estas ubicaciones estarán en a y en b. Debido a la perspectiva fotográfica, las cimas de las torres aparecen sobre la fotografía en a´ y b´ que están claramente separadas y, por lo tanto, es una escala mayor que a y b, por ejemplo, a escala 1: 18.000. En este caso particular, marcaremos las posiciones de las torres a escala 1:20.000 debido a que tanto las bases como las cimas de las torres serán visibles en la fotografía.

**DESPLAZAMIENTO**

El desplazamiento debido al relieve se produce en dirección radial desde el nadir, punto sobre el plano de la fotografía determinado por la prolongación de una línea vertical a raves del centro del objetivo de la cámara que, en una fotografía verdaderamente vertical, coincide con el punto principal o centro geométrico. Las líneas rectas que atraviesan una fotografía uniendo señales fiduciarias opuestas se interseccionan en este punto principal. No se produce ningún desplazamiento en el punto principal cuando éste está alineado con el centro de perspectiva del objetivo de la cámara, pero a distancia sobre la imagen desde el centro de la fotografía hasta cualquier otro punto dependerá (1) de la situación vertical relativa de este punto, y (2) de la distancia desde este hasta el punto principal.

El grado de desplazamiento varía directamente con la elevación vertical a partir de una elevación de la diferencia elegida, y con la distancia desde el punto principal e inversamente con la altura de la cámara. La comparación de triángulos similares, en la que indica también esa relación. Las fotografías realizadas desde poca altura, por lo tanto, presentan más desplazamiento que aquellas realizadas a alturas superiores. A pesar de que estas últimas presentan relaciones de escala que se aproxima más a un mapa, la fotografía a baja altitud con mayores desplazamientos resultan más útiles para la precisa determinación de las elevaciones.

**PARALAJE**

En nuestra visión, percibimos el relieve de varias maneras. Con un ojo podemos interpretar el tamaño de los objetos, la claridad de detalle, o si un objeto se sitúa frente a otro. Utilizando los dos ojos, cada uno envía su propia señal al cerebro. Como nuestros ojos están separados, cada uno ve un objeto (si no se halla más lejos de unos 600 m) desde un ángulo diferente, y las señales consiguientes enviadas al cerebro provocan la sensación de relieve. El desplazamiento de los objetos en las fotografías aéreas produce paralaje, que es el cambio aparente de posición de un objeto debido a un cambio en el punto de observación.

Este cambio aparente de posición es la razón principal de nuestra capacidad para ver dos fotografías y sentir la ilusión de una tercera dimensión. Observado con un ojo un objeto sobre una fotografía, y con el otro, el mismo objeto sobre otra fotografía solapada, estamos en realidad visionando el objeto desde dos puntos que representan aproximadamente las estaciones de las dos cámaras. Cada foto muestra todos los objetos en perspectiva desde la estación de cada cámara y cada uno de nuestros ojos envía una señal al cerebro provocando que la imagen parezca tener una tercera dimensión.

Sobre una fotografía sin inclinación, él paralaje la distancia recta utilizada para determinar la elevación. Es una distancia paralela al eje sobre el que se estaciona sucesivamente la cámara, y depende de la altura del objeto, la distancia focal de la cámara, la distancia entre las estaciones de la cámara y el objeto. La diferencia algebraica de paralaje en dos fotografías solapadas se utiliza para determinar las elevaciones utilizando instrumentos de trazado estereoscópico. La diferencia de paralaje puede medirse gráficamente; sin embargo, el error es probable sea algo mayor que cuando se utilizan instrumentos de trazado. Los puntos principales y los puntos principales conjugados (imagen del punto principal de la fotografía solapada) de ambas fotografías deben situarse en línea recta. Se calcula entonces la distancia media b entre los puntos principales y los puntos principales conjugados.

Sobre una fotografía verdaderamente vertical, los acimuts desde el punto principal a cualquier punto de la fotografía son correctos, esta condición permite realizar directamente la triangulación a partir de las fotografías. Como la dirección desde el punto principal hasta su punto principal conjugado es correcta en cada una de las dos fotografías solapadas, superponiendo estas dos líneas producimos una línea base con extremos a partir de las cuales todos los ángulos son correctos. Sobre hojas de material superponible podemos señalar los puntos principales de cada fotografía, y unirlos con los puntos principales conjugados y con un tercer punto.

Cuando las hojas superpuestas se colocan de modo que las líneas de base se superpongan, hemos producido un triángulo en el que los ángulos en a y a’ son correctos. Si estos dos ángulos son correctos, el ángulo en c debe, por su puesto, ser también correcto. Ya que la elevación de c no afecta a los ángulos horizontales. Los tres puntos se han localizado en una verdadera relación planimétrica, y la escala de los tres lados del triángulo es la misma.

Se ha inventado un instrumental muy sofisticado para ayudar al cartógrafo a que saque provecho de las propiedades geométricas de las fotografías. Vale la pena destacar de entre estos instrumentos el ortofotoscopio. Mediante la simulación parcial del vuelo del avión en el instrumento y mediante la compensación por parte del operador de los efectos de las elevaciones del terreno respecto a la base, las distorsiones geométricas de las fotografías quedan prácticamente eliminadas. El resultado es una imagen cartográfica planimétricamente correcta.

**SISTEMAS DIGITALES**

Es parte de los sistemas de información geográfica (SIG), que mediante imágenes digitalizadas como la fotografía aérea, imágenes de satélites que nos trasmiten alguna ubicación geográfica. Para evitar confusión, debemos mencionar que a menudo la información detectada por estos sistemas no fotográficos se exponen o registran como una imagen sobre una película fotográfica para permitir que el cartógrafo realice un análisis visual de los datos. Nos referimos a la recolección digital de datos, ya que se trata de sensores no fotográficos que inicialmente fijan los datos en forma de impulsos eléctricos discretos sobre algún dispositivo de registro.

Las fotografías por otro lado, registran instantáneamente una escena sobre una película y por esto se denominan sensores analógicos. Durante la segunda guerra mundial se realizaron experimentos con relación al uso de sensores no fotográficos. Los primeros trabajos estaban muy relacionados con la detección de objetos militares mediante la utilización de la banda infrarroja del espectro electromagnético. El perfeccionamiento de los sistemas de percepción ha estado supeditado, en gran medida, al desarrollo de detectores más eficaces. Los sensores no fotográficos se utilizan actualmente en la mayor parte de las zonas del espectro, incluyendo aquello en que las películas fotográficas son sensibles.

Junto con el perfeccionamiento de los instrumentos sensores a lo largo de los últimos 100 años, hemos sido testigos de un desarrolla paralelo de nuevos vehículos capaces de transportar los equipos a muy considerable altura. Los aviones utilizados en las misiones fotográficas llevadas a cabo durante la Segundo Guerra Mundial fueron muy superiores a los utilizados durante la primera. A partir de la década de 1940 se han construido aviones que pueden transportar un arsenal de equipos sensores a alturas extraordinarias.

El lanzamiento en l957 del Sputnik I abrió el camino de la utilización de naves espaciales para el transporte de instrumentos de detección mucho más allá de la atmósfera del geosistema. El uso sistemático de observaciones orbitales comenzó en 1960 con el lanzamiento del Tiros I, y la fotografía producida por cámaras automáticas a bordo de una nave espacial en órbita fue posible en 1961. A pesar de que las fotos se realizaron como control del comportamiento de la nave, sirvieron como estímulo para futuras misiones de tipo fotográfico.

Los vuelos espaciales tripulados permitieron la elección de objetivos mientras se realizaban las orbitas, produciéndose fotografías únicas y muy valiosas. Actualmente se han realizado ya cientos de misiones espaciales que han recogido datos y los han transmitido al geosistema. En el campo de la cartografía la serie LANDSAT de satélites en órbita ha producido los conjuntos de datos de más amplia utilización. El quinto LANDSAT fue lanzado por USA, en 1984. Otras naciones además de los USA y la ex Unión Soviética, actuales líderes de este campo, se han integrado a la era espacial. Francia, Japón, China, etc., además de otros países del mundo desarrollado están colocando satélites en órbita para recolección de datos cartográficos

**DISPOSITIVOS DE BARRIDO O SCANNER**

En lugar de registrar en campo de gran angular como lo hacen las cámaras, muchos sistemas sensores no fotográficos utilizan dispositivos de barrido para detectar la energía de un pequeño elemento “célula terrestre” del paisaje en un momento dado. Estos sensores tienen un campo de visión instantáneo, que determina, juntamente con los otros parámetros del sistema, la resolución de la información registrada. Mientras el vehículo (avión o satélite) se desplaza a lo largo de su línea de vuelo, el scanner recoge la energía del terreno a una serie de líneas de barrido que son perpendiculares a la línea de vuelo. Espejos giratorios reflejan hacia los detectores la radiación recibida.

Estos espejos giratorios están sincronizados con la velocidad de la plataforma del sensor, de modo que mientras ésta se mueve se detecta simultáneamente con el anterior. Los datos o señales recogidos en forma de señales electrónicas se almacenan en cinta magnética y luego se procesan para producir imágenes parecidas a fotografías.

**GEOMETRÍA DE LOS DATOS OBTENIDOS POR SCANNER**

Los datos que se logran por este mecanismo son más complejos que la de la fotografía y no es posible corregir los efectos de la geometría para fines cartográficos. Por lo que hace que los datos obtenidos por scanner sea inadecuada para algunas tareas específicas cartográficas. Estas imágenes proporcionan datos temáticos que se adaptan a un formato planimétrico preciso obtenido de otras fuentes.

La distorsión de los datos obtenidos por scanner viene dando tanto por la geometría del propio instrumento de barrido como por las perturbaciones que afectan al vehículo que transporta el aparato durante su función de recolección. Debido a movimientos inevitables en el avión o nave espacial, resulta prácticamente imposible obtener en un scanner una larga serie de líneas perfectamente paralelas. La escala constante a lo largo de una línea de vuelo es, por lo tanto, poco probable, y debido a la naturaleza del scanner, la escala a lo largo de la línea producida por éste no es tampoco uniforme. Distorsionándose en cuatro categorías.

a) Distorsión de escala tangencial,

b) Variaciones en el tamaño de célula de resolución,

c) Desplazamiento unidimensional del relieve,

d) Distorsiones del parámetro de vuelo.

**DISTORSIÓN DE ESCALA TANGENCIAL**

Debido a que el espejo giratorio de barrido se mueve a una velocidad constante, la distancia barrida de terreno por unidad de tiempo aumenta hacia los extremos de la línea del scanner. Algunos registradores de CRT (tubo de rayo catódico), se pueden programar para compensar este defecto al presentar los datos, la mayor parte registran la velocidad constante y la escala de la imagen resultante queda por lo tanto comprimida en los bordes.

**VARIACIÓN EN EL TAMAÑO DE LA CÉLULA DE RESOLUCIÓN**

Cuando el IFOV (campo de visión instantáneo), se aparta de la línea de vuelo, aumenta el tamaño de la célula terrestre. El valor registrado de una célula terrestre es la suma de la energía emitida/reflejada de todas las características existentes en la célula terrestre que se observa.

**DESPLAZAMIENTO UNIDIMENSIONAL DEL RELIEVE**

En contraste con las fotografías, el desplazamiento del relieve en los datos obtenidos por scanner presenta una solo dimensión. El desplazamiento siempre es perpendicular a la línea de vuelo, y las imágenes de los hechos situados por encima del nivel de referencia parecen yacer sobre el suelo apartándose de la línea de vuelo.

**DISTORSIÓN DEL PARÁMETRO DE VUELO**

Los datos obtenidos por el scanner se recogen continua o dinámicamente mientras la nave sigue un recorrido a lo largo de su línea de vuelo. En cambio, el fotografiado es un muestreo intermitente a intervalos discretos a lo largo de la línea de vuelo. Por lo tanto, las perturbaciones del vuelo afectan a las posiciones relativas de los datos resultantes más en el caso de datos obtenidos por scanner que en el de datos procedentes de fotografías. Los instrumentos de scanner se utilizan para la recolección de datos en la banda visible, en la del infrarrojo cercano y en la térmica, así como en barridos multiespectrales a bordo de naves especiales.

**PERCEPCIÓN TÉRMICA**

La curva de distribución de la radiación solar presenta un máximo de energía aproximadamente en la banda visible, casi todas las restantes radiaciones están en las longitudes de onda más cortas del infrarrojo. El geosistema, debido a sus temperaturas muy inferiores, irradia energía en longitudes de onda más largas. Las curvas para la mayoría de los objetos sobre el geosistema alcanzan un máximo de unos 10 um, aunque varían con la temperatura y con la naturaleza del material del objeto.

Los instrumentos utilizados para percibir la radiación térmica operan en longitudes de onda de entre 3 a 14 um, y por lo tanto no dependen de la luz. El sensor térmico es un instrumento de barrido que utiliza un fotodetector que recibe la energía a través del espejo giratorio. Esta energía, captada a lo largo de una línea de barrido, se convierte en impulsos eléctricos proporcionales a la intensidad de la energía recibida. La señal puede almacenarse en una cinta y utilizarla posteriormente para producir una representación sobre una pantalla de televisor. Una película corriente puede exponerse sincronizadamente con la representación sobre el CTR (tubo de rayos catódicos) para producir imágenes de la radiación térmica.

