**TERCERA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

1. **TÍTULO: LOS MAPAS**
2. **CAPACIDADES:**
   1. Reconoce la familia de los mapas.
   2. Identifica las técnicas de construcción y diseño de mapas.
   3. Reconoce la importancia de la cartografía en el estudio del moldeoado.

**TEMA N° 12**

**LOS MAPAS**

**ACTIVIDAD N° 12**

**Instrucción: lee atentamente el siguiente material educativo.**

El mapa es una representación gráfica a una escala reducida de una parte de la superficie terrestre. El mapa es una expresión gráfica, que concreta una iniciativa.

El mapa es la representación gráfica de los elementos que ocupan una lámina. El mapa muestra solo algunos rasgos o atributos de una realidad. El mapa es un sustituto del espacio terrestre que se va a estudiar. La leyenda describe los colores, sombreados y símbolos representados en el mapa con un tipo de letra que permita su lectura inmediata.

**FINALIDAD DE LOS MAPAS**

Desde sus inicios la cartografía estableció los mapas como medios para encontrar o explicar la naturaleza terrestre y a las necesidades de la cultura que lo estableció plasmando así sus conocimientos como sus creencias. Se tiene las siguientes fines:

* Representan posiciones relativamente similares a la que tiene la realidad.
* Los elementos que se representan se hacen con distintos símbolos.
* El principal fin del mapa es la comunicación precisa y en forma de lectura.
* La información que presenta es gráfica.
* Muestra el lugar de las cosas.
* Explica la distribución de los diferentes fenómenos.
* Los datos que oferta son verdaderamente correctos.
* Su interpretación es sencilla y clara.

**LA NECESIDAD DE LOS MAPAS**

Es necesario contar con alguna ayuda al observar y estudiar la gran variedad de fenómenos que se representan con los mapas. Algunos son diminutos y requieren la utilización de complejos dispositivos electrónicos y ópticos (como el microscopio) para ampliarlos lo suficiente y comprender su configuración y relaciones estructurales. En contraste, algunos fenómenos geográficos son tan extensos que debemos reducirlos de algún modo para poderlos observar. La cartografía abarca un grupo de técnicas que se interesan, fundamentalmente, en la reducción de las características espaciales de una extensa área; una parte o la totalidad de la tierra, u otro cuerpo celeste; para exponerla en forma de mapa y ser observables. Las mismas técnicas pueden utilizarse para ampliar elementos microscópicos y poder visualizarlos fácilmente.

Del mismo modo, como los lenguajes hablados o escritos permiten que las personas se expresen más allá de las restricciones de tener que señalar constantemente objetos, un mapa nos permite ampliar a extensión del campo normal de visión, por decirlo de algún modo y calibrar las más amplias relaciones espaciales existentes en grandes áreas, o bien los detalles de partículas microscópicas. Incluso un mapa sencillo es mucho más que una mera reducción. Es un instrumento cuidadosamente diseñado para el registro, cálculo, exposición, análisis y en general, comprensión de los hechos en sus relaciones espaciales. Sin embargo, su función primordial es facilitar la visión de las cosas. El tamaño de los mapas es muy variado, abarcando desde las diminutas representaciones que aparecen en algunos sellos de correo hasta los enormes mapas murales utilizados por colectivos civiles y militares para el seguimiento de acontecimientos y tropas.

Todos ellos tienen una característica común: mejoran el conocimiento geográfico de la persona que los consulta. Todos los seres viven en un ambiente temporal y espacial en el que todas las cosas están relacionadas entre sí de una u otra forma. Desde los tiempos de la Grecia clásica, la curiosidad acerca del ambiente o medio geográfico se ha ido desarrollando en las diversas civilizaciones, y los modos de representación que entrañaban un significado se han hecho cada vez más especializados. En la actualidad existen diversos procedimientos para trazar mapas y los objetivos y métodos involucrados parecen muy distintos. Es importante darse cuenta, sin embargo, que el objetivo básico de todos los mapas, su utilización como medio de comunicación espacial y sus formas, es común a todos ellos; por lo tanto, aun que los mapas sean muy diversos, los métodos cartográficos utilizados son fundamentalmente

semejantes.

El rápido crecimiento de la población mundial y la complejidad de la vida moderna, con sus presiones y disputas para la obtención de los recursos naturales disponibles, han aumentado la necesidad de realizar estudios detallados del medio físico y social, abarcando desde la producción de alimentos hasta los recursos energéticos, desde la demografía hasta la contaminación. Hace muchos años que tanto los geógrafos como los planificadores, los historiadores, los economistas, los peritos agrónomos, los geólogos, y muchos otros profesionales saben que los mapas son una ayuda imprescindible.

Un mapa grande de una región pequeña, que representa sus formas de relieve, el sistema fluvial, la vegetación, el modelo de los asentamientos humanos, las carreteras, la geología y multitud de detalles, facilita el conocimiento de las relaciones, necesario para planificar y realizar adecuadamente las más diversas tareas. Las complejidades ecológicas del medio ambiente necesitan mapas para su estudio. La construcción de una vivienda, una carretera, un sistema de control de arroyadas o la inmensa mayoría de constructores de todo tipo requieren la elaboración de un mapa. Los mapas pequeños de grandes áreas que indican, por ejemplo, las distintas características de una llanura de inundación, la erosión del suelo, la utilización del suelo, el carácter de la población, la climatología, la economía, etc., son indispensables para la buena comprensión de los problemas y posibilidades de una zona determinada.

**CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LOS MAPAS**

El mapa de radar que aparece en la pantalla del televisor, utilizado por el servicio de meteorología para señalar tormentas y precipitaciones parece muy distinto del mapa que se incluye en el folleto turístico que enuncia la belleza de Macchu Picchu; sin embargo, tiene mucho en común. Todos los mapas contienen dos elementos fundamentales de la realidad: localizaciones y atributos de tales localizaciones. Las localizaciones (L) son simplemente posiciones de un espacio bidimensional como los puntos representados con las coordenadas x, y. Los atributos (A) de las localizaciones son algún tipo de cualidad o magnitud, como por ejemplo temperaturas. A partir de estos dos elementos básicos pueden formarse muchas relaciones. He aquí algunos ejemplos:

L1-L2 relaciones entre localizaciones sin la representación de ningún atributo, como por ejemplo, las distancias o rumbos entre orígenes y destinos necesarios en la navegación.

L2 (A1A2A3) relaciones entre varios atributos en una localización, como por ejemplo temperatura, precipitaciones y tipos de suelo, etc.

Puede identificarse y derivarse cualquier tipo de propiedad de relación topológica y métrica, como por ejemplo, distancias, direcciones, adyacencias, sistemas, redes, interacciones. Por lo tanto, un mapa es una herramienta muy útil. La mayoría de los mapas son reducciones y, por lo tanto, generalmente, el mapa es menor que la región que representa. Cada mapa posee una relación dimensional definida en la realidad y su representación, a esta relación se le denomina escala y es de primordial importancia. Debido a la relativa “pobreza” del espacio de un mapa, la escala coloca un límite a la información que puede incluir y al modo en que puede delinearse.