Como que la propia temperatura del dispositivo de barrido provoca la emisión de radiación infrarroja en la misma banda en que está operando, el escáner afectará a los datos. Para eliminar este problema, los escáneres son refrigerados hasta temperaturas extremadamente bajas y se encierran en una caja a prueba de calor. Los escáneres que operan en la banda que cubre de 3 a 5,5 um (unidad de longitud igual a una millonésima de metro o igual una milésima (10­­ ) de milímetro), son menos caros, ya que únicamente necesitan enfriarse hasta una temperatura de alrededor de -200 grados C, mientras que aquellos en longitudes de onda más larga deben enfriarse hasta cerca del cero absoluto.

La capacidad diurna como nocturna de la percepción térmica supone una ventaja sobre la fotografía, pero la resolución del detalle del terreno es muy inferior. La percepción térmica se utiliza con éxito para detectar y delinear los bordes de los incendios forestales, la contaminación del agua puede detectarse fácilmente focalizando las descargas de agua templada; y puede utilizarse también para inventariar el ganado y los animales salvajes debido a su capacidad diurna y nocturna y a la posibilidad de discriminación entre un animal y su fondo en base a las diferencias de temperatura.

**PERCEPCIÓN MULTIESPECTRAL**

En cierto sentido el concepto de percepción multiespectral combinado con la tecnología del equipo de barrido permite que el cartógrafo recoja lo mejor de ambos campos. Tanto la energía reflejada como la emitida pueden recogerse simultáneamente utilizando un sistema de sensor denominado de barrido multiespectral (MSS=Multiespectral escáner o Barrido de espectro múltiple). Los equipos MSS pueden viajar a bordo tanto de un avión como de una nave espacial. Cada uno de los satélites LANDSAT posee un equipo MSS incorporado. Los LANDSAT 1 y 2 llevan un sistema MSS de cuatro canales con una resolución terrestre de alrededor de 80 m. El LANDSAT 3 incluye un sistema MSS de cinco canales con la misma resolución terrestre pero incorpora una banda térmica 10,4 a 12,6 um. El LANDSAT 4 y 5 utilizan el mismo sistema de percepción TM (Thematic mapper, de 7 canales de operación, 6 de resolución 30 m. y el canal de infrarrojo térmico de resolución 120 m.).

La utilidad de los equipos de barrido, especialmente de los escáneres multicanal, ha quedado probada por muchas explicaciones prácticas, como por ejemplo la identificación de cosechas y vegetales, identificación de las condiciones de humedad del suelo, y la distribución de formaciones rocosas. Las principales ventajas de las de las imágenes multiespectrales para aplicaciones prácticas es que facilita al cartógrafo la utilización de asignaturas espectrales para diferenciar elementos de la imagen.

**PERCEPCIÓN DE MICROONDAS**

La percepción de microondas opera en el espectro electromagnético con longitudes de onda de 0,1 cm. a 100 cm. aproximadamente donde la atenuación atmosférica es insignificante. Estas ondas electromagnéticas son, desde luego, invisibles al ojo humano y se detectan mediante antenas. En estas longitudes de onda más largas, existe muy poca energía disponible, y se necesitan equipos muy sensibles para detectar la energía radiada naturalmente en esta parte del espectro.

Se caracterizan por que pueden penetrar la niebla, la lluvia, las nubes y el humo. Pero también proporciona una visión diferenciada del medio ambiente en comparación con lo sensores de luz o de calor, debido a la longitud de las ondas que se registran.

**PERCEPCIÓN DE MICROONDA PASIVA**

El radiómetro de microondas, un sensor pasivo, depende de la energía emitida, trasmitida reflejada naturalmente desde una superficie. La energía emitida se relaciona con la temperatura, y la energía trasmitida tiene su origen debajo de la superficie de un objeto. Durante las horas de luz diurna existe también un componente de reflexión. Los sensores de microondas pasivos son comparables a los sensores térmicos, excepto en que estos operan en longitudes de onda más largas y perciben mediante una antena en lugar de hacerlo mediante un dispositivo detector sensible al calor.

Puede incorporarse al equipo de scanner un radiómetro de microondas, con una antena de haz estrecho que se desplaza a lo largo de un recorrido transversal a la línea de vuelo. Las señales recibidas se amplían y almacenan en cintas magnéticas. Los ordenadores pueden asignar colores a los diferentes niveles de energía registrada para producir una imagen de falso color, o pueden representarla como lecturas numéricas.

Actualmente, los datos obtenidos mediante microondas pasivas pueden utilizarse para determinar las condiciones de humedad del suelo, ya que un componente de la energía se origina en la superficie. Otras aplicaciones cartográficas posibles incluyen la representación de los mapas de las condiciones de la superficie oceánica, el inventario del contenido de agua de las zonas cubiertas por nieve, la localización de límites hielo-agua, y varios tipos de exploraciones geológicas.

**PERCEPCIÓN POR RADAR**

El radar actúa en la banda de microondas del espectro con longitudes de onda que van aproximadamente desde 1 mm hasta 1 m. y es un sistema activo, suministrando su propia fuente de energía. Estas longitudes de onda proporciona al radar la capacidad de penetrar en las nubes y en la niebla. Como el sistema no depende de ninguna fuente exterior de energía, puede operar tanto con luz diurna como en la oscuridad. Esta capacidad de operar de día y de noche y bajo cualquier condición atmosférica, puede utilizarse provechosamente para la confección de mapas de aquellas partes del mundo donde las condiciones climáticas, han impedido la utilización de la fotografía y algunos otros tipos de instrumentos de sensores.

El formato de la imagen semejante al de las fotografías permite la utilización de muchas de las técnicas de análisis de la fotointerpretación. El radar trasmite una banda particular de energía electromagnética hacia un objeto y detecta una porción de la energía reflejada desde el objeto. Además del establecimiento de direcciones conducentes al objetivo, el sistema determina también la distancia midiendo el tiempo transcurrido entre el impulso trasmitido y el regreso de la energía reflejada. El radar aparece como una nueva tecnología en 1940 como (PPI: Indicador de posición de plano), tiene una antena giratoria que proporciona un barrido de 360 grados. El eco recibido se transforma inmediatamente en un punto de luz sobre un tubo de rayos de rayos catódicos.

Los objetos reflectantes tales como tormentas, aviones o barcos, pueden localizarse en términos de dirección y distancia. Para una percepción más remota y para aplicaciones cartográficas, el PPI carece de la resolución espacial necesaria. Para producir imágenes semejantes a fotografías, e ha desarrollado un sistema denominado radar aerotransportado de visión oblicua, a diferencia de la antena PPI, que barre un círculo completo, la antena SLAR (Side- Lookingn Airbome Radar), cubre un recorrido del terreno perpendicular y lateral a línea de vuelo.

La geometría de imagen SLAR, es diferente tanto de la imagen fotográfica como de la producida por scanner. Cabría esperar algunas semejanzas entre la geometría de la imagen SLAR, pero fundamentalmente la imagen producida por scanner depende de un ángulo de medición, mientras que la producida por radar depende de la distancia. Hablaremos sobre tres aspectos de la geometría de la imagen producida por radar; distorsión de la escala, existencia de desplazamiento del relieve y paralaje.

Distorsión de la escala, el radar utiliza dos tipos de sistemas de registro; el de alcance oblicuo y el de alcance de terreno. El de alcance oblicuo registra distancias y tamaños desiguales de fenómenos que tienen igual tamaño y espacio sobre el terreno, y para utilizar sus datos es necesaria la corrección, para la elaboración planimétrica de mapas. Las aproximaciones del alcance de terreno a partir de los datos del alcance de oblicuidad pueden obtenerse si se supone un terreno plano y se conoce la altura de vuelo del sensor utilizando un mecanismo técnico.

**DESPLAZAMIENTO DE RELIEVE**

El desplazamiento del relieve en la imagen SLAR (Side-Looking Airborne Radar) al igual que en los datos obtenidos por scanner, es unidimensional y perpendicular a la línea de vuelo. El desplazamiento del fenómeno sin embargo, es interior más que exterior a partir de la línea de vuelo, ya que la pulsación del radar encuentra la cúspide del objeto antes de encontrar su base. La señal de la cúspide regresa antes que la señal de la base y se registra dejando el fenómeno recostado hacia la línea de vuelo. Este efecto se denomina “layover (desplazamiento de la zona superior de un cuerpo elevado respecto a su base, en una imagen de radar). Cuando más cerca esté el fenómeno del sensor, mayor será el desplazamiento.

**PARALAJE**

Si se obtiene la imagen de un objeto desde dos posiciones distintas a lo largo de la línea de vuelo, el desplazamiento del relieve provoca paralaje en la imagen. Ello permite el visionado estereoscópico. En el radar, no obstante, debido a que el desplazamiento es interior en lugar de externo, la imagen estereoscópica se toma a lo largo de una línea de vuelo, pero desde dos alturas diferentes. Paralaje es el cambio aparente en la posición de un objeto, o punto, con respecto a otro, cuando se observa desde distintos ángulos, por ejemplo la base y la cima de una montaña.

**SENSORES DE ULTRAVIOLETA**

La percepción en ultravioleta está limitada a las horas de luz diurna ya que dependen de la energía reflejada por el Sol debido al efecto de bloqueo de la atmósfera terrestre, principalmente por la capa de ozono. En consecuencia, los desarrollos en la percepción remota del ultravioleta no han progresado tan rápidamente como lo han hecho en las longitudes de onda más larga. Los equipos scanner pueden utilizarse para detectar y registrar el ultravioleta. Los impulsos pueden registrarse en cinta y utilizarse posteriormente para producir una imagen semejante a una fotografía.

Los sensores lineales consisten en una larga serie de detectores sencillos muy pequeños ensamblados en línea recta y transportados perpendicularmente respecto a la línea de vuelo de aviones o naves espaciales. El sensor lineal de detectores utiliza el movimiento de avance de la nave espacial para barrer toda la escena que debe entrar en imagen. Pueden construirse sensores múltiples donde cada línea de detectores está preparada para percibir una gama infinita del espectro electromagnético. Debido a que se utiliza un circuito de estado sólido, no existen piezas móviles y el peso total es muy ligero. Tales sensores utilizan escasa energía, su fidelidad geométrica es alta, y su expectativa de duración es larga.

**AUTOEVALUACIÓN N° 03**

**Instrucción:** A continuación tiene interrogantes que debes responder, después de leer con paciencia la información de la teoría número 03.

1. Identifica la causa, que permite a los seres humanos escuchar el canto de las aves:

a) Luz solar b) Calor c) Atmósfera d) Aire e) Viento.

2. Identifica al sensor pasivo:

a) Fotografía b) Radio c) Radar d) La lupa e) Termómetro

3 .Reconoce al sensor activo:

a) Radio b) Radar c) Cámara d) Termómetro e) Telescopio

4. Identifica al personaje que por primera vez fotografió un avión:

a) Edwin Rommel b) Law Montgomery c) Wilbur Wright d) Goering Hermann

e) Henry Petain

5. Reconoce el espacio geográfico que administró la primera toma de fotos a través de avión:

a) Sudamérica b) Norteamérica c) África d) Europa e) Oceanía

6. Reconoce las sustancias existentes en la atmósfera:

a) 0zono b) Torio c) Dióxido d) Arsénico e) Sulfuro.

7. Reconoce el primer dispositivo de percepción remota, que el hombre utilizó:

a) Radar b) Fotografía aérea c) Rayos Lazer d) Micrófono e) Telescopio

8. Reconoce el sensor más complejo con que se logra imágenes de mayor fidelidad:

a) Avión militar b) Avión blindado c) Satélite d) Globos e) Supersónico

9. ¿Cuándo aparece la fotografía a color?

a) Primera guerra mundial b) Segunda guerra mundial c) Crisis del 29

d) Cámara kodachrome e) Technos

10. ¿Qué significa un paralaje?

a) Posición inmóvil b) Lugares iguales c) Espacios accidentados

d) Relieve horizontal e) Cambio aparente de posición

11. Porqué la fotografía es un sensor análogo:

a) Registra instantáneamente una escena

b) Explica el origen de los hechos

c) Describe la composición de la atmósfera

d) Relaciona el nivel de los suelos

e) Explica la composición de la banda infrarrojo.

12. Reconoce al sistema de sensor no fotográfico:

a) Planímetro b) Scanner c) Ortofotoscópio d) Estereoscopio e) Microscopio

13. Reconoce el país que puso en funcionamiento al V LANDSAT:

a) Francia b) Perú c) Estados Unidos de América d) Brasil e) México

/ VERIFICA TUS RESPUESTAS /

**TEMA N° 4**

**LAS NUEVAS CUALIDADES CARTOGRÁFICAS**

**ACTIVIDAD N° 04**

**Instrucción: Estudia con atención el material informativo.**

**NUEVAS CUALIDADES CARTOGRÁFICAS**

Hemos iniciado la era de la ciencia. La imagen geográfica del mundo es un asunto de interés general y, por eso, la cartografía no puede seguir anclada en un estado pre científico, pues, la conciencia humana y con ello el desarrollo histórico sufriría una rémora en su evolución. Para ser realmente una ciencia, la cartografía debe cumplir tres requisitos:

-Exactitud,

-Sistematización,

-Objetividad.

Toda cartografía se basa en la red de coordenadas geográficas que utiliza, y si bien “entendidos correctamente, los mapas constituyen ya toda la geografía”, podemos decir, para nuestro consuelo, que entendida correctamente, la proyección es ya todo un mapa. Como hemos visto al repasar la evolución de la imagen geográfica del mundo, todo período histórico importante ha tenido su expresión cartográfica en un nuevo método de proyección.

También hemos podido percibir que la imagen del mundo actual es eurocéntrica y, además, anacrónica, pues se basa en una red cartográfica secularmente antigua, ya desfasada, cuyo mantenimiento ha generado toda una mitología cartográfica.

**CUALIDADES CARTOGRÁFICAS QUE ES POSIBLE LOGRAR**

La base de la nueva cartografía es su red de coordenadas. Debemos partir del hecho de que, al trasladar la superficie de la esfera terrestre al plano del mapa, se pierde irremisiblemente tres cualidades de globo; fidelidad de forma, fidelidad de distancia y fidelidad angular, de donde se sigue que nunca puede darse una concordancia entre superficie terrestre e imagen del mapa. Balser lo formuló en 1951 con toda claridad: “Puesto que son representaciones planas de la superficie del globo, los mapas no pueden nunca perecer a la imagen original”. Si, a pesar de este hecho indiscutible, han de realizare planisferios y mapas parciales del mundo, entonces lo honrado es advertirlo a los usuarios, quienes podrán consultar el globo, si es que quieren informarse de las formas, las distancias o los ángulos, así, también llegarán a enterarse de que tales informaciones no pueden encontrarlas en ningún mapa.

Además, el usuario debe saber qué cualidades pueden mantenerse en un mapa al allanar la superficie de la esfera terrestre, a fin de que él pueda servirse de los mapas que posean estas cualidades. Seguidamente se reseñan las cinco cualidades matemáticas más decisivas, junto con las cinco cualidades principales en el orden práctico y estético.

**1. FIDELIDAD DE SUPERFICIE.**

Se dice que tiene fidelidad de superficie un mapa en el cual dos áreas seleccionadas cualesquiera guardan la misma proporción entre sí que en la superficie terrestre. Expresado matemáticamente; “La distorsión de superficie es igual a cero”. Reproducir las proporciones de la superficie según estas se dan en la realidad, ha de ser una cualidad inexcusable en todo mapa: solo ella hace posible una transmisión fidedigna de las proporciones y del tamaño real del geosistema.

Puesto que la situación y el tamaño son las dos informaciones básicas de un mapa, este, independientemente de cuál sea su contenido, deberá tener siempre fidelidad de superficie. Desde hace tiempo, antes de que en 1805 se conociera esta cualidad cartográfica como tal, existían mapas dotados de esta cualidad, como, por ejemplo, los de Stab-Werner (1514), Sansón (1650) y Bonne (1752). En un artículo escrito en 1805, H.C. Albert, definió la fidelidad de superficie de la proyección llamada de Rigobert Bonne (aunque Guillaume de Testy ya la hubiera utilizado unos 200 años antes que aquel). Con ello, la fidelidad de superficie quedaba precisada como cualidad cartográfica.

Como una persona que durante toda su vida ha hablado en prosa sin saber qué significa “prosa”, así, desde el comienzo de la Edad Moderna, los mejores cartógrafos han elaborado mapas con fidelidad de superficie sin ser en absoluto conscientes de ello; de hecho, solo a partir del Siglo XIX se trabajó afanosa y deliberadamente por lograr mapas con tal cualidad.

Los mapas carentes de fidelidad de superficie vulneran la exigencia de exactitud, porque representan en tamaños diferentes territorios de la superficie terrestre que son igual de extensos. Asimismo, vulneran la exigencia sistemática, por que reproducen las diferentes partes del mundo siguiendo diferentes escalas e impidiendo con ello su comparación. Finalmente, vulneran la exigencia de objetividad, porque hacen imposible la representación paritaria de todos los países del mundo.

**2. FIDELIDAD DE EJE.**

Posee fidelidad de eje un mapa en el cual todos los puntos situados inmediatamente al Norte de un punto cualquiera están representados exactamente en la vertical sobre dicho punto (del mismo modo que todos los puntos situados inmediatamente debajo de este, se presentan exactamente en la vertical bajo dicho punto). La representación veraz del eje Norte-Sur hace posible una orientación inmediata, y por ello es una cualidad cartográfica irrenunciable, también requerida para representar los husos horarios.

El planisferio de Eratóstenes, de hace 2,200 años, ofrecía ya fidelidad de eje, como también posteriormente el de Marino de Tiro, más tarde el de Al Karismi y, finalmente, el de Mercator; es decir, siempre se sentaron con espíritu progresista las bases de una nueva imagen geográfica del mundo.

Sin embargo, en ningún atlas ni en ningún mapa mural de los últimos 400 años encontramos un mapa dotado de fidelidad de eje, a excepción del planisferio de Mercator. Por eso la perduración de este hasta la actualidad manifiesta la imposibilidad de prescindir de tal cualidad cartográfica, aun cuando la cartografía reciente ni siquiera la haya reconocido como cualidad matemática. Los mapas sin fidelidad de eje, al producir erróneamente el eje Norte-Sur, vulneran la exigencia de exactitud.

**3. FIDELIDAD DE POSICIÓN.**

Tiene fidelidad de posición un mapa en el cual todos los puntos situados a la misma distancia del ecuador están localizados en una línea recta que discurre paralela a este. La orientación Este-Oeste se presenta horizontal en toda la superficie del mapa y, junto con la fidelidad de eje, ofrece una fácil orientación. Al estar situados horizontalmente a la misma altura todos los lugares que tienen la misma insolación, los mapas con fidelidad de posición hacen relacionar mentalmente las zonas climáticas.

Y dado que, en definitiva, todos los contenidos de un mapa se relacionan inmediata o mediatamente con el clima, la fidelidad de posición es una cualidad cartográfica general básica que resulta totalmente inexcusable, dictada por las exigencias de exactitud y de objetividad. La fidelidad de eje y de posición requiere una red de coordenadas geográficas rectangular (ortogonal), lo cual viene también reclamado por la cartografía por ordenador.

**4. FIDELIDAD DE ESCALA.**

Posee fidelidad de escala un mapa que expresa numéricamente la proporción precisa entre la imagen (mapa) y el modelo original (Tierra). Queda excluida una escala de distancia, puesto que solo puede ofrecer indicaciones aproximadas. Solo puede ofrecer una escala de superficie un mapa con fidelidad de superficie. Por eso, la fidelidad de escala es una cualidad que presupone la de fidelidad de superficie. Únicamente la nueva cartografía, cuya premisa fundamental es precisamente esta cualidad, hace posible la fidelidad de escala.

La indicación de escala puede ofrecerse de maneras diferentes. Si se quiere dar la relación de ciertas partes del mapa con las partes correspondientes de la superficie terrestre, entonces procede indicar la relación con la realidad de un fragmento de mapa suficientemente pequeño (por ejemplo, 1 cm2 en el mapa equivale a 75,000 km2 en la realidad). Una indicación numérica abstracta (como por ejemplo “Escala de superficie 1:75.000.000”) es menos apropiada para transmitir una idea visualizable de la relación entre mapa y realidad en la escala de distancia.

Si lo que se desea es indicar la relación entre todo el territorio representado en el mapa en cuestión con la totalidad de la superficie terrestre, conviene expresarla mediante un número quebrado (por ejemplo, “El mapa muestra 1/25 de la superficie terrestre”). Las tres indicaciones de escala descritas son exactas, y pueden emplearse conjuntamente en un mapa.

Solo estas indicaciones de escala referidas a la relación de superficie entre mapa y superficie terrestre real cumplen la exigencia de exactitud. El imperativo de ofrecer unas únicas indicaciones de escala precisas no excluye que además, por motivos prácticos, se ofrezcan valores medios de escala de distancia, siempre y cuando estos se denominen como tales, es decir indicaciones de escala aproximadas o promedios.

**5. PROPORCIONALIDAD.**

Es proporcional un mapa cuya distorsión longitudinal en el margen superior es tan grande (o pequeño) como en el margen inferior. En los mapas que incluyen el ecuador, este ocupa el margen del mapa más cercano al mismo. La palabra “proporcionalidad “, indica la “igualdad de proporciones” en el margen superior y en el inferior. De este modo se logra que la distorsión máxima del mapa sea la más pequeña posible.

La distorsión máxima y no la distorsión media, es lo que decide si el usuario percibirá la imagen cartográfica como semejante a la del globo. Reduciendo al mínimo la distorsión máxima, la proporcionalidad hace posible una distribución equitativa de los fallos y, con ello, la mayor aproximación de la imagen cartográfica a la auténtica configuración del geosistema. La proporcionalidad es la quinta cualidad matemática de un mapa que decide sobre su calidad y su utilidad general.

**6. UNIVERSALIDAD.**

Es universal una proyección a través de cuya red de coordenadas geográficas se puede representar cualquier territorio de la superficie terrestre, o bien toda esta en su integridad, y que además es apropiada para todo mapa y para todo uso. Hasta ahora, la falta de esta cualidad ha impedido el empleo general de un único principio de proyección; por eso la vieja cartografía ha utilizado diferentes redes cartográficas según la escala, el contenido o el uso del mapa.

Una proyección concreta, que tenga la cualidad de ser universalmente aplicable para todos los mapas generales, hace que se vuelva superflua la teoría acerca de las propiedades y los tipos de utilización de las redes de coordenadas existentes (teoría de la proyección). Junto a esos mapas generales, existen tanto contenidos determinados como territorios concretos que requieren mapas con propiedades específicas que no son necesarias en las 10 cualidades que estos sí precisan. Así, por ejemplo, la navegación por radio requiere mapas gnómicos en los cuales los círculos grandes se dibujen rectos y un mapa de tráfico aéreo exige una proyección con fidelidad de distancia media que represente exactamente toda las distancias a partir del centro del mapa.

Entre los mapas especiales destacan los de las zonas polares. El nuevo principio de proyección general es también aplicable para representar los territorios del geosistema, incluidos los polos, pero dado que divide estos territorios en dos, es más apropiada la siguiente variante polar de dicha proyección. Se dibuja en un papel un punto que representa el polo Norte o el polo Sur; con el centro en ese punto se traza después un círculo, que denominaremos paralelo 89. Luego igualmente con centro en el punto, se traza un segundo círculo (paralelo 88), cuyo radio se calcula, con ayuda de una tabla elipsoidal, de esta manera: se divide la raíz cuadrada de la superficie de la elipsoide, comprendida entre el polo y el paralelo 88.

La proporción entre ambas cifras corresponde a la proporción del radio de nuestro primer círculo, más pequeño (el paralelo 89), con el radio de nuestro segundo círculo, más grande (el paralelo 88). A continuación, se calcula el radio de los paralelos siguientes, según el mismo procedimiento. Después se trazan los meridianos como líneas rectas que parten del punto polar. Esta variante polar de la proyección Peters posee la cualidad básica de la fidelidad de superficie, junto con un máximo de las cualidades cartográficas.

**7. TOTALIDAD.**

Es total una proyección en base a la cual puede construirse un planisferio que represente la superficie completa del geosistema. Mantener esta integridad es fundamental en una época en la que ya se han explorado y representado cartográficamente todos los territorios del geosistema. La proyección de Mercator ha de desecharse, pues, no representa los territorios polares, que sean explorados en la primera mitad del siglo XX.

Toda proyección desprovista de esta cualidad fundamental para un planisferio no debería utilizarse para mapas parciales, a fin de poder unificar el método de proyección en las obras cartográficas.

**8. SUPLEMENTARIEDAD.**

Posee suplementariedad todo planisferio del que puede separarse un continente situado junto al margen izquierdo para añadirlo al margen derecho o viceversa. Esta cualidad permite que Europa y África sean desplazadas del centro sin complicaciones, para, dado el caso, situar en éste América o Asia oriental. Esta posibilidad de componer el mapa a voluntad sin modificar la red de coordenadas geográficas es muy valiosa, aunque solo sea como patrón mental. Así, nos concienciamos del hecho de que la colocación de los continentes en un planisferio no está dictada por la naturaleza.

Además, la forma de los países, continente y mares permanece igual sea cual sea la forma en que dispongamos el planisferio, lo cual es importante en la era de la comunicación mundial (TV). Por último, la suplementariedad simplifica sensiblemente el trabajo de los institutos cartográficos, pues gracias a ella todos los materiales disponibles pueden acoplarse y completarse, lo cual resulta de hecho imposible con los actuales mapas de red curva.

En la era de la información no puede renunciarse a la red ortoédrica de la nueva proyección, pues el dibujo de los mapas se realiza cada vez más por ordenadores, cuya técnica se basa en el sistema cartesiano de coordenadas que se cortan en ángulo recto.