Todos los mapas implican varios tipos de transformación. Uno de tipo geométrico común consiste en transformar la superficie esférica (esencialmente la forma del geosistema) en una superficie más dúctil al trabajo, como por ejemplo la pantalla de un monitor o una hoja de papel, mediante una transformación sistemática denominada proyección cartográfica. La elección de una proyección cartográfica afecta a su utilización. A menudo es conveniente utilizar sistemas de referencia denominados redes de coordenadas planas. Estos sistemas de coordenadas facilitan a partir del mapa el cálculo de distancias y direcciones, dos propiedades métricas de interés general. La exactitud de los sistemas de coordenadas depende de las proyecciones cartográficas. Todos los mapas son abstracciones de la realidad. El mundo real es tan intrincado y maravillosamente complejo que el mero hecho de reducirlo o colocar una pequeña parte en forma de imagen lo haría aún más confuso. En consecuencia, el mapa generalmente representa datos que han sido elegidos en función de la utilización a la que se destina y esos datos están sujetos a una variedad de operaciones, como clasificación y simplificación, que tienen como fin potenciar su comprensión.

Todos los mapas utilizan signos para designar los elementos de la realidad. Incluso las respuestas de los diversos sistemas de percepción remota, que producen varios tipos de mapas, son signos en los que la representación de sus sensibilidades espectrales es distinta a la que resultaría de nuestra observación directa, cuando ello es posible. Los significados atribuidos de los signos constituyen el simbolismo de la cartografía. Relativamente, solo unos pocos de los símbolos utilizados en los mapas poseen una significación universal, del mismo modo que relativamente pocas palabras poseen un significado universal tanto en los lenguajes escritos como hablados. Algunos mapas utilizan esquemas de simbolización únicos, mientras que otros utilizan muchos signos convencionales, que facilitan su lectura a personas que no hablan el mismo lenguaje natural, reemplazando así una muy difícil comunicación verbal.

Los mapas representan datos mediante la utilización de diversos tipos de recursos, como por ejemplo líneas, puntos, colores, diseños, etc., que hacen necesario que la persona que los utiliza compare constantemente estos símbolos con los de la leyenda. A diferencia de las palabras que leemos en el lenguaje o lenguajes que conocemos, que normalmente nos transmiten información sin que presentemos demasiada atención a su apariencia, los recursos de un gráfico están a menudo diseñados para llamar la atención. Su selección y el modo en que están agrupados, ya se hallen sobre un tubo de rayos catódicos o bien sobre una hoja de papel, constituyen el diseño cartográfico que afecta en gran medida a la capacidad de comunicación del mapa, es decir, el modo cómo la persona que los utiliza organiza los datos presentados.

**TIPOS DE MAPAS**

El número de posibles combinaciones de escalas, temas y objetivos es astronómico, en consecuencia, existe casi una limitada variedad de mapas. Sin embargo existen agrupaciones aceptadas de objetivos y usos de los mapas, que nos permite el catalogarlos hasta cierto punto. Uno de los problemas con que nos enfrentamos al hacerlo, es el distinguir entre los objetivos de la persona que realizó el mapa y las respuestas de la persona que lo utiliza. Tal como decía R.A. Skelton, “los mapas poseen muchas funciones y facetas, y cada uno de nosotros los vemos con distintos ojos”. La carta que sirve para la finalidad utilitaria de proporcionar rumbos, profundidades, y posiciones de costas a un navegante, evocará, en otra persona, visiones de palmeras e idílicas playas.

Por lo tanto, razonablemente no puede predecirse respuestas; únicamente podemos estar bastante seguros de los objetivos del cartógrafo. Con el fin de proporcionar una base para la apreciación de semejanzas y diferencias entre mapas y cartógrafos, nos aproximaremos a los mapas desde tres puntos de vista: su escala, su función, su tema.

**ESCALA.-** Necesariamente las dimensiones reales deben acoplarse a la proporción que cumplirá los objetivos y servirá a la función del mapa. La proporción entre las dimensiones del mapa y las de la realidad se denomina escala del mapa; más adelante se estudiara detalladamente. Aquí es necesario señalar que la proporción entre el tamaño de un mapa y el de la zona que representa puede ser muy pequeña o muy grande. Cuando se utiliza una pequeña hoja de papel para representar una gran área (como por ejemplo el mapa del Brasil o incluso del mundo, en un papel del tamaño de una página), el mapa resultante se denomina mapa a pequeña escala. Si un mapa del tamaño de una página mostrará tan solo una pequeña parte de la realidad (por ejemplo menos de 1 km2 superficie), se denominaría mapa a gran escala. Los términos grande y pequeño al combinarse con la palabra escala se refieren a los tamaños relativos en que se presentan los objetos, no a la cifra de reducción involucrada.

En consecuencia, cuando se trata de una reducción comparativamente pequeña y hechos tales como carreteras o edificios, se muestran con una magnitud considerable, el mapa se denomina mapa a gran escala. Cuando se ha realizado una gran reducción, como en el caso de un mapa a pequeña escala, la mayoría de los detalles poco relevantes del terreno no pueden mostrarse a un tamaño proporcional a la reducción, sino que deben ampliarse muchísimo y recurrir a símbolos para poder percibirlos.

**FUNCIÓN:** Tal como acabamos de ver, la gama que abarca desde la escala grande a pequeña escala es continua, sin divisiones claras que separen los tipos de escala de los mapas. De modo semejante, si tratamos de dividir los mapas en clases basadas en su función, encontramos grandes diferencias entre sus extremos, pero la transición a lo largo de la variedad existente entre un tipo de mapa y otro es gradual y no se produce ningún tipo de cambio brusco. Podemos reconocer tres tipos principales de mapas: generales, temáticos y cartas.

**MAPAS GENERALES:** Denominados también como de referencia, son aquellos cuya finalidad es el reflejar la asociación espacial de una selección de fenómenos geográficos diversos. Además de otros elementos como carreteras, fronteras, asentamientos humanos, cursos del agua, elevaciones del modelado, perfiles de costa y masas de aguas loticas y lenticas, constituyen generalmente el interés de los mapas generales. A gran escala de áreas terrestres estos mapas, se denominan generalmente topográficos. Ejemplo, plano del catastro de la ciudad de Chimbote de 1873 y de 2013.

Estos materiales se editan en series de hojas sueltas y su realización es muy cuidadosa, elaborados normalmente con métodos fotogramétricos, por entidades estatales o públicas. Los mapas de escala mucho mayor son necesarios para determinar localizaciones u otros proyectos de ingeniería y utilizan únicamente métodos de estudio del terreno. Su exactitud está muy minuciosa en términos de relaciones posicionales entre los elementos cartográficos, en muchos casos poseen la validez de documentos legales y son la base de determinación de linderos, cambios de propiedad, valoración del pago de impuestos y otras funciones semejantes que requieren de una gran precisión.