**9. CLARIDAD.**

Se dice que posee claridad un mapa cuyas formas se asemejan lo más posible a las formas del globo terrestre, es decir, en el que ningún país, continente o mar se encuentran deformados por una distorsión de grado extremo. Una imagen cartográfica clara se reconoce por sus proporciones armónicas y estéticas y resulta fácilmente comprensible gracias a sus dimensiones prácticas.

Además, sobre ella puede trazarse fácilmente la necesaria red de coordenadas geográficas, la cual, por ser ortoédrica, excluye las distorsiones oblicuas y los aplastamientos que tanto dificultan la claridad de un mapa.

**10. ADAPTABILIDAD.**

Posee adaptabilidad la proyección que puede adaptarse a las exigencias concretas de los contenidos generales de un mapa. Esta cualidad es irrenunciable, porque gracias a ella es posible incluir el factor subjetivo en el marco de un único principio universal de proyección.

El objetivo de dicho tipo de proyección es, ante todo, ofrecer al cartógrafo un margen de libertad de decisión al elaborar los mapas concretos, impidiendo de este modo que las restantes cualidades se logren a costa de una representación inflexible. Tal espacio libre resulta posible y, a la vez, está delimitado por la exigencia de mantener las otras nueve cualidades expuestas.

**CONJUNCIÓN DE ESTAS CUALIDADES EN UNA PROYECCIÓN**

Nadie podrá considerar secundaria o superflua una sola de estas cualidades cartográficas. Por ello, el objetivo de la nueva cartografía es unificar todas en un solo principio de proyección. Solamente en el único y concreto supuesto de que unas de estas cualidades resulta incompatible con alguna de las otras, habría que sopesar para que escala o contenido es más importante cada una de ellas.

De todas formas, hay que tener en cuenta que, de hecho, es posible y, por lo tanto, obligado conjuntar las diez cualidades en una misma proyección y, por lo tanto, aplicar esta como principio de confección de cualquier mapa general.

**PRINCIPIOS EN QUE SE BASA LA NUEVA PROYECCIÓN**

En el año de 1967, se publicaron los fundamentos matemáticos de este principio de proyección universal (proyección Peters), que fueron presentados en 1974 a la Sociedad Cartográfica Alemana. En 1980 Walter Buchholz publicó la fórmula completa y exacta con su derivación, y la presentó al congreso alemán de cartografía de Coblenza. Lo decisivo es que no solo un cartógrafo, sino también un profesor de geografía, o incluso un escolar sin elevados conocimientos matemáticos que posea una escuadra y una tabla elipsoidal (por ejemplo, la de Bessel), pueden construir una red de coordenadas geográficas para un uso determinado, bien sea para una parte concreta de la superficie terrestre, o bien para toda ella.

Las cualidades 2, 3, 5, 8 y 9 requieren una red cartográfica ortoédrica que se inicia así; partiendo de una determinada línea horizontal (línea básica), se trazan dos líneas rectas perpendiculares y distantes entre sí. Trazando una paralela a la línea básica, se puede completar el primer rectángulo plano si se conoce la proporción entre su base y su altura.

La base más cercana al ecuador de este primer rectángulo es a su altura como a la superficie del sector elipsoidal más alejado del ecuador es a la superficie del sector elipsoidal más próximo al ecuador. Dado que las cualidades 1, 4, y 6 presuponen la fidelidad de superficie, los siguientes rectángulos planos construidos sobre el primero tendrán también fidelidad de superficie, es decir, la proporción entre la altura del rectángulo plano y la línea de base resulta de la proporción de la superficie elipsoidal correspondiente con la superficie elipsoidal del primer rectángulo.

Todos los rectángulos planos comprendidos entre dos paralelos son iguales. Con ello queda definida la red de coordenadas geográficas. Si el mapa se extiende más allá del ecuador, no hay más que reproducir hacia el sur la red creada. Si se desea establecer la posición precisa de lugares concretos sobre el mapa, se puede utilizar la fórmula que se indica a continuación. En esta proyección, 8 de las 10 cualidades resultan compatibles, independientemente de la superficie terrestre que represente el mapa elaborado. Además, garantiza otra cualidad, la totalidad, puesto que este principio de proyección lleva a “latitudes decrecientes”, es decir, que se aproximan cada vez más en los polos, al contrario que la proyección de Mercator, que conduce a “latitudes crecientes”, que en el polo se pierden hacia el infinito. Queda la inclusión de la décima cualidad, la adaptabilidad.

**EL FACTOR SUBJETIVO**

Dicho factor consiste en la posibilidad de modificar la proyección por motivos prácticos o estéticos, adaptándola mejor al contenido concreto de un mapa; es decir, de introducir un elemento subjetivo de valoración. Así como las primeras nueve cualidades cartográficas se alcanzan siguiendo el principio matemático de construcción de la red de coordenadas, la décima cualidad debe lograrla el cartógrafo por decisión propia.

La adaptabilidad es la posibilidad de adecuar la red de coordenadas matemáticamente calculada. También es cierto que dicha cualidad puede alcanzarse no solo adaptando la red, sino precisamente renunciando a toda adaptación; por lo tanto, el cartógrafo, antes de plantearse cómo debe adaptar el mapa, tiene que probar si existen razones para representar algunas partes del mismo más fieles a la realidad de lo que favorece el principio de la construcción en sí, puesto que este tiende a minimizar errores (cualidad de proporcionalidad).

El cartógrafo deberá ponderar si para favorecer estas partes especialmente importantes del mapa, otras partes han de ser descuidadas. Si se aplica el principio de construcción de una manera estricta, es posible que se vulnere la armonía interna y externa del mapa, lo cual puede remediarse gracias al principio de adaptabilidad. Por lo general, no será necesario ni deseable llevar a cabo una modificación, pero si esta se requiriese, sería fácil concebir cómo podría realizarse: la red de coordenadas está matemáticamente definida.

Si no se quiere prescindir de una de las diez cualidades cartográficas fundamentales, cuya conjunción constituye precisamente el núcleo del nuevo principio universal de proyección, entonces solo será posible adaptarla al mapa en cuestión modificando una premisa matemática. Se trata de alterar el rectángulo elipsoidal más próximo al ecuador y/o el más lejano, que ha sido tomado como base del cálculo, y con él, el rectángulo plano correspondiente.

Al aproximarse los dos planos de referencia, una parte del mapa pierde la minimización de errores que compartía hasta entonces con el resto; ello se debe a que dicha parte del mapa se encuentra ahora fuera de los planos de referencia, que antes de la modificación se correspondían con las márgenes superior e inferior. La superficie del mapa fuera de dichos planos de referencia muestra ahora necesariamente una distorsión más acusada que la comprendida entre ellos.

Este sacrificio de la proporcionalidad (quinta cualidad cartográfica fundamental) en una parte de la superficie del mapa es admisible e incluso obligado, si de este modo mejora sustancialmente la distribución y la minimización de distorsión en la parte del mapa comprendida entre los dos planos de referencia. Tal medida es recomendable, puesto que básicamente las cualidades matemáticas también se siguen conservando en la parte del mapa que ahora resulta más distorsionada.

Sin modificar el principio de elaboración de la proyección, un mapa de Europa desde el paralelo 35 hasta el 71 no resulta muy parecido a la imagen continental con la que nos hemos familiarizado a través del globo. Hay que tener en cuenta que, en general, el observador extrae de manera fragmentaria su percepción de parecido, o no, de un mapa con la realidad del geosistema, es decir, sumando partes de esta con las que se ha familiarizado.

La imagen geográfica del geosistema así adquirida está mucho más anclada en nuestra conciencia que la percepción fidedigna de la realidad; en consecuencia, si a la hora de confeccionar un mapa adoptamos como objetivo decisivo lograr la mayor sintonía posible entre el mapa y la percepción del espectador, y no tanto entre aquel y la realidad, entonces habrá que sacrificar el norte de Escandinavia por encima de Helsinki, Oslo y Estocolmo, y desplazar el plano de referencia superior del paralelo 71 al 60.

Con ello, la imagen de la península Ibérica, antes muy distorsionada, mejoraría tanto que podría afirmarse que la distorsión de las penínsulas meridionales europeas le parece ahora al observador tan grande como la de Escandinavia, a pesar de que esta es matemáticamente ahora mucho más acusada. Si se quiere mejorar aún más el parecido de la forma de la península Ibérica, puede desplazarse todavía más al Sur el plano de referencia nórdico, por ejemplo, el paralelo 60 al 55; en ese caso, toda Escandinavia queda fuera de la zona comprendida entre los planos de referencia.

El cartógrafo puede, pues, elegir entre varias imágenes cartográficas; debe decidir si, para lograr un perfil de la península Ibérica lo más parecido posible a la imagen del globo, ha de descuidar parcial o sensiblemente la representación de Escandinavia. De hecho, la parte septentrional de Europa está mucho menos fijada en la conciencia general, y por eso su distorsión, aunque sea acusada, despierta menos extrañeza que si se desfigura fuertemente España.

Evidentemente, se plantea la misma cuestión en relación a la Europa meridional, cuyo margen inferior suele dibujarse en el paralelo 34 o en el 36, si Chipre y Creta se consideran incluidas en Europa. En cambio, si solo se incluyen España, Grecia hasta su punto más meridional e Italia con Sicilia, entonces quedan fuera del margen meridional ambas islas y, por lo tanto, se distorsionan más. Todo desplazamiento arbitrario del margen inferior tiene consecuencias en el superior, y viceversa. Por lo tanto, tal posibilidad ha de subordinarse a los otros aspectos que caracterizan un mapa.

**APLICACIÓN DEL NUEVO PRINCIPIO DE PROYECCIÓN AL PLANISFERIO**

Si las apreciaciones estéticas, psicológicas, matemáticas o geográficas del cartógrafo son decisivas a la hora de modificar algunas partes del mapa, al modificar el planisferio se plantea directamente la cuestión de ofrecer una nueva imagen geográfica del mundo. Cuando se elabora un planisferio siguiendo el principio de construcción basado en las nueve cualidades expuestas, la zona ecuatorial se desfigura hasta el punto de quedar irreconocible y las zonas templadas no tienen ningún parecido con la imagen del globo.

Por eso he desplazado en mi planisferio la línea de referencia del punto norte al paralelo 60. Con ello, las zonas templadas aparecen representadas prácticamente igual que en su forma real, lo cual sigue el principio geográfico básico de representar lo más fielmente posible los territorios más densamente poblados, pero en cambio las zonas ecuatoriales situadas en medio del mapa siguen apareciendo con importantes distorsiones. El precio de esta solución es que los territorios entre los paralelos 60 y los polos se presentan peor, y las zonas comprendidas entre los círculos polares y los polos son las más distorsionadas. Por lo tanto, al procurar armonizar la imagen cartográfica con nuestras percepciones geográficas, nos alejamos de la distribución matemática de distorsiones; en efecto, el centro aritmético no coincide ya con el “centro geográfico”.

En resumen, solo agotando las posibilidades de adaptabilidad de un planisferio puede construirse este de manera que en él se aúnen las nueve cualidades básicas irrenunciables y, al mismo tiempo, su imagen sea acorde con la del globo y con la idea que generalmente tiene la gente. El planisferio así elaborado (proyección Peters) no será nunca percibido como extraño a causa de la distorsión de los territorios polares, sino únicamente por la distorsión de las zonas intertropicales, aun cuando ésta en ningún momento supere la relación 1:2. Por el contrario, si comparamos los territorios europeos de la proyección Peters, que se hallan prácticamente carentes de distorsión con los de la proyección de Mercator, en esta última dichos territorios alcanzan una distorsión de 1:4, sin que tal representación haya despertado nunca ninguna extrañeza.

La polémica en torno a la proyección Peters es expresión de la polémica de nuestro tiempo en torno a una nueva imagen del mundo. Desde el momento de su aparición el nuevo planisferio, ha sido reproducido millones de veces. El hecho de que se haya abierto paso también en Europa demuestra claramente la predisposición general de apertura a la nueva imagen geográfica que ofrece tal planisferio.

Este planisferio también es correcto desde el punto de vista matemático, si se acepta el principio de hacer prevalecer los territorios más poblados sobre los menos poblados. Las distorsiones inevitables están tan distribuidas en la proyección Peters, que la distorsión ecuatorial de 1:2 solo se vuelve a alcanzar más allá del paralelo 60, mientras que las zonas templadas, las más densamente pobladas, se presentan casi completamente libres de distorsión.

**LA CUESTIÓN DE LA OBJETIVIDAD**

La era de la ciencia, en la que ya hemos entrado, se basa en la objetividad, es decir, en una observación imparcial de la realidad por encima de la impresión subjetiva del individuo. Para captar en toda su profundidad tal cambio de perspectiva que, por supuesto, también afecta a nuestra imagen geográfica del mundo, hemos de mirar retrospectivamente. Hasta hoy nos ha resultado completamente natural una imagen subjetiva del mundo; en el centro de los primeros planisferios aparecen representado con toda normalidad aquellos territorios donde nacieron dichos mapas: Asia Menor en el planisferio realizado por el filósofo griego Anaximandro de Mileto, Mesopotamia en otro planisferio de aproximadamente la misma antigüedad.

También los mapas del geosistema elaborados en las décadas ulteriores situaban Grecia o Asia Menor en el centro. Tal ordenación del resto del mundo conocido en torno a la propia patria no era, entonces, producto de ideología alguna: la concepción geográfica del mundo, como la religiosa era, sencillamente, ingenua y, además, refleja la inmediata vivencia del mundo que se tenía; puesto que el ámbito de territorios conocidos era aproximadamente igual de extenso en dirección a todos los puntos cardinales, la gente se imaginaba que los confines del mundo debían de hallarse por todas partes más o menos a la misma distancia de su ciudad.

Así se continuó en los mapas romanos, en los que, por su puesto, Roma estaba en el centro, a no ser que, como en el caso del de Tolomeo, se elaboraran en Egipto, con lo cual en centro del mapa se desplazaba consecuentemente hacia el este. Después, la Edad Media cristiana emplazó Jerusalén en el centro, mientras que los árabes situaban en este La Meca. De este modo se llegó a un momento ideológico: en el centro del mapa ya no se encontraba como hasta entonces la propia patria, sino aquella parte del mundo alrededor de la cual, en sentido ideológico y religioso, se consideraba que giraba el resto.

En aquella época, también China se autodenominó “Imperio Central”. La última expresión de esta imagen subjetiva del mundo es el planisferio eurocéntrico, tal y como Mercator lo realizó al comienzo de la era de la hegemonía europea mundial. No existe ningún indicio de que Mercator hubiera realizado su planisferio guiado por intensiones ideológicas: más bien todo parece indicar que albergaba la vieja concepción ingenua de que Europa se situaba en el centro del mundo, y en base a ella realizó su mapa.

Está fuera de duda el hecho de que, en los siglos siguientes, esa imagen eurocéntrica del mundo basada en Mercator se ha ido reconociendo como una distorsión subjetiva: sin embargo, este proceso de toma de conciencia fue de sobra compensado por otro; la europeización del geosistema. A medida que las potencias europeas fueron dominando el mundo, divulgaron su religión, su filosofía, su moral y, con ellas, su concepción geográfica, de tal mundo que, tras 400 años de dominio colonial, los mapas europeos entendieron por doquier su visión eurocéntrica del mundo.

Pero no se había ganado en objetividad. Sea que se impuso por la fuerza una imagen geográfica eurocéntrica del mundo a la mayor parte de los países extra europeos, o bien sea que, debido a la superioridad de la cartografía europea, se adquirió tal imagen a través de la divulgación del planisferio de Mercator, en cualquier caso su imagen del mundo seguía siendo subjetiva. Por este motivo, en la era poscolonial se hace absolutamente necesario superarla, pues todos los pueblos son iguales.

Esta exigencia de la historia no viene solo dictada por la política, sino también por la irrenunciable objetividad que reclama la era de la ciencia, y con ella, la cartografía. Es evidente que nuestra época reclama una proyección paritaria que sea universalmente utilizable, y a partir de la cual se construya un planisferio que configure la nueva imagen geográfica del geosistema.

Reconocidas tales exigencias, hace ya más de una década se ha planteado la cuestión de su viabilidad. La imagen geográfica del mundo objetiva, la ofrece la proyección aparecida en 1974, que yo denominé “ortogonal” y que, siguiendo la antigua costumbre de los cartógrafos, pronto fue conocida por el nombre de su autor (proyección Peters).

**AUTOEVALUACIÓN N° 04**

**Instrucción:** Responde las siguientes preguntas:

1. Para que la cartografía tenga el rango de ciencia, que cualidad debe utilizar:

a) Exactitud b) Dependencia c) Participación d) Compleja e) Libre

2. Qué indica el término proporcionalidad:

a) Igual relación b) Igualdad proporcional c) Mapa idéntico

d) Cartografía ortogonal e) Mapas singulares

3. Igualdad cartográfica que expresa semejanza:

a) Universalidad b) Suplementariedad c) Claridad d) Adaptabilidad e) Totalidad

4. Año en que se publicó la proyección de Peters:

a) 1900 b) 1980 c) 2000 d) 1967 e) 1492

5. Reconoce la tendencia que busca el uso del factor subjetivo en la proyección cartográfica:

a) Facilita el trabajo cartográfico b) Orienta la proyección c) Desarrolla nueva cartografía d) Adecúa mejor el planisferio e) Posibilidad de modificar la proyección

6. Reconoce el factor que la sociedad medieval consideró al Asia Menor en el centro del planisferio terrestre:

a) Factor religioso b) Factor político c) Concepción geográfica

d) Influencia cultural e) Desarrollo de la civilización

7. Reconoce el motivo por el que el planisferio se confeccionó con tendencia a la objetividad:

a) Concepción patriótica b) Imagen subjetiva c) Orientado al mundo europeo

d) Por adelanto de la tecnología e) Influencia del poder político

8. Explica los motivos de la europeización de los planisferios:

a) Grandes inventos geográficos b) Desarrollo de la cartografía c) Dominio del mundo por las potencias europeas d) Adelanto cultural de los ingleses

e) Poder económico y social de los ibéricos

9. Qué originó la consolidación de la concepción geográfica del viejo mundo:

a) Adelanto tecnológico b) Crecimiento demográfico c) Dominio de la nobleza

d) Europeización del geosistema e) Grandes inventos

10. Porqué se argumenta que estamos en la era de la ciencia:

a) Grandes inventos b) Crecimiento tecnológico c) Hombres probos

d) Mejores niveles de vida e) Construcción del planisferio ortogonal

/ Revisa tus respuestas /

**TEMA N° 05**

**CARACTERÍSTICAS DE LA NUEVA CARTOGRAFÍA**

**ACTIVIDAD N° 05**

**Instrucción: A continuación tienes una información que debes leer con mucho cuidado, para tener la seguridad de responder el cuestionario adjunto.**

**CARACTERÍSTICAS DE LA NUEVA CARTOGRAFÍA**

Si bien ha llegado a ser también una ciencia, la cartografía sigue siendo un arte. En ella se aúnan dos aspectos esenciales; la exigencia de una total veracidad y la de una determinada estética acerca de cuyas normas podría escribirse todo un libo. Hasta ahora hemos considerado el aspecto científico de la cartografía dejando de lado los problemas específicos de confección, a pesar de la considerable importancia que tienen. Sin embargo, debido a la interrelación y la interdependencia que existe entre la teoría científica cartográfica y la elaboración práctica de mapas, es de todo punto indispensable que tratemos a continuación algunas cuestiones que afectan a ambos aspectos.

**NUEVO MERIDIANO 0°**

Cuando, en 1884, se fijó como punto de referencia internacional o meridiano 0° el que pasaba por el observatorio astronómico de Greenwich, se dio un paso adelante en relación a la situación anterior, caracterizada por un gran desconcierto mundial, pues casi cada país disponía de su propio observatorio astronómico (París, Copenhague, Atenas, Oslo, Washington, Púlkowo, Santiago) como punto de referencia para la localización de lugares.

Sin embargo, cuando los europeos declararon de carácter obligatorio general la fijación del meridiano 0° en el observatorio del país colonial más poderoso, con ello no dotaron al suburbio londinense de Greenwich de ningún valor objetivo. El vigor de esa decisión arbitraria y eurocéntrica no puede perdurar ya mucho o más tiempo, porque la era de la hegemonía europea ya ha pasado, y porque además existe un lugar que tiene un valor objetivo para situar en él meridiano 0°; la línea de demarcación de fecha. Allí donde comienza a contarse el día, deben también comenzar a contarse los meridianos.

Desgraciadamente, a causa de la injustificada elección de Greenwich, todavía hoy la línea de demarcación de fecha está trazada también de manera arbitraria, en función del meridiano 0° y, por lo tanto, deberá ser desplazada cuando este se modifique.

**NUEVA LÍNEA DE DEMERCACIÓN DE FECHA**

Hoy en día, la línea de demarcación de fecha se localiza a 180 grados al este y al oeste de Greenwich, es decir, en el meridiano diametralmente opuesto al meridiano 0°. Esta línea se extiende, por lo tanto, sobre el continente asiático, pero dado que hay que evitar en lo posible que la línea de demarcación de fecha atraviese territorios habitados, se ha desplazado casi 1,000 km por ambos lados. Así hoy se extiende partiendo del estrecho de Bering, al oeste de las islas Aleutianas, después sobre el meridiano 180° hacia el sur, e inmediatamente se desplaza de nuevo al sur del ecuador, formando un gran arco de 4,000 km para no atravesar las islas Fiji ni las islas del sur del Pacífico pertenecientes a Nueva Zelanda. Semejante línea deja de estar justificada en cuanto se prescinde de Greenwich como meridiano 0°. La nueva frontera horaria se situaría entonces en el lugar del geosistema que se presta naturalmente a ello: el centro del estrecho de Bering, el único punto del geosistema en el que la línea de demarcación de fecha no atravesaría un continente, ni tampoco Islandia o Groenlandia, ni tendría que serpentear a través del mar, como sucede hoy.

Por lo tanto, la línea de demarcación de fecha encuentra su emplazamiento natural pasando a través del estrecho de Bering; consecuentemente, lo lógico es situarla allí, y así, se ha he hecho en el planisferio aparecido en 1974. La elección de esta línea, que dos tercios de la población mundial habrán de considerar la mejor demarcación posible, es acorde con los datos geográficos objetivos.

**NUEVA RED DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS**

Al comienzo de la cultura humana, surgió el sistema decimal, basado sin duda en el hecho de que el ser el humano empezó a contar partiendo de los diez dedos de las manos. Vinculados a la observación astronómica sistemática, se desarrolló posteriormente el pensamiento matemático. Este produjo dos sistemas de contabilidad que evolucionaron conjuntamente y compitieron entre sí. Hace más de 4,900 años surgió en la India un sistema de contabilidad, basado en el número dos, en el que hoy se fundamenta el sistema informático llamado binario.

Simultáneamente se desarrolló en Mesopotamia el sistema sexagesimal, basado en el número sesenta, que hoy se sigue utilizando para la medición temporal (60 minutos, 60 segundos) y en geometría (6 x 60 = 360 grados = circunferencia). En la matemática, este sistema se fue imponiendo desde que en la India se inventó el cero y Al Karismi desarrolló a partir de este, en Arabia, el sistema decimal, es decir, hace casi 1,200 años. A partir de entonces, en casi todos los países del mundo la medida, el peso, la moneda, se basan en el sistema decimal.

A causa de su estrecha vinculación con la geometría, la cartografía se orientó en sus comienzos hacia el sistema sexagesimal. Hace unos 2,000 años, Hiparco dividió al geosistema en 360 segmentos (meridanos), en base a los 360° de la circunferencia. No obstante, dado que la cartografía ya no se proyecta geométricamente, sino que se construye matemáticamente, lo lógico es que se apoye en el sistema decimal propio de la aritmética.

Por otra parte, desde el comienzo de nuestro siglo, también la geometría ha iniciado intentos prudentes de adaptarse al sistema decimal, a partir de la medición del ángulo recto en 100° en vez de 90°. En 1921 explicaba Eckert que la gran Corte de Francia oficial se basaba en un ángulo recto dividido decimalmente. En Alemania también se está buscando desde hace más de 50 años la adaptación de la medición angular al sistema decimal.

De todos modos, la cartografía no necesita de esperar que la geometría logre esta adaptación. Como ciencia autónoma, tiene la libertad de adelantarse a la geometría, tanto más cuanto que sus fundamentos matemáticos se han ido orientando progresivamente según la aritmética. Por estas razones, la nueva cartografía debía construir sus redes de coordenadas geográficas en base al sistema decimal.

El hecho de que también nuestros relojes sigan apoyándose en el sistema sexagesimal (12 horas de 60 minutos de 60 segundos) no es una excusa para que los cartógrafos se mantengan fieles a la vieja red de coordenadas geográficas, sino una motivación para introducir lo más rápidamente posible la red de coordenadas decimal. Y, puesto que existe una conexión natural entre la contabilización del tiempo y la red de coordenadas geográficas, quizá también de este modo se acelerará la adaptación de nuestros relojes al sistema decimal.

**NUEVA REPRESENTACIÓN DEL RELIEVE**

Un punto de la superficie terrestre no queda suficientemente localizado al precisar su posición longitudinal y latitudinal, pues junto a estas la altitud constituye una tercera coordenada. La altitud es la distancia entre un punto y la altitud media de la superficie marina. Puede objetarse que la posible diferencia de altitud en la superficie terrestre oscila solo unos 20 km, de los cuales más de la mitad se sitúan por debajo de la superficie marina. De hecho, la oscilación de altitud es tan nimia que el monte más alto del mundo representado a escala en un atlas ni siquiera llegaría a alcanzar el grueso de la página de un libro.

Sin embargo, para el ser humano y para sus condiciones de vida, esa diferencia de altitud tiene una importancia capital, y para el usuario de un mapa la precisa indicación de altitud de cada punto del geosistema es una información básica indispensable. La indicación de altitud es, junto con la división entre tierra y agua, la base de los mapas físicos, los cuales, por su parte, son la base de toda geografía.