El Instituto Geográfico Nacional ha establecido parámetros de exactitud solamente a las calidades métricas horizontales y verticales de los mapas y no en los aspectos no métricos como por ejemplo, errores en la rotulación, falta de detalles o actualización. Los mapas generales de pequeña escala se encuentran tipificados por los mapas de naciones, países, estados y continentes que se incluyen en los atlas. También representan un conjunto de fenómenos similares a los que muestran los mapas generales a gran escala, pero debido a que su escala es pequeña, sus símbolos y representaciones son muy generales, no pueden alcanzar los niveles de precisión posicional que persiguen los mapas de gran escala.

**AUTOEVALUCIÓN N° 12**

**Instrucción**: marca la respuesta correcta:

1. Cómo conceptúa el término mapa:

a) Presencia física de espacio terrestre b) Muestra atributos de una realidad

c) Presencia del hombre en el espacio geográfico d) Centro de aglomeración humana e) Conjunto habitado

2. Función principal de los mapas:

a) Comunicación precisa b) Conservar límites

c) Seguridad para la conservación de la naturaleza

d) Mantener protección del medio

e) Otorgar seguridad al poblador

3. Reconoce la necesidad de los mapas:

a) Describe el espacio

b) Medio para conocer el modelado

c) Ayuda a observar mejor los fenómenos de la naturaleza

d) Medio de distribución de los recursos naturales

e) Recurso que explica las necesidades de un país

4. Reconoce el valor básico de los mapas:

a) Educa geográficamente b) Conceptúa los suelos c) Indica la biósfera de un lugar d) Hace conocer los atributos de la localidad e) Analiza el medio ambiente

5. Reconoce el significado que encierra un mapa:

a) Información viva de un lugar b) Hace conocer lo concreto de una realidad

c) Da información subjetiva del medio d) Informa parcialmente

e) Facilita una abstracción de la realidad

6. Reconoce el simbolismo de la cartografía:

a) Signos b) Colores c) Aspectro d) Matemática e) Filosofía.

7. De los mapas que sostiene Raleigh Ashlin Skelton:

a) Observa en el mapa un complejo dibujo

b) Cada persona ve al mapa “con distintos ojos”

c) Los mapas son muy complejos

d) Hay mapas generales demasiado complejos

e) Los mapas no ofrecen información de confianza

8. Cuando un mapa trasmite una información de tipo geométrica:

a) Hace conoce conocer numerosos problemas

b) Cuando informa sobre la producción

c) Cuando transforma la superficie esférica a un espacio más dúctil para el trabajo

d) Cuando nos indica la forma del modelado

e) Hace conocer las variables climáticas

**TEMA N° 13**

**LOS MAPAS TEMÁTICOS**

**ACTIVIDAD N° 13**

**Instrucción: lee el siguiente material educativo.**

**MAPAS TEMÁTICOS:** Estos mapas son bastantes distintos de los mapas generales. Mientras que los mapas generales tratan de representar las relaciones posicionales de una variedad de atributos distintos en un solo mapa; los mapas temáticos se encuentran en las variaciones espaciales y en la forma de un solo atributo o en la relación existente entre varios. El objetivo de los mapas temáticos es la representación de la forma o estructura de una distribución, es decir, el carácter de un todo formado por la interrelación de las partes. No hay límites en cuanto al contenido de los mapas temáticos, los cuales abarcan desde la imagen cubierta de nubes, de un satélite, hasta el mapa tomado de los resultados de unas elecciones. Prototipos de esta cartografía serían los mapas de temperaturas medias anuales, de precipitaciones, de población, de presión atmosférica y de renta anual.

Que un mapa se ocupe fundamentalmente de una sola clase de fenómenos no quiere decir necesariamente que sea un mapa temático. Los mapas que reflejan la diversidad de suelos, la geología de las rocas o la densidad de la población, puede ser adecuadamente clasificados como mapas generales si sus objetivos primordiales son únicamente mostrar las situaciones de los diversos tipos de suelo, rocas o densidad de población en zonas determinadas. En cambio los mapas realizados a partir de los mismos datos pueden utilizar medios de representación que centren su atención en la estructura de la distribución y entonces se denominarán adecuadamente mapas temáticos.

Los mapas temáticos son generalmente mapas de pequeña escala, en gran parte debido a que muchas distribuciones geográficas ocurren en áreas de considerable extensión y para reflejar su estructura esencial requieren una gran reducción. Sin embargo, esto es cada más relativo; cuando el área de interés es una ciudad, por ejemplo, los mapas que reflejan la estructura de fenómenos individuales pueden tener una escala relativamente grande (mapa catastral de Nuevo Chimbote).

Cuando se utiliza una escala pequeña en los mapas temáticos, la exactitud no es de interés primordial para la precisión de posiciones, pero sí lo es la veracidad en la representación de las características estructurales básicas de distribución.

**CARTAS:** Los mapas especialmente diseñados para cubrir las necesidades de los navegantes, tanto náuticos como aéreos, se denominan cartas. A pesar de ser simplificación, puede decirse que los mapas se hacen para ser observados, mientras que las cartas se han diseñado para trabajar con ellas; sobre las cartas se determinan posiciones, se trazan trayectorias, se señalan rumbos, etc. También debe advertirse que los navegantes utilizan mapas generales. El equivalente marino al mapa topográfico es el mapa batimétrico. Existen muchas variedades de cartas. Las cartas náuticas incluyen cartas de navegación en mar abierto, cartas generales de navegación con o sin radar, señalización de costas, mapas de costas para navegar cerca de ellas, cartas de los puertos para utilización en su entrada y anclaje.

Todas muestran, localizaciones con precisión, elementos tales como costas, sondas, encalladeros, faros, boyas y radio-ayudas. Sus escalas varían según la necesidad de detalle; a diferencia de los mapas topográficos, las series de cartas no se hacen con una escala uniforme. El diseño de las cartas está centrado en lograr facilidad de lectura y señalización adecuada al medio para el que se realizan. Existen dos tipos de cartas aeronáuticas, las que se utilizan en navegación con instrumentos y las que se dirigen a la navegación meramente visual. Las cartas aeronáuticas para la navegación visual son similares a los mapas generales que reflejan una selección de características reconocibles, tales como ciudades, carreteras, líneas férreas, etc., así como otros elementos significativos, como aeropuertos o balizas. Las cartas para navegación con instrumentos incluyen las instalaciones de radio que se hallan en ruta, las altitudes, los terminales de llegada, etc.

A pesar que no se denomina carta, el popular mapa de carreteras es en realidad una carta para la navegación en superficie terrestre. Proporciona información del tipo de distancias, desvíos, calidad de las carreteras, lugares de descanso, así como información accesoria, como por ejemplo, toponímicos regionales y lugares de interés. Debe hacerse hincapié en que, aunque existan mapas generales, mapas temáticos y cartas en sentido estricto, la mayoría tienden, hasta cierto punto, a la combinación de funciones. Por ejemplo el colorido verde que aparece a menudo en los mapas topográficos muestra la distribución de las zonas de bosque, y la expresión del terreno muestra la estructura del relieve. Así, los mapas topográficos, básicamente mapas generales, pueden poseer componentes temáticos.