No obstante, la representación de la estructura del relieve constituye para el cartógrafo una empresa problemática, pues la superficie terrestre, que es tridimensional, solo puede representarse por asociación en un mapa, que es siempre bidimensional. Si se prescinde del llamativo método de reproducir la superficie terrestre en un modelo plástico con relieves y luego realizar la réplica cartográfica de este modelo a través de fotografías (técnica de relieve), al cartógrafo solo le quedan dos caminos para realizar esta tarea: colorear los diferentes niveles de altitud del relieve (y así el uso ininterrumpido de mapas llevará a asociar ciertos colores con determinadas altitudes), o bien marcar las pendientes con tonos claros y oscuros (sombreado).

En principio, ambos métodos pueden emplearse a un tiempo, pero entonces se estorban uno al otro. En la técnica del coloreo, la elección de los tonos es importante, dado que la asociación de ideas se ve favorecida si el color natural del terreno representado se corresponde con el del mapa. En Europa, las llanuras son fértiles y, por tanto, verdes. Por encima del límite de vegetación, los montes suelen aparecer representados en tonos marrones. La coloración verde-marrón del relieve (junto con el blanco que aparece coronando las cumbres de las altas montañas) domina el período europeo de la cartografía.

Sin embargo, fuera de Europa las llanuras frecuentemente no son verdes y fértiles, sino amarillas (desiertos), pardas (estepas) o blancas (cubiertas de nieve). Por lo tanto, la coloración verde-marrón de su forma originaria no se adapta a la imagen geográfica del mundo universal, de nuestra época. En los últimos 40 años, diversas publicaciones han intentado introducir en lugar de los mapas físicos, mapas que muestran la ocupación del suelo. Evidentemente, tales mapas contienen informaciones interesantes, sobre todo en relación a la utilización agrícola del suelo.

No obstante, tales datos (lo mismo que, por ejemplo, la densidad de la población, la riqueza del suelo, el nivel de vida, la educación, la mortalidad, la proporción de ingresos) no pertenecen a la información geográfica de base: son informaciones temáticas como otras tantas, que se incluyen o se desechan según la intensión del autor o los intereses de los lectores. En consecuencia, los mapas de la ocupación del suelo, al menos en su forma originaria, no pueden sustituir a los mapas físicos, los cuales son y deben seguir siendo el fundamento de toda información geográfica, incluida la geografía humana, la antropológica y la económica. Por ello la nueva cartografía mantiene el mapa físico como la información geográfica fundamental y se propone encontrar para este una forma de representar el relieve que sea veraz y universalmente válida.

Al reducir estrictamente el mapa físico a la representación de la condición natural de la superficie terrestre, se logra no solo exactitud y universalidad, sino también un requisito esencial para la nueva cartografía: la claridad inequívoca en la información. Los datos de altitud se fusionan en la nueva representación del relieve con los de la ocupación del suelo, configurando así el nuevo mapa físico de forma muy bella.

En nuestra época la educación se está generalizando con rapidez, la gente tiene hambre de saber y los mapas deben ser de lectura fácil, comprensibles para todo el mundo. Para lograr este objetivo es imprescindible que los datos del mapa sean claros, y esto solo es posible si cada mapa temático se limita a ofrecer información sobre un único asunto. De este modo se ahorrarán malentendidos, prácticamente inevitables cuando en un mismo mapa convergen diferentes temas. Por ejemplo, en el atlas DTV de historia mundial, tomo I, se presentan en un mismo mapa la expulsión de los judíos de Europa central y la difusión de la peste con el cual se insinúa una relación entre ambos datos.

Por lo tanto, la exigencia de reducir cada información cartográfica a un único tema es una ley de la objetividad que exige la era de la ciencia, de la cual se sigue necesariamente la siguiente cualidad de la nueva cartografía.

**NUEVO EMPLEO DE LOS COLORES**

En los mapas políticos, la aplicación del mismo color a un país expresa en primer lugar que este es una unidad administrativa. Si ordenamos los países según los colores, se señaliza y hace visible su homogeneidad administrativa. Esta utilización del color surgió en la era del dominio colonial europeo, cuando hace 300 años el pedagogo alemán Johannes Hubner dejó de aplicar un color diferente para cada ducado o provincia, y coloreó con el mismo tono los diferentes estados y, naturalmente, sus territorios coloniales en el mundo; así se podía apreciar de una sola mirada la extensión que cada territorio europeo había sometido, dominaba y explotaba en el resto del mundo.

Hasta los años sesenta del siglo XX, esta coloración de los mapas políticos ha aportado una información relevante. No obstante, hoy en día, dado que los países extra europeos son políticamente autónomos, ya no tiene sentido que por ejemplo la India, Canadá y Australia sigan siendo representados con el tono rojo de Inglaterra, solo porque estos países fueron una vez colonias británicas. Más aún: esa coloración colonial mantiene vivo el recuerdo de un período doloroso de la historia de la humanidad. Por lo tanto, en nuestra nueva era poscolonial necesitamos colorear de otra manera nuestros mapas políticos.

El progresivo sentido de identidad entre las poblaciones de Europa, Asía, Australia y América, así como su base geográfica común, sugiere colorear cada uno de estos continentes a partir de un tono base, pero, dado que los continentes todavía se componen de estados soberanos, resulta indicado diferenciar estos entre sí mediante diferentes intensidades del color base. El colorido variopinto de los antiguos mapas, que correspondía a una necesidad de información en la era de la hegemonía europea sobre el mundo, debe dejar hoy en día paso a una imagen de este según colores continentales armónicamente graduados.

Los mapas temáticos también deben evitar un cromatismo excesivo. Puesto que las técnicas modernas de impresión permiten aplicar docenas de matices cromáticas suficientemente diferenciados y, por tanto, capaces de sumarse armónicamente, conviene utilizar en la mayoría de los mapas un tono base único con múltiples variaciones. La mayor claridad u oscuridad del color proporciona así la sensación de la suavidad o intensidad del fenómeno representado (por ejemplo, densidad de población, infra-alimentación, riqueza).

Si el contenido de un mapa exige que aparezcan diferentes datos unos junto a otros, es oportuno utilizar un número adecuado de tonos básicos diferentes; no obstante, debe recurrirse a ello solo cuando se quiera comprar y contrastar informaciones, puesto que para que los mapas sean claros se requiere que se realice uno para cada tema.

**NUEVOS ATLAS**

Hace 1800 años, Tolomeo reunió en su Geographia una serie de mapas, pero solo 1400 años después Mercator creó lo que hoy denominamos atlas: un libro cuyos mapas forman un conjunto que ofrece una imagen de nuestro mundo. Mercator dio a la nueva obra un nombre también nuevo “Atlas”, inspirado en un personaje de la mitología griega, hijo del geosistema (Gea) y del cielo (Urano). Mercator eligió este personaje como símbolo para su obra cartográfica porque además, según la mitología, Atlas sostiene sobre sus hombros la bóveda del cielo. El atlas de Mercator se proponía, por lo tanto, mostrar un panorama del mundo.

Y, ¿Cómo era la imagen del mundo de Mercator? El primer tomo está formado por 51 mapas de Alemania, Bélgica y Francia; el segundo, por 21 mapas de Italia, los Balcanes y Europa oriental; y el tercero, por 18 mapas de Inglaterra, Escandinavia y el territorio polar. Esta era la imagen que se tenía del mundo en el siglo XVI. Los territorios extra europeos habían sido descubiertos, conquistados y explotados, pero no pertenecían al verdadero mundo, sino que debían ser representados lo más exactamente posible en las cartas de navegación (también en la proyección de mercator), para que se pudiera dar con ellos.

Sin embargo, esa parte de mundo no era digna de ocupar siquiera una sola página en su atlas, puesto que este representaba el “auténtico” mundo. Cuando, hace 150 años Adolf Stieler creó un nuevo tipo de atlas, este sostenía también algunos mapas de los restantes continentes, como correspondía la imagen del mundo propio del siglo XIX, en el cual Europa alcanzó el cenit de su poderío. Y así ha permanecido la estructura de nuestros atlas hasta hoy.

Más de la mitad de los mapas representan los países del continente europeo, es decir, de solo 1/16 de la superficie continental del geosistema. Un país como Suiza, de 41,000 km2, ocupa él solo una página doble, porque tiene la fortuna de hallarse en Europa. A países 10 veces más extensos, como Camerún, de 475,000 km2, hay que buscarlos en un mapa general de “África” o de “África central”. Ni siquiera un país 200 veces más grande, como Brasil, de 8.512.000 km2, es representado nunca en una doble página propia, sino en un mapa general de “América del Sur”, junto a una docena de estados, o bien se le divide en dos partes correspondientes a dos mapas parciales de América del Sur.

Los países extra europeos se representan a escala menor que los europeos, y nunca se muestran para ser observados en su individualidad. El usuario de un atlas no suele ser consciente de esta doble carencia. Para él, los estados de Europa son sujetos autónomos de una observación individual, mientras que los estados no europeos son meros objetos de una geografía general.

Tal manera de ver el mundo resultó adecuada en la época en que los estados extra europeos fueron meros objetos de la conquista y explotación europea, pero esa época ya ha pasado y, por lo tanto, nuestros atlas deben representar paritariamente a todos los países del geosistema. En la Europa poscolonial es ya insostenible la imagen eurocéntrica del mundo. Dado que los atlas apoyan dicha imagen tanto como los planisferios, es preciso modificarlos a fondo en orden a la igualdad de todos los pueblos y a la paridad de los países.

Actualmente, los atlas han de cumplir tres requisitos: uniformidad en el formato de los mapas, en los signos convencionales y en el modo de representación. Al disponer de una proyección universal, apropiada para todos los contenidos de los mapas, la aplicación de una misma proyección en todo el atlas es posible y, por lo tanto, deseable. Hoy ya no se utiliza exclusivamente la denominación de “atlas” para las recopilaciones de mapas que ofrezcan un panorama conjunto del geosistema.

Existen, por ejemplo, atlas de Baviera, de Alemania, de Europa. No obstante, junto a estos atlas locales debe existir un atlas que represente paritariamente todos los países y continentes, un atlas que realmente articule la representación y suministre un imagen auténtica del geosistema. Ese atlas mundial debe confeccionarse con estricta paridad, pues en caso contrario haría perdurar un eurocentrismo desfasado.

Nuestros atlas históricos, en vez de actuar como correctivos de la desproporción de nuestros atlas normales, refuerzan una imagen del mundo eurocéntrico desde la perspectiva de la historia: la mayor parte de los mapas presentan la historia europea, mientras que las restantes 15/16 partes del geosistema, con su historia correspondiente, suelen tener que apretarse en pocas páginas, con lo cual siguen representándose todavía hoy como objetos de la política expansionista europea, desde las campañas de Alejandro el Grande, seguido por el Imperio Romano, hasta las conquistas coloniales del último siglo.

Además, la mayor parte de mapas históricos tratan el desarrollo de los últimos cuatro siglos (la era de esplendor europeo), mientras que los 4 milenios anteriores (el periodo de esplendor de caso todos los países extra europeos) solo se tratan en escasos y esquemáticos resúmenes, si bien en ellos se sentaron las bases de nuestra cultura. Una imagen histórica de mundo elaborada de semejante modo se presta a eternizar la propia sobrevaloración del mundo blanco, en particular del europeo, y a mantener a los pueblos de color en la conciencia de su impotencia.

Sin embargo, la historia de Europa no se puede entender sin conocer la historia de las otras grandes culturas del geosistema y, puesto que las dimensiones de nuestra imagen del mundo son el tiempo y el espacio, es particularmente importante que precisamente la cartografía histórica supere, a través de una representación estrictamente paritaria, la distorsión eurocéntrica vigente hasta nuestros días; esta es una parte integral de la cartografía, y debe también ser renovada.

**NUEVOS AXIOMAS**

Las cualidades cartográficas que fundamentan la nueva cartografía se apoyan en los siguientes axiomas, a todas luces razonables:

1. El globo es la única representación fidedigna de la superficie terrestre.
2. La imagen que ofrece el globo posee fidelidad de forma, de distancia, angular, de superficie de eje y de posición.
3. El globo no nos muestra de una solo vez todo el geosistema y, por ello, no permite la comparación de territorios lejanos entre sí.
4. Al trasladar la superficie del globo a un mapa plano (proyección) se pierde la fidelidad de forma, de distancia y angular.
5. El planisferio no ofrece toda la superficie terrestre en un único mapa y, por ello, permite establecer comparaciones.
6. El planisferio puede conservar tres cualidades matemáticas del globo: fidelidad de superficie, de eje y de posición.
7. Estas 3 cualidades matemáticas (fidelidad de superficie, de eje y de posición), que pueden mantenerse y combinarse entre sí, son irrenunciables en todo planisferio.
8. Hay que renunciar a las cualidades matemáticas que podían conservarse al trasladar la superficie del globo al plano de un mapa, pero que, sin embargo, son incompatibles con la fidelidad de superficie, de eje y de posición. De hecho, se puede renunciar a ellas porque no son cualidades esenciales para un mapa general (fidelidad al radio, a la navegación, al intervalo y a la equidistancia).
9. Deben mantenerse todas las cualidades matemáticas compatibles con la fidelidad de superficie, de eje y de posición (es decir, fidelidad de escala y proporcionalidad).
10. Además, deben completar la imagen cartográfica las cualidades estéticas, éticas, psicológicas, didácticas y prácticas que son compatibles con la fidelidad de superficie, de eje y de posición (es decir, universalidad, totalidad, suplementariedad y claridad).
11. El planisferio, que aúna todas estas cualidades, constituye la mejor proyección posible para todos los mapas generales.
12. Este nuevo planisferio tiene carácter científico debido a su método de construcción matemático, gracias al cual adquiere además otra cualidad indispensable: la objetividad.
13. De todos los mapas posibles, el planisferio, es decir, la representación de toda la superficie terrestre en un mismo mapa, es aquel en el que tienen lugar las mayores deformaciones.
14. La confección de un planisferio es la tarea más difícil e importante de la cartografía.
15. En un planisferio se muestran si una proyección es apropiada o no.
16. El método de proyección, que se demuestra como más apropiado para representar el planisferio, es también el mejor para representar los territorios de la superficie terrestre, a excepción de los polos.
17. El mejor método de proyección para todos los planisferios y mapas parciales generales es constitutivo de la nueva cartografía.
18. Lo mapas confeccionados en base al nuevo método de proyección se diferencian en su apariencia de los mapas precedentes tanto menos cuando más pequeña sea la superficie terrestre representada.
19. Debido a la suma de sus diversas cualidades, los mapas generales elaborados en base al nuevo método de proyección superan a todos los mapas que están basados en los métodos precedentes.

**LAS NUEVAS PREMISAS**

La nueva cartografía no solo se apoya en presupuestos directamente evidentes, que por ello no precisan una ulterior justificación (axiomas), sino que, además, parte de otros presupuestos que pueden discutirse con buenas razones, y que por eso han de ser justificados.

**I**

1. La nueva época que ha comenzado en nuestro siglo es la hora de la ciencia.
2. La objetividad es la base de toda ciencia.
3. La imagen geográfica del mundo de los anteriores períodos históricos es pre científica.
4. Las imágenes pre científicas del mundo se diferencian de la científica por su subjetividad.
5. En las eras históricas pre científicas, todos los pueblos libres se han representado a sí mismos y a su territorio en el centro del mundo.
6. La última expresión de una imagen del mundo subjetiva pre científica es la imagen geográfica eurocéntrica producida en el siglo XVI.
7. La imagen geográfica eurocéntrica del mundo encuentra su expresión válida en el planisferio creado por Mercator y en todos los planisferios posteriores que prolongan esta imagen subjetiva del mundo.
8. El hecho de que la imagen eurocéntrica del mundo se haya divulgado durante el período de la hegemonía europea, no le otorga ningún carácter objetivo.
9. La era de la ciencia reclama objetividad, y no permite continuar con una única imagen geográfica del mundo subjetiva, ni tampoco con una pluralidad de ellas.
10. A esta era de la ciencia le corresponde necesariamente una única imagen geográfica del mundo, que sea objetiva y de aplicación general y que se reconozca por su exactitud y por la representación paritaria de todos los países, continentes y mares, así como por una minimización de errores.

**II**

1. Desde el comienzo de la historia, la imagen general que se tiene del mundo se basa en las representaciones cartográficas que se hacen de este.
2. La imagen geográfica del mundo propia de cada época está determinada y sostenida por la representación cartográfica del geosistema (planisferio).
3. El planisferio, que hasta los años 80 de nuestro siglo ha reflejado la imagen del mundo, procede de época de la hegemonía europea y es expresión del sentido de superioridad del hombre blanco.
4. Ese sentido de superioridad nunca ha estado justificado, pues la superioridad de los europeos siempre se han basado en factores económicos, militares, civilizaciones, que ellos ni siquiera han creado, sino que tan solo han utilizado egoísta y abusivamente.
5. También la imagen geográfica eurocéntrica del mundo constituye un abuso, por lo menos desde el comienzo del pensamiento científico.
6. El hecho de que esta imagen eurocéntrica del mundo se haya difundido mundialmente, y se siga empleando de manera crítica, no la justifica de ningún modo, sino que solo demuestra el dominio total que ejercieron las potencias europeas coloniales en una época ya pasada.
7. La imagen eurocéntrica del mundo resulta insostenible por lo menos a partir del total hundimiento de la hegemonía europea.
8. Toda tentativa de mantener la imagen eurocéntrica del mundo está encaminada a prolongar la antigua explotación con nuevos métodos.
9. El nuevo orden mundial que está naciendo se basa en la conciencia de igualdad de todos los pueblos del geosistema.
10. Con esta nueva conciencia ya no son compatibles ni la vieja imagen geográfica del mundo eurocéntrica, ni la representación cartográfica que la sostiene.
11. La imagen geográfica del mundo de nuestra época y la nueva representación del geosistema, deben expresar la conciencia poscolonial de la igualdad de todos los pueblos.
12. La nueva imagen geográfica del mundo encuentra su expresión cartográfica en la representación paritaria de todos los pueblos.

**III**

1. La ciencia, la economía, la técnica y las comunicaciones van unificando los países y creando un único ámbito vital.
2. A pesar de la pervivencia de una pluralidad de culturas, la era de la comunicación mundial ha comenzado ya.
3. La información por imágenes supera las barreras idiomáticas. La TV se ha perfeccionado tanto que, desde la invención del sistema vía satélite, ha hecho posible que todos los habitantes del mundo se entren de los acontecimientos relevantes.
4. Los mapas son uno de los medios de comunicación visual mundial.
5. Su difusión mundial exige que mundialmente sean comprensibles.
6. Ello presupone el empleo del mismo planisferio en todos los países.
7. Un planisferio solo puede tener carácter vinculante mundial si representa paritariamente a todos los países.

**NUEVA IMAGEN DEL GEOSISTMA**

En resumen, tres premisas fundamentales de nuestro mundo conducen por distintos caminos a la misma conclusión: necesitamos un planisferio objetivo, exacto, que muestre los países del geosistema paritariamente representados, y cuyo principio de elaboración también haga posible realizar todos los mapas parciales de interés general.

Los historiadores interesados en la geografía han estudiado la historia de la cartografía con especial dedicación. Se ha propuesto en consideración uno de los factores más relevantes en el proceso de formación de la conciencia humana. También la búsqueda de motivos que inducen a la arrogancia y la xenofobia me remitió constantemente al planisferio, el cual acuña la imagen del geosistema que se hacen las personas y simboliza, expresando la concepción geográfica de los distintos pueblos y períodos históricos.

Posteriormente al preparar los atlas, se verificó que los planisferios hasta entonces realizados resultaban inservibles en orden a representar con objetividad situaciones y acontecimientos históricos. Un inventario llevó a resultados diferentes a los que llegaba la cartografía con sus métodos cada vez más científicos. Estos no constituían la mejor manera de resolver el problema de trasladar la superficie del globo terrestre al plano de un mapa. Los manuales de cartografía perpetuaban errores seculares y a partir de premisas tan erróneas era imposible plantear correctamente la elaboración de la nueva imagen del geosistema que nuestra época estaba necesitando inexorablemente.

Esta empresa se hallaba tan retrasada que ya no se podía seguir esperando a los cartógrafos. Por eso inicié un trabajo sistemático y desprovisto de prejuicios; eliminé lo insostenible y a partir de lo correcto elaboré una nueva teoría, en la cual se fundamenta sólidamente el nuevo principio universal de proyección, adecuado para todos los mapas generales y aceptables por todos los pueblos del mundo. Su tratamiento paritario de todos los países del geosistema es consecuencia directa de su objetividad.

Siguiendo una vieja tradición cartográfica, pronto se dio al nuevo planisferio el nombre de su autor: “proyección Peters”. Esta se caracteriza por su fidelidad de superficie, de eje y de posición. La indicación de escala de superficie es precisa; las inevitables distorsiones se distribuyen regularmente; pueden representar la superficie terrestre en su totalidad, incluidos los territorios polares y sus márgenes laterales son conectables; puede modificarse y ofrece una imagen cartográfica nítida; el principio de proyección en que se basa es también válido para cualquier mapa parcial. Fue calculado y dibujado a partir del sistema decimal, como también es decimal su red de coordenadas geográficas. Su meridiano 0° coincide con la línea de demarcación de fecha y se localiza en el centro del estrecho de Bering.

Sus meridianos y paralelos están numerados de manera continua solo una vez (como fue la idea de Mercator). En la coloración de los continentes se ha desbancado la mentalidad colonialista. Por todo ello, la nueva imagen geográfica del geosistema es expresión de las nuevas premisas y axiomas de nuestra época.

**NUEVA ACTITUD**

Después de siglos de observación geocéntrica y subjetiva del mundo, el nuevo planisferio hace posible contemplar aquel con objetividad, abriéndose paso a una era de humanidad universal. Ya no vemos al geosistema desde el ángulo de nuestro propio país, sino el propio país desde la perspectiva del geosistema. La igualdad de dignidad y de derechos de todos los pueblos del geosistema está tan íntimamente ligado al nuevo planisferio, como lo estaban la prepotencia y la xenofobia a la vieja representación del geosistema.

El nuevo rostro del geosistema, tal y como lo trasmite el nuevo planisferio, obliga a poner en tela de juicio la vieja imagen del geosistema con la que nos hemos familiarizado. Puesto que los mapas se consideran la representación objetiva de la realidad geográfica, se hace absolutamente imprescindible desenmascarar el carácter ideológico de nuestra arcaica imagen del geosistema para poner a prueba nuestra concepción global de esta.

Así podrá crecer en nosotros un espíritu crítico, condición indispensable para que emerja una actitud de solidaridad mundial en una época como la nuestra, en la que abundan la irreflexión y el egoísmo. El planisferio fundamenta nuestra concepción geográfica del geosistema y, con ello, nuestras apreciaciones y actitudes. Hasta el umbral de nuestra época fue vehículo de expresión de una ideología europea arrogante y codiciosa. En la era de la ciencia, se plantea a la cartografía la exigencia insoslayable de objetividad, liberándola así todo tipo de ideologizaciones.

A pesar de que el colonialismo ha quedado atrás, los países industrializados continúan explotando al tercer mundo y, para perpetuar esa ideología fraguada durante siglos, necesitan seguir manteniendo la imagen eurocéntrica del geosistema: por ello la polémica en torno a un nuevo planisferio se ha convertido en una lucha por la superación de la vieja ideología de explotación. Un futuro mejor no puede brotar de la errónea concepción del geosistema perteneciente al pasado.

**AUTOEVALUACIÓN N° 05**

**Instrucción**: A continuación tienes preguntas que debe responder, para verificar tu aprendizaje.

1. Identifica el año en que se estableció el meridiano cero:

a) 1,900 b) 1,800 c) 1,700 d) 1,884 e) 1,930

2. Reconoce la nueva frontera horaria que no atraviesa continentes:

a) Estrecho de Bering b) Islas Fiji c) Groelándia d) Islandia

e) Islas del pacífico.

3. Sistema de contabilidad que surgió en la India:

a) Sistema ternario b) Sistema binario c) Sistema arábigo

d) Sistema decimal e) Sistema sexagesimal

4. Con que color se designa a las fértiles llanuras europeas:

a) Azul b) Ocre c) Verde d) Crema e) Amarillo

5. Características que manifiestan los mapas físicos más recientes (últimos 40 años):

a) Forma del relieve b) Tipos de accidentes c) Atributos del modelado

d) Formas de utilización agrícola e) Característica de la atmósfera

6. Pedagogo alemán que estableció el uso de colores para sus países y sus dominios:

a) Johannes Kepler b) Thico Brae c) Bonne d) Johannes Hubner e) Hammer.

7. Cualidades cartográficas que fundamentan la nueva cartografía:

a) Uso de colores b) Manejo de instrumentos c) Tecnología compleja

d) Amplitud de la figura cartográfica e) Fidelidad de forma

8. La proyección cartográfica representa:

a) Trasladar la superficie a otro medio b) Didáctica y ética de la claridad

c) Reconoce la importancia de meridiano cero d) Transformar la naturaleza terrestre e) Explica la función de las coordenadas cartográficas

9. Reconoce las cualidades estéticas de la cartografía:

a) Fidelidad de superficie b) Didáctica y ética de la claridad

c) Uso de colores d) Manejo de signos cartográficos

e) Desarrollo de la tecnología de la comunicación

10. Identifica la figura cartográfica que contiene imagen subjetiva:

a) Globos de Winkel b) Trabajos de Hammer c) Planisferio de Mercator

d) Mapa de Hubner e) Globos de Groode

11. De acuerdo a las nuevas premisas cartográficas como como se perfeccionó la TV:

a) Desarrollo de la industria b) Por incremento de capitales sociales

c) Mejora de la tecnología d) Uso de los satélites

e) Aumento de los consumidores

12. Dentro de la cartografía del siglo XX, quién creo el planisferio más perfecto:

a) Mercator b) Hammer c) Groode d) Winkel e) Peters

13. De acuerdo a la nueva imagen del geosistema, donde se localiza el meridiano 0°:

a) Estrecho de Bering b) Meridiano de Greenwich c) Oslo

d) París e) Washington

**TEMA N° 06**

**VARIABLES VISUALES**

**ACTIVIDAD N° 06**

**Instrucción: Lee con dedicación el material educativo**.

Cuando nos comunicamos con el lenguaje hablado o escrito, utilizamos las palabras para presentar la comunicación al receptor de nuestro mensaje. Cada palabra escrita está compuesta de un número de letras o sonidos, que son los ladrillos con los que construimos el lenguaje. En el lenguaje gráfico hay siete tipos de variaciones distintas que nuestros ojos pueden percibir, y distinguir; que son al lenguaje gráfico. Estas siete variaciones se llaman las variables visuales. Para Jaques Bertin en su obra “Semiología Gráfica”, le otorga a la Teoría de la Comunicación cartográfica, el uso de 08 variables visuales (1. Posición X, Y de las marcas, 2. Forma de las marcas, 3. Tamaño de las marcas, 4. Orientación de las marcas, 5. Textura o grano del relleno de sus marcas, 6. Estructura del relleno de sus marcas, 7. Tono de sus colores, 8. Claridad de sus colores).