Igualmente, la mayoría de los mapas temáticos incluyen una selección de línea de frontera, ciudades, ríos y otras características, para que el usuario pueda situar con mayor facilidad la distribución del objeto de estudio. Muchas cartas son más “específicamente funcionales”, de modo que tienden a una menor duplicidad de funciones.

**TEMA**

La diversidad de los fenómenos geográficos y la infinidad de usos de un mapa se combinan para establecer una enorme variedad cartográfica. A pesar de que los mapas pueden denominarse de gran o pequeña escala y situarse normalmente en el continúo existente entre el mapa general y el temático, también es útil clasificarlos en base a su tema. Pueden establecerse algunas categorías importantes. Probablemente entre los primeros mapas “permanentes” se hallan los dibujos que acompañaban los catastros, la lista o registro oficial de propietarios de tierras y sus arrendatarios. Estos dibujos se denominaban mapas catastrales y reflejaban la relación geográfica existente entre las distintas parcelas.

Actualmente, son muy comunes y registran lindes de propiedades de forma similar a como se establecía hace algunos siglos. Uno de los usos básicos de los catastros es el proporcionar una base sobre la cual fijar impuestos. Lo que puede ser la razón por lo que ha interesado siempre este tipo de mapas. Relacionados con los mapas catastrales, pero de una naturaleza más general, están los planos, una categoría de mapas generales a gran escala. Son mapas detallados que muestran edificios, carreteras, líneas fronterizas y límites administrativos. Los planos de las áreas urbanas están realizados obviamente a gran escala.

En los estados que poseen un gran programa integrado de mapas como por ejemplo el reino unido de Inglaterra, los planos a escala muy grande forman la base de las series de mapas topográficos. No existe límite en cuanto al número de tipos de mapas que puedan establecerse en una clasificación según su tema dominante. Así existen mapas de suelos, mapas geológicos, mapas climáticos, mapas de población, mapas de transporte, mapas económicos, mapas estadísticos, etc. Tales categorías son únicamente útiles en cuanto a que cada clase de mapa presentará numerosas similitudes en el tratamiento cartográfico del tema y de los problemas asociados.

Es un error, sin embargo, pensar que todos esos mapas son iguales. Es probable que existan más diferencias entre un mapa litológico a gran escala y un mapa a pequeña escala de placas tectónicas en la Cuenca del Pacífico; siendo ambos mapas geológicos.

**AUTOEVALUACIÓN N° 13**

**Instrucción**: Marca la respuesta correcta.

1. Reconoce el objeto de un mapa temático:

a) Estructura de distribución de partes b) Clima diversificado c) Aspecto físico

d) Conocimiento de hidrósfera e) Aguas continentales

2. Estudio que comprende un mapa temático:

a) Mapa edáfico del Perú b) Mapa catastral c) Epidemiología peruana

d) Mapa lingüístico e) Hace conocer datos pasados

3. Atributos de los mapas temáticos:

a) Da a conocer información general b) Informa datos no precisos c) Precisión de informaciones d) Otorga datos incompletos e) Solo informa cosas pasadas

4. Distingue quién hace uso de las cartas geográficas:

a) Presidente de la nación b) Presidente del banco central de reserva

c) Ministro de Defensa d) Pilotos aéreos e) Militares del ejército

5. Conoce el objetivo de las cartas náuticas:

a) Da información de habitantes del país b) Conocer los recursos naturales

c) Informa migración de la biomasa d) Da a conocer temperatura del agua

e) Señalan trayectorias o rumbos a seguir

6. Reconoce el mapa que utiliza los navegantes marinos:

a) Mapa batimétrico b) Mapa físico c) Mapa económico d) Mapa topográfico

e) Mapa de corrientes oceánicas

7. Medios indispensables que utiliza el Jefe marino al arribar a su recorrido:

a) Carta de navegación b) Cartas de puertos c) Carta de mar abierto

d) Carta batimétrica e) Cartas generales

8. Reconoce los atributos de las cartas de navegación con instrumentos:

a) Informan sobre los asentamientos demográficos b) Indican sobre vías de comunicación c) Incluyen altitudes d) Indican líneas férreas e) Indican actividades económicas

9. Reconoce atributos de las cartas de navegación visuales:

a) Instalación de radio b) Indican términos lineales c) Explica la topografía

d) Reconoce las ciudades e) Explica las altitudes.

10. Reconoce el indicador de las cartas o mapas de navegación terrestre:

a) Población de ciudades b) Actividades económicas c) Actividad automotriz

d) Hace conocer condiciones del tiempo e) Indica condiciones de las carreteras.

**TEMA N°14**

**TECNOLOGÍA DE LA CARTOGRAFÍA**

**ACTIVIDAD N° 14**

**Instrucción: Leer atentamente la siguiente información académica:**

**LOS AVANCES TÉCNICOS EN CARTOGRAFÍA**

Tradicionalmente ha existido una fuerte relación entre la elaboración de mapas y el estado predominante del desarrollo tecnológico, y a través de los siglos los cartógrafos han mostrado una gran rapidez en introducir y adaptar a sus objetivos profesionales las innovaciones tecnológicas. Los logros tecnológicos de cada período histórico se han visto inmediatamente reflejados en el modo de seleccionar los datos y concebir el diseño de los mapas y en cómo estos se elaboran y reproducen.

Una razón para esta estrecha relación entre los avances tecnológicos y el desarrollo de la cartografía es que cada generación de cartógrafos ha tenido que enfrentarse a los dos mismos objetivos básicos. Por una parte, la sociedad ha exigido que los mapas sean más exactos, completos y actualizados, y, por otra, ha pedido una continua disminución en el coste de los mapas. Estas fuerzas duales han jugado un importante rol en el trabajo de la anterior generación de cartógrafos. En realidad, la lucha constante para cumplir estos objetivos ha conducido, en gran medida, al actual estado en que se encuentra la cartografía.

Una serie impresionante de desarrollos técnicos han sido de suma importancia para la cartografía. En el proceso de elaboración de mapas han hallado aplicación los últimos conocimientos de los campos de la mecánica, la óptica, la química, la metalurgia, el electromagnetismo y la electrónica. En gran medida, este desarrollo ha venido facilitado por el continuo progreso en los procesos de ingeniería y creatividad intelectual.

En realidad ambos, la capacidad teórica y la ingeniería, han andado a un mismo paso. Un avance en uno de ellos conlleva, normalmente, un avance en el otro. Este entendimiento entre conocimiento y tecnología ha motiva que los cartógrafos de cada nueva generación se beneficien de herramientas, máquinas y materiales mejores que la que les precedió. Los productos tecnológicos que hoy en día hayan aplicado en cartografía son de una gran sensibilidad, exactitud, velocidad y duración; son de fácil manejo y utilización; y generalmente son de una calidad superior anteriormente nunca alcanzada. Como resultado, los cartógrafos contemporáneos disfrutan de una flexibilidad sin precedentes en su cometido.

A pesar de que hace ya mucho tiempo que mantenerse al día en las nuevas tecnologías es un asunto vital para los cartógrafos, existen dos tendencias fundamentales. En primer lugar, la magnitud del cambio aportado por la aplicación de cada nueva tecnología parece ser más importante que el impacto de la que le precedió. En segundo lugar, la velocidad del cambio parece estar en continua aceleración. Las técnicas manuales basadas en instrumentos simples de uso manual han dominado en la elaboración cartográfica durante miles de años. Posteriormente, con la introducción de la imprenta y la tipografía mecánica, en China en el siglo XII y en el mundo occidental en el siglo XV, la tecnología óptica-mecánica ha dominado la actividad cartográfica. Durante los últimos 200 años los cartógrafos han venido incorporando en su trabajo la tecnología foto-química.

En la actualidad la revolución que representa la tecnología electrónica está afectando rápidamente el modo de pensar y de trabajar de los cartógrafos. Esta profesión se está convirtiendo velozmente en un campo de especialidad de alta tecnología, y no parece que pueda preverse por ahora el camino que seguirán las nuevas tecnologías y su aplicación en cartografía. En una perspectiva a medio plazo, la magnitud de los cambios motivados por la tecnología electrónica ha sido suficiente para dar pie a una falsa dicotomía.

De este modo, se establecen a menudo diferencias entre la cartografía manual (que incluye aparentemente las tecnologías derivadas de la óptica-mecánica y de la foto-química) y la cartografía automatizada o asistida por ordenador. Esta división implicaría que ambas especialidades son distintas. Por el contrario, lo que ha ocurrido últimamente se ha producido muchas veces en el pasado. Es decir se han introducido máquinas (en el último caso, la electrónica) para realizar algunas de las operaciones repetitivas que entrañan un gran consumo de tiempo. Vale la pena recalcar que en este caso, como ocurría con anterioridad cuando se introducían nuevas tecnologías, los procesos cartográficos básicos no han sido sustancialmente alterados.

Lo que ha ocurrido es que el modo como se realizan estos procesos ha sido modificado en muchos aspectos para beneficiarse de la tecnología de los ordenadores. La dicotomía aparente, no real, se ve agudizada debido a que el conocimiento de la tecnología electrónica está, en términos generales, en manos de un equipo de especialistas distinto del grupo que conoce las otras tecnologías. Lo que parecía a algunos ser una división que no es más que el desarrollo de los procesos resultantes de la introducción de las más nuevas tecnologías a una especialidad ya existente.

También es importante señalar que únicamente en casos excepcionales una tecnología ha sustituido completamente a otra. A través del tiempo el cartógrafo simplemente ha ido teniendo en sus manos más opciones entre las que ejercer una elección. Así, el cartógrafo moderno tiene el privilegio de poder buscar y elegir diversos procedimientos de entre un impresionante repertorio que las modernas tecnologías colocan en sus manos. Los cartógrafos pueden también aprovecharse de casi cualquier combinación imaginable de tecnologías híbridas. Como ello significa que existen muchas direcciones alternativas en el cartografiado, el cartógrafo tiene cada vez más oportunidad de diseñar su proceso personal de elaboración de mapas, ciñéndose a una situación dada.

En el procedimiento particular con que se aborde un determinado proyecto debe existir un equilibrio entre el tiempo de que se disponga, los costes aceptables (horas de trabajo, equipo, materiales), y el tipo y calidad del producto (mapa) que se desee. Por esta razón existen normalmente grandes diferencias entre las distintas organizaciones dedicadas a la elaboración de mapas. Claro está que, al introducir más aspectos a considerar, las innovaciones tecnológicas hacen que las decisiones que debería tomar el cartógrafo y su responsabilidad frente a ellas sean más difíciles, en lugar de lo contrario.

El valor real de los avances tecnológicos lo constituye el poder ofrecer al cartógrafo opciones o alternativas que conduzcan a un trazado más eficaz y efectivo de sus mapas. Pero para poder beneficiarse de las ventajas del potencial tecnológico es preciso tener un conocimiento global del papel central que la tecnología desempeña en el proceso cartográfico. Tratamos simplemente de proporcionar una visión de conjunto para ayuda a situar este tema en una adecuada perspectiva. En cada sección se valora el impacto de la tecnología respecto a las diversas fases del proceso de cartografiado. En ellas se incluye la obtención de datos para la elaboración de mapas, la organización o preparación de tales datos en un mapa borrador, que recibe el nombre de minuta, el diseño o especificación de los elementos gráficos que proporcionarán al mapa su carácter visual, la producción física o ejecución del diseño del mapa es un medio apropiado, y el copiado o reproducción de mapa original.

**TECNOLOGÍA MANUAL**

Los procedimientos manuales de cartografiado dominaron el período más largo registrado en la historia de la cartografía. Los artesanos llegaron a tener una habilidad increíble en los tiempos en que solo se disponía de instrumentos manuales, como cepillos, plumillas o estiletes, utilizados para trabajar sobre papiro, seda, pergamino e incluso arcilla o metal. Los mapas mundi en miniatura de los manuscritos ilustrados medievales y las cartas portulanas posteriores eran enmarañados y llenos de color. De hecho, se ha sugerido que la realización de mapas se convirtió en una profesión reconocida en los siglos XIV y XV debió atenderse a una fuerte demanda de cartas marinas y otros instrumentos de precisión para la navegación.

La imprenta no desbancó a las técnicas manuales. Los artesanos hábiles en la realización de grabados en madera (zonas talladas que no imprimen) y placas de cobre (áreas incisas de impresión) continuaron la tradición manual. A estos grupos se unieron los litógrafos y los grabadores en cera, en el siglo XIX. Alguno de los nombres más grandes de la cartografía estuvieron asociados a la “cartografía manual”. Mercator fue un hábil grabador, Abraham Ortelius, que produjo el primer atlas moderno, se inició como coloreador de mapas y Augusto Petermann, que se convirtió en uno de los más importantes cartógrafos-geógrafos alemanes y que fundó la importante publicación Petermanns Geographische Mitteilungen, se inició como grabador litógrafo.

Actualmente, miles de años después de que se elaborara el primer mapa cartográfico existente, los procedimientos manuales son aún responsables de una gran parte de la elaboración de mapas. La continua evolución de materiales, instrumentos y técnicas han ayudado a asegurar un lugar a los cartógrafos con habilidad en los procedimientos manuales, incluso en las tareas cartográficas más avanzadas. Desde luego, para muchos objetivos, es difícil igualar la velocidad, la flexibilidad y la habilidad del artesano y del técnico capaz de tomar decisiones en el proceso de cartografiado. De tal forma, que en lugar de desaparecer ante la introducción de nuevas tecnologías, los métodos manuales se han incorporado a las nuevas tendencias.

**TECNOLOGÍA ÓPTICO-MECÁNICA**

La segunda generación de innovaciones tecnológicas de gran importancia para la cartografía incluye las aplicaciones de los principios de la óptica y la mecánica. Los lentes realzan muchísimo la percepción humana, y los dispositivos de proyección han reducido sustancialmente el trabajo y han mejorado la precisión de las operaciones de transferencia de imagen. La potencia de las máquinas aumentó y mejoró la potencia de la musculatura humana. El resultado fue un gran incremento de la velocidad y de la eficacia en el proceso de elaboración de mapas, unido a una considerable reducción de los costes.

Como esto era precisamente lo que deseaban los cartógrafos, la tecnología mecánica fue adaptada mayoritariamente, abarcando desde las máquinas grabadoras para la reproducción de líneas paralelas muy juntas hasta las prensas mecanizadas. Los mapas fueron más accesibles para una audiencia mayor de usuarios potenciales de lo que hubiera sido posible si se hubiera utilizado la tecnología manual en cada mapa, original y copia. La adopción de la tecnología mecánica inició también una tendencia hacia una mayor necesidad de equipos de elevado coste en comparación a lo que se precisaba en la elaboración manual.

El impacto de la tecnología mecánica en las diversas fases del proceso cartográfico ha variado considerablemente. La fase de la reproducción ha sido, con mucho, la más afectada. Los procedimientos de preparación y producción se han convertido en gran medida en dependientes de la elección del subsiguiente método de reproducción. De hecho, la introducción de tecnología mecánica ha variado el modo en que el cartógrafo debe plantearse el proceso de realización de un mapa.

**TECNOLOGÍA FOTOQUÍMICA**

El desarrollo de la litografía y la fotografía y la aplicación de las técnicas del aguafuerte a la elaboración de mapas, a principios del siglo XIX, estimularon la tercera gran revolución en la historia de la cartografía. La litografía, que en principio se llamó impresión química, produjo copias a partir de una superficie plana, aprovechando la propiedad de la repulsión mutua del aceite y del agua, para formar una imagen impresa. Era más barata y manejable que el grabado mediante plancha de cobre y condujo, a mediados de siglo, a la producción en color. Actualmente la litografía es el método más extensamente utilizado para la impresión de mapas.

La fotografía, aplicada por vez primera a la elaboración cartográfica a mediados del siglo XIX, tuvo rápidamente un importante impacto en esta especialidad. La fotografía comenzó a aplicarse seriamente a finales de siglo y corrientemente se denominó percepción remota del medio, proporcionando a los cartógrafos una nueva forma de mapa, el fotomapa. A partir de entonces la variedad de usos de este mapa basado en la imagen parece ilimitada. El proceso fotográfico también proporcionó a los cartógrafos una técnica nueva y poderosa para las tareas de preparación, producción y reproducción de mapas que se realizan en laboratorio. Algunos trabajos característicos de la elaboración manual y mecánica de los mapas, como la aplicación o reducción de imágenes y el reporte de una imagen de referencia desde la superficie de un material a la de otro, han sido modificados en gran medida. Otras tareas, como el grabado manual de las planchas de impresión, han sido eliminadas totalmente.

Los trabajos como los asociados al proceso y preparación de imágenes fotográficas (por ejemplo fotografías aéreas) habituales en reproducción, se han sumado a la lista de responsabilidades de los cartógrafos. Los componentes básicos del proceso fotográfico son similares tanto en la percepción remota (de campo) como en las aplicaciones de laboratorio. Debe existir un objeto a fotografiar, una fuente de iluminación, un soporte sensible a la luz, un dispositivo para el control de la exposición, y un medio para el revelado químico de la imagen fotográfica. Actualmente, el equipo y los procedimientos utilizados en el laboratorio difieren de un modo significativo de los usados en el campo.

En el trabajo de laboratorio, denominado fotografía de artes gráficas, original de ilustración sustituye al escenario como objeto a copiar. La iluminación se consigue mediante una fuente de luz que puede regularse con precisión según las necesidades sin depender exclusivamente del sol. Y los dispositivos para realizar exposiciones controladas pueden utilizar tanto la reflexión de la luz como la transmisión. Estos factores se combinan para proporcionar al cartógrafo que utiliza la fotografía de artes gráficas un amplio repertorio de materiales y procedimientos. El hecho de que la tecnología fotoquímica pueda aplicarse de modo tan efectivo en el campo como en el laboratorio ha supuesto consecuencias diversas en el proceso de elaboración cartográfica. A diferencia de la tecnología mecánica, que tiene una influencia muy desigual sobre las distintas fases de la confección de mapas, el impacto de la tecnología fotoquímica opera de forma equilibrada.

De hecho se ha convertido en parte integral de todas las fases del cartografiado. Aún en la actualidad se siguen descubriendo constantemente nuevas aplicaciones. Incluso más que la tecnología mecánica, la tecnología fotoquímica ha obligado al cartógrafo a modificar las etapas del proceso de elaboración de mapas. Los métodos de reproducción alteran en gran medida los procedimientos de producción. Por ejemplo, en los mapas originales podrá rotularse correctamente de derecha a izquierda, mientras que para la impresión litográfica deben colocarse los caracteres en sentido inverso. De esta forma, sobre una minuta diseñada para ser trazada en un subsiguiente proyecto a tinta, el mejor medio de distinguir una categoría de otra será la utilización de lápices de distintos colores.

Por el contrario, la hoja de trabajo utilizada como imagen base en la colocación de los rótulos se elaborara preferiblemente en tinta negra sobre película de dibujo con el fin de facilitar el reporte fotográfico de la imagen de la superficie a grabar. Lo que sugieren estos ejemplos es que el cartógrafo debe planificar previamente sus proyectos con el fin de obtener las máximas ventajas de las estrategias alternativas de elaboración de cartografía que posibilita la tecnología fotográfica. No hacerlo conlleva generalmente ineficacia e incrementa costes en tiempo, personal y materiales.

**TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**

Los cartógrafos comenzaron a interesarse por las posibilidades de la electrónica a principios de la década de 1950, y ahora se hallan en pleno auge de una revolución de la alta tecnología. Cuando pensamos que la cartografía asistida por ordenador tiene una antigüedad de menos de 60 años, sus efectos sobre esta especialidad se revelan como revolucionarios. Se ha inventado e implementado una tecnología completamente nueva. Esta se ha centrado en la realización mecánica de muchas operaciones que anteriormente se realizaban laboriosamente a mano. Las posibilidades y la capacidad de flexibilidad que permite esta nueva tecnología facilitará la todavía mayor expansión de este campo del que, hoy en día, solo se tiene una idea parcial.

La jerga propia de la edad electrónica se ha convertido en parte del lenguaje del cartógrafo. Esta importante revolución tecnológica, la cuarta en la historia de la cartografía, promete transformar el proceso de alteración de mapas como no lo habían hecho las tres anteriores. La imagen analógica, es decir, la del mapa visible bi-dimensional, que caracterizó a las tecnologías anteriores está siendo sustituida por registros o archivos digitales en los que todas las localizaciones y los hechos se hallan codificados en sistema binario.

En este proceso se está cambiando drásticamente el modo como el cartógrafo concibe los mapas y realiza la recogida de datos, la preparación, la producción y reproducción. El mapa gráfico convencional ya no es el único, o último, producto que se genera en el proceso cartográfico. Son dos los efectos principales que tales cambios entrañan. Uno consiste simplemente en que los métodos de asistencia por ordenador requieren que los cartógrafos conozcan las nuevas técnicas, ya que es improbable que un cartógrafo experto en otra especialidad cartográfica pueda establecer inmediatamente contacto con la tecnología electrónica. En algunas operaciones la transición es más fácil que en otras. Por ejemplo el proceso de digitalización lineal (registro de las posiciones X-Y a lo largo de una línea) es similar al de la escritura.

En algunos casos son casi idénticos, ya que se crea una línea visible para indicar al cartógrafo qué zona de una línea dada debe ser digitalizada. Sin embargo, la entrada concomitante de la necesaria información auxiliar en el registro digital no tiene contrapartida en la operación de escribir, y, de hecho, el proceso de digitalización exige que el cartógrafo conozca algo sobre las estructuras de los archivos de datos digitales.

Un segundo efecto tiene que ver con el período de tiempo transcurrido entre el desarrollo tecnológico y su implantación total. La tecnología ha avanzado con relativa rapidez en comparación a su incorporación en sistemas cartográficos operativos. A pesar que los directores de entidades cartográficas sepan perfectamente que muchas operaciones pueden realizarse con ayuda de la informática, la falta del necesario capital, o del conocimiento exacto de la configuración del equipo necesario para obtener un sistema eficiente para una organización cartográfica específica, puede haber motivado que no se disponga de él.

Todavía se está muy lejos de haber alcanzado una automatización completa de los procesos convencionales de elaboración de mapas. Los cambios aportados hasta la fecha por esta tecnología son muy irregulares. En algunos aspectos, los desarrollos han sido profundos, pero en otras han sido mínimos. El interés inicial se encaminó a la integración de la electrónica con otras tecnologías anteriores. Se obtuvo un considerable éxito que provocó un período de imitación y réplica más que de verdadera innovación. Más recientemente se han tomado medidas significativas encaminadas a lograr una elaboración cartográfica totalmente informatizada.

Esto ya ha conducido a la creación de fotomapas basados en datos digitales percibidos en zonas no visibles en el espectro electromagnético y representados en imágenes dinámicas interactivas de vídeo. Si bien otras innovaciones irán sin duda apareciendo, la cartografía asistida por ordenador sigue siendo una denominación más apropiada que cartografía automatizada para describir el estado actual del tema. Pero el empuje dentro de esta especialidad la dirige claramente hacia una mayor automatización, y por lo tanto ello puede cambiar pronto.

La elaboración de mapas asistidos por ordenador implica el desarrollo e integración de los tres componentes de cualquier sistema informático. Están las máquinas o equipos que realizan las operaciones (hardware), está el soporte lógico de instrucciones o programas que dicen a la máquina lo que debe hacer (qué, cuándo, dónde, cómo) (software), y están los datos que las máquinas deben procesar bajo el control del programa. El éxito de la elaboración cartográfica asistida por ordenador depende de la habilidad del cartógrafo y del desarrollo y aplicación de cada uno de estos componentes del sistema informático dentro de un medio informático.

EQUIPO (Hardware): La configuración del equipo de un sistema de elaboración de mapas asistido por ordenador está expuesto como: Dispositivo de entrada 🡪 Unidad central de proceso CPU --> Dispositivo de salida. En el centro del sistema se sitúa un ordenador digital de alta velocidad o unidad central de proceso (CPU). Su función es recibir los datos en forma digital y procesarlos para que aparezcan en la forma en que el cartógrafo los precise (output). Existe una gran variedad en cuanto a velocidad, potencia y funciones de las unidades centrales de proceso.

Los microordenadores de capacidad relativamente pequeña (o microprocesadores) tienen una rapidez adecuada a las funciones potenciales de elaboración cartográfica asistida por ordenador, tanto en la oficina como en el hogar, por lo menos en un limitado campo de acción. Los miniordenadores de capacidad media se dedican generalmente a unas pocas funciones especiales y se han convertido en el equipo ordinario para entidades cartográficas, incluso en las relativamente pequeñas.

Los grandes ordenadores se han diseñado para realizar gran variedad de trabajos, a partir de una gran variedad de dispositivos de entrada de datos en apariencia de modo simultáneo, y se usan ahora de manera habitual para el soporte de las operaciones diarias de las grandes agencias elaboradoras de mapas y de las entidades dedicadas a la investigación cartográfica.

Apoyan al CPU una serie de dispositivos periféricos para la entrada, almacenamiento y salida de datos. La mayoría de tales dispositivos sirven a una amplia gama de usuarios pero algunos son de especial interés para la cartografía asistida por ordenador. Entre ellos se incluyen unos instrumentos de entrada de datos, llamados digitalizadores, y sistemas especiales de salida gráfica, como impresoras, trazadoras y pantallas de imagen adecuadas para la presentación de mapas. Como estos digitalizadores y sistemas de salida de gráficos se han convertido en importantes instrumentos en la elaboración de mapas.

SOPORTE LÓGICO (Software): El componente de soporte lógico de un sistema informático de elaboración de mapas es quizá menos tangible, pero no menos importante que los componentes del equipo. Los ordenadores necesitan instrucciones explícitas. Así, son necesarios juegos de instrucciones, denominados programas, para llevar a cabo el procesado y reforma (reestructuración) de los datos que hasta ahora los cartógrafos tenían que realizar por medios no electrónicos. Antes de que puedan elaborarse tales programas, debe analizarse cada una de las tareas cartográficas y seguidamente estructurarse un proceso, paso a paso, conocido como algoritmo.

Los procedimientos más comunes utilizados por los cartógrafos se han traducido en programas de software escritos en lenguajes de ordenador especiales, como por ejemplo el FORTRAN o el Pascal. En realidad, muchos procedimientos de elaboración de mapas se han programado en más de una ocasión. Como esto se ha realizado normalmente por individuos que trabajan independientemente en diversas instituciones, los programas normalmente se escriben utilizando algoritmos ligeramente distintos, así como también distintos lenguajes de ordenador y específicamente de máquina.

A pesar de que se hayan introducido en los mercados comerciales desde hace ya algunos años diversos programas individuales para el trazado de mapas, solamente ahora pueden comenzar a obtenerse paquetes cartográficos de tipo general, que pueden manejar una diversidad de tareas. Los cartógrafos actuales que se hallan bien informados trabajan frecuentemente con estos programas “enlatados” de elaboración de mapas (prediseñados) y deben tener el suficiente conocimiento del funcionamiento de los ordenadores para comprender las implicaciones cartográficas de cada algoritmo que se utilice.

Desde luego, todavía no se han creado todos los programas adecuados a la cartografía, lo que significa que el cartógrafo moderno estará también directamente involucrado en la realización de programas en el curso del cumplimiento normal de sus actividades diarias. Por ello el cartógrafo profesional debe conocer operativamente por lo menos uno de los lenguajes propios del ordenador.

DATOS: Tanto el equipo como el programa tienen escaso valor para los cartógrafos si los datos que deben aparecer en los mapas no pueden presentarse en forma compatible a los ordenadores. Esta necesidad señala la importancia del componente datos de un sistema informático de elaboración de mapas y ayuda a explicar el por qué los dispositivos de entrada de datos, como los digitalizadores, han adquirido un papel tan importante en la moderna cartografía. Pero existe algo más en el hecho de convertir los datos en compatibles para el ordenador que la simple transformación en registros digitales.

Se deben editar, etiquetar, rotular con la información referencial necesaria, y estructurar de modo que conserven su carácter espacial y permitan una cómoda utilización en un futuro. Una vez creados, los archivos o bases de datos resultantes deben mantenerse actualizados para cumplir con las necesidades tanto de los cartógrafos actuales como los de generaciones futuras. Hasta la fecha, de entre los tres componentes básicos de los sistemas de elaboración de mapas por ordenador, los datos han sido el punto débil. La construcción de la base de datos ha quedado retrasada respecto de los avances de los equipos y al desarrollo de los programas.

Actualmente, en este campo se están realizando mejoras a una velocidad mayor que en el pasado y un número de agencias estatales, entre las que se incluye el Instituto Geográfico Militar, se han comprometido a establecer y mantener las bases de datos que serán de gran valor para los cartógrafos en los próximos años.

**IMPACTO DEL CAMBIO TECNOLÓGICO**

Históricamente, la tecnología ha tenido un impacto muy importante sobre la cartografía y, como ya hemos indicado anteriormente, la velocidad y magnitud de los cambios parecen estar actualmente en un proceso de aceleración. No es fácil ni muy significativo categorizar los cambios que se están produciendo en buenos o malos. El tratar de hacerlo supondrá poner de vista que un cambio refleja los ajustes evolutivos de las necesidades de una dinámica sociedad de usuarios de mapas.

Lo que sí es útil es considerar como la vida del cartógrafo se ve influida por los cambios que se están produciendo. Diversos temas presentan un especial interés para cualquier persona que por primera vez tome contacto con la cartografía. Al considerar tales puntos, es importante considerar que los trastornos derivados de sustituciones y adiciones no influyen en el fin primordial, básico, que es no solamente realizar los mapas con mayor rapidez y menor costo, sino también elaborar mapas que sean el reflejo más eficaz del pensamiento humano y que mejoren la comunicación de conceptos ambientales e informativos.

**INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA:** La potencia, velocidad operativa y capacidad funcional de los modernos ordenadores permiten manejar una amplia gama de trabajos cartográficos, pero aún en la actualidad se registran todavía algunas lagunas. Una de ellas sería la posibilidad de que los archivos adecuados para datos compatibles con el ordenador se adaptasen a la amplia gama de escalas y temas de los mapas. Otra sería conseguir unos programas lo suficientemente versátiles como para realizar las innumerables manipulaciones gráficas y de datos utilizados en el proceso de realización de mapas.

A pesar de que el suministro de datos digitales y los programas cartográficos se están perfeccionando constantemente, todavía falta algún tiempo para que los datos y programas sean suficientes como para abarcar toda la gama completa de tareas derivadas de la realización de mapas y que estas puedan realizarse en cada uno de los sistemas de ordenadores actualmente en uso.

De todos modos, la tecnología electrónica tiene ya una influencia enorme en la cartografía. La aplicación de la electrónica está difuminando las antiguas distinciones entre las diversas técnicas clásicas de elaboración de mapas. Los cartógrafos han trabajado con tres generaciones de instrumentos electrónicos durante el último cuarto de siglo. A mediados de la década del 50 comenzó a realizar un acoplamiento de las tecnologías mecánica, y digital. Seguidamente, en los primeros años de década del 60, comenzó a producirse un acoplamiento entre las tecnologías fotográfica y digital. Y finalmente a fines de la década de los 60 comenzó a realizarse la elaborarse de mapas por medios totalmente digitales.

En la actualidad se utilizan corrientemente equipos que realizan mezclas mixtas de las diversas tecnologías. La integración de los instrumentos más modernos y sofisticados es tan completa que ya no tiene sentido tratar de identificar o separar la contribución de las tecnologías individuales. Los procedimientos de elaboración de mapas se han convertido en algo tan difícil de tipificar por medio de su tecnología como las mismas máquinas que se utilizan en dicho proceso. Las viejas fronteras se están derribando rápidamente. Ya que cada tecnología presenta inevitablemente unos defectos y unas ventajas que le son propias, la cartografía moderna utiliza comúnmente procedimientos basados en varias propuestas.

Las actividades manuales, óptico-mecánicas, fotoquímicas y electrónicas pueden integrarse con el fin de tratar de alcanzar una mayor eficacia en los mapas. La idea es mezclar procedimientos basados en diferentes tecnologías de tal modo que cada una de ellas aporte sus propias ventajas especiales con respecto a velocidad, coste, exactitud y otras calidades deseables.

De modo semejante, la tecnología electrónica está alterando las tradicionales divisiones entre las distintas etapas del proceso de elaboración de mapas. Anteriormente tenía sentido pensar en la elaboración de mapas en términos de las distintas fases de recogida de datos, preparación, producción y reproducción. Pero si los datos pueden recogerse directamente en forma digital, las etapas de preparación, producción y reproducción, en algunos casos, tienden a unirse en una sola operación.

Simplemente pulsando una tecla (pulsador) el cartógrafo pasa de una fase a otra. Esta desaparición de las antiguas divisiones es particularmente cierta cuando sólo se realiza una única copia de un mapa para la utilización de un solo usuario, o cuando se telecomunica una imagen cartográfica a diversos terminales de pantalla para visionado directo seguido de borrado. Esta difuminación de las tecnologías, procedimientos y etapas de elaboración de mapas está cambiando el modo de cómo se realiza la cartografía y, en el proceso, se está alterando la relación entre realizador y usuario de un mapa.

Cuando los mapas se elaboraban manualmente y solo se realizaba una copia, o unas pocas copias, el usuario del mapa normalmente estaba relacionado de alguna manera con su construcción. Pero durante el período en que las tecnologías mecánicas y foto-químicas sofisticadas dominaban las actividades cartográficas, existía la tendencia a prescindir de su usuario. Los cartógrafos profesionales eran responsables del diseño, elaboración y reproducción de mapas y series de mapas, que seguidamente quedaban almacenados en depositarios y bibliotecas para su posible utilización posterior por los usuarios potenciales.

Hasta muy recientemente, en general, el usuario de los mapas debía contentarse con los mapas impresos disponibles. Hoy en día, la tecnología electrónica está haciendo rápidamente posible que el usuario de un mapa tome parte directa en su elaboración, especialmente si el trazado del mapa se realiza sobre una pantalla, o mediante equipos trazadores conectados a un microordenador. Desde luego el resultado es que el usuario con buenos conocimientos puede confeccionar mejor los programas para la elaboración de mapas, a la medida de sus intereses, y no necesita confiar en las valoraciones de un cartógrafo profesional, que puede desconocer la utilización que se le pretende dar al mapa ni tampoco el grado de sofisticación que su usuario necesita. De este modo, la tecnología electrónica está cambiando también el papel del cartógrafo profesional. En lugar de tener como objetivo la elaboración de un repertorio de mapas impresos para una utilización potencial, los cartógrafos necesitan cada vez más centrarse en la realización