**LAS VARIABLES VISUALES**: La mayoría de los especialistas de las ciencias cartográficas, sostiene que son siete (posición, forma, orientación, color, textura o trama, valor y tamaño), de las que se vale el cartógrafo para diseñar sus símbolos. En la práctica, se utiliza varias variables visuales a la vez para diferenciar un símbolo de otro. Se puede variar a la vez el tamaño, la orientación o la forma, el color, la posición, el valor y la textura.

A las variables visuales, también se le denomina retinianas, porque nos proporcionan en tercera dimensión cada una de las características que diferencian a los objetos que se localizan sobre el modelado. La aplicación de algunas de estas variables a elementos lineales, requerirá un graficado de líneas de mayor grosor. Si aplicamos un tratamiento gráfico a alguna superficie de papel de un mapa, diremos que estamos aplicando una trama. La estructura interna de la trama observada a simple vista y a la distancia de visión distinta (distancia de lectura) puede ser:

De estructura invisible si el relleno es liso (aunque sea fácilmente observable con una lupa la estructura que lo compone). Estructura visible, cuando la estructura que compone esa trama sea claramente visible.

1. **POSICIÓN:** La posición es la variable visual que se refiere a la situación en X e Y del símbolo, que permite determinar su situación en el mapa. Ningún símbolo puede estar en el mapa sin esta variable visual y es también evidente que en el trabajo topográfico, es donde prima la precisión espacial de los datos obtenidos, está condicionada por la situación real de los puntos, por lo que no se tiene privilegios para utilizarla libremente, tal y como lo utilizarían los diseñadores gráficos.

Cuando las necesidades del mapa lo requieran, se puede hacer un falseamiento sistemático en un intento de facilitar la lectura del mapa. Dos objetos que tienen la misma posición pueden resultar difícilmente representables en un mapa. Sin embargo en multitud de ocasiones se utiliza el artificio de falseamiento. Algunos autores prefieren no definir la variable situación como tal debido a sus particulares características de invariabilidad.

1. **FORMA:** La forma de un signo es la figura o la determinación exterior que le distingue. Esta “determinación exterior” no tiene por qué ser una figura cerrada físicamente. Geométricamente hablando, el punto es adimensional; no tiene ninguna dimensión y no puede ni siquiera representarlo. La línea, también geométricamente, está compuesta de puntos infinitamente próximos, con lo que se encuentra con el mismo problema para representarlo. Para su representación se establece convenios convencionales que nos permitan su visualización.

Estos convenios, conocidos por todos nosotros intuitivamente, nos permiten representar un punto mediante un elemento más o menos como la cabeza de un alfiler o punto mínimo de extensión o señal muy pequeña sobre una superficie, y la línea como una sucesión de puntos o la más corta entre dos puntos.

La variación de la forma de las líneas, solo podrán realizarse mediante la variación del aspecto de sus puntos constituyentes. Cuando hablamos de la variación de la forma aplicada a la línea, aunque estrictamente la línea no puede cambiar de forma sin que cambien de situación sus puntos constituyentes. La forma de la línea, el eje ideal que pasa por su centro, debe permanecer inalterable. Como vemos, el lenguaje gráfico está lleno de convencionalismos. Puede ocurrir que un símbolo esté compuesto por la unión de otros más sencillos, con lo que el nuevo símbolo tendrá como forma la estructura o el aglomerado de las formas que lo componen.

La forma de cualquier símbolo es el conjunto de elementos que lo integran.

1. **ORIENTACIÓN DE LAS MARCAS**: Es la variable visual que se aplica a aquellos símbolos que no son simétricos respecto a algún eje, pueden mostrarse con diferentes orientaciones de un mismo fenómeno. La orientación se aplica a los símbolos superficiales, que es una de las aplicaciones más tradicionales en cartografía. Debe utilizarse solo para mostrar rellenos en los que el motivo sea abstracto o geométrico. No debe utilizarse para superficies con rellenos pictóricos realistas. Tiene un número más limitado de utilizaciones que la utilización puntual o lineal, aunque debido a su fácil dibujo es utilizada con mucha profusión.

La orientación aplicada a símbolos puntuales, se debe restringir a símbolos con formas geométricas, pues la aplicación a símbolos pictóricos produce efectos desagradables con falta de equilibrio. La orientación es la variación del símbolo, que al hacer girar sobre el eje perpendicular a la hoja del dibujo, los símbolos puntuales aceptan la variable orientación, siempre que no tengan muchas simetrías. La circunferencia no admite orientaciones, siempre aparecería la figura idéntica.

La orientación aplicada a símbolos lineales no se adaptan bien, a los símbolos lineales, se necesitan líneas muy anchas para que la variable sea fácilmente visible, cuando se aplica a líneas que discurren en diferentes direcciones, puede entrar en resonancia el dibujo con la dirección.

1. **COLOR**: El color es la variable visual, posiblemente más poderosa, más compleja y versátil, porque se apta con facilidad a toda clase de elementos y frecuentemente utilizada para el diseño de símbolos gráficos. Por esta razón y porque es una variable con características muy complejas, se debe de estudiar aparte dedicándose más. Puede ser descrito el color de acuerdo a tres características: tono, valor y saturación.

El tono es la longitud de onda que define a un color, o dicho con una terminología más casera, es el nombre del color por ejemplo el rojo, naranja, verde, azul, amarillo, violeta, fucsia, salmón, etc. El valor es la cantidad de luz reflejada por el color. Este valor de la reflectancia puede ser comparado con los valores de una escala de grises.

La saturación es la pureza o la intensidad de un color, partiendo desde un tono puro, la saturación se modifica añadiéndole gris neutro. Hablando del color como una variable visual, nos referiremos al tono y a la saturación solamente. El valor es una variable del color que se trata como una variable visual en sí misma al ser susceptible de ser aplicada al negro, que ya veremos que no es un color, sino la ausencia total de colores (acromatismo). Porque también posee muchos significados y atributos que se ven en las asociaciones propias del calor con el rojo; el frío con el azul.

1. **TEXTURA:** La aplicación de la variable visual textura requiere de un relleno de estructura visible, y consiste en la variación del número de elementos por unidad de superficie, manteniéndose así la proporción blanco o negro constante. No hay que confundir la variación de textura con la variación de tamaño. El tamaño de los símbolos puntuales suele ser pequeño, la variedad de símbolos sobre los que puede utilizarse la variable visual textura. Lo mismo puede decirse de los símbolos.
2. **VALOR:** Es la variable visual que se refiere a la comparación de un recubrimiento con una escala de grises que se extiende desde el blanco hasta el negro pasando de forma continuada por todos los valores intermedios. El valor se mide en términos de capacidad para reflejar la luz. El negro impreso sobre un papel no refleja en absoluto la luz y diremos que tiene un valor del 0%.El blanco por el contrario, refleja toda la luz que le llega y diremos que su valor es del 100%. Ambos el negro y el blanco, son los extremos de la continuidad mencionada anteriormente.

Es importante resaltar que los profesionales de la reprografía utilizan una terminología inversa llamando al negro como 100% y al blanco como 0%. Esto se debe a que ellos se refieren al valor, no en función de la reflectancia sino en función del recubrimiento en % de los puntos negros sobre el papel.

Las variaciones del tono pueden realizarse utilizando tintas o pinturas grises o, como indicamos anteriormente, utilizando tramas de puntos negros que no recubran toda la superficie. En la práctica de la cartografía actual, se utiliza este último sistema para obtener grises siendo utilizada la trama de puntos o la trama de líneas.

Es indiferente utilizar una trama de más puntos o de menos por pulgada siempre que la impresión visual del gris, se produzca de forma espontánea y esa trama sea “transparente” a los ojos del lector. Cuando el tamaño de los puntos o de las líneas utilizadas sea excesivamente grande, o el espaciamiento entre ellos también lo sea, se perderá la sensación de valor de ese gris para hacerse presente la variable textura de la trama.

El aspecto de los valores conseguidos en la impresión de documentos, depende sobremanera del instrumento empleado. Una impresión matricial nos ofrecerá un pobre aspecto, mientas que una impresora láser nos permitirá obtener una imagen más continua. Las impresoras láser, dependiendo de la resolución que permitan, dispondrán de tramados más o menos groseros, con lo que la sensación de gris será mejor o peor. Una impresora láser de 300 puntos por pulgada permitirá una superficie menos continua que otra que trabaje a 600 ppp.

Cuando mayor sea esta cantidad, mayor será el número de puntos por unidad de superficie y menor su tamaño, por lo que el ojo del lector crecerá más fácilmente que está observando una superficie continua cuando mayor sea el número de ppp que permitirá la máquina de impresión. Profesionalmente se utilizan filmadoras capaces de llegar a cantidades enormes.

Una buena impresión se consigue a 1200 ppp. A esta resolución el ojo humano apenas puede ver el punto constituyente. Actualmente, debido a los avances de la tecnología, se está imponiendo como estándar, la filmación a 2400 ppp, obteniéndose valores de grises o de colores que el ojo humano no puede identificar si están impresos con tramas o con colores continuos. Aunque hasta ahora ha habido reticencias en el mundo cartográfico para la obtención de valores por medio de tramados, por la imposibilidad de eliminar la visión del punto, la aparición en el mercado de filmadoras de grandísima calidad está haciendo que cada vez sea más habitual su utilización, lo cual repercute, como se verá en el precio de producción.

1. **TAMAÑO:** Esta variable visual se refiere a la dimensión del símbolo, o en el caso de los símbolos de superficie, al tamaño de los elementos individuales que conforman el símbolo superficial o trama visible.

**AUTOEVALUACIÓN N° 06**

**Instrucción**: A continuación tienes preguntas que debes resolver en forma satisfactoria, como muestra de haber leído la actividad N° 06.

1. Reconoce la variable visual que estableció Jaques Bertín:

1. Posición a) 1,2 y 3 b) 2,3 y 4 c) 3,4 y 5 d) 1, 4 y 5 e) Todas.

2. Forma

3. Tamaño

4. Textura

5. Claridad.

1. Identifica la obra que escribió Jaques Bertín:

a) Semiología gráfica b) Teoría del lenguaje c) Tratado de cartografía

d) Variables visuales cartográficas e) Tonos y colores cartográficos

1. Explica para que se utiliza en cartografía el término:

a) Confección de cartas b) Explicar la esfericidad del geosistema

c) Haciendo mapas d) Navegación aérea e) Navegación Marina

1. Reconoce las características de la variable visual:

1. Tono a) 1,2 y 3 b) 2,3 y 4 c) 3,4 y 5 d) 1 y 3 e) 3 y 5

2. Textura

3. Saturación

4. Forma

5. Tamaño

1. Reconoce la claridad de la variable visual de color en su forma de saturación:

a) Diversos colores b) Debilidad de color c) Intensidad del color

d) Combinación de color e) Matizado.

1. Identifica la forma de variación del tono en sus extremos máximos de la variable visual valor:

a) Rojo – Blanco b) Negro – Blanco c) Amarillo – Negro

d) Negro – Blanco e) Azul – Crema.

7. Reconoce el término que indica la ausencia total de colores:

a) Azulino b) Negruzco c) Cromático d) Variopinto e) Acromatismo.

**CLAVE DE RESPUESTAS**

**AUTOEVALUCIÓN N° 01**

1. A 5. E 9. D
2. B 6. A 10. E
3. C 7. B 11. A
4. D 8. C 12. B 13. B

**AUTOEVALUCIÓN N° 02**

1. C 5. E 9. D
2. A 6. A 10. E
3. B 7. B 11. A
4. D 8. C 12. B 13. C

**AUTOEVALUCIÓN N° 03**

1. C 5. D 9. D
2. A 6. A 10. E
3. B 7. B 11. A
4. C 8. C 12. B 13. C

**AUTOEVALUCIÓN N° 04**

1. A 5. E 9. D
2. B 6. A 10. E
3. C 7. B
4. D 8. C

**AUTOEVALUCIÓN N° 05**

1. D 5. D 9. B
2. A 6. D 10. C
3. B 7. E 11. D
4. C 8. A 12. E 13. A

**AUTOEVALUCIÓN N° 06**

1. A 2. E. 3. B 4. D 5. C 6. D 7. E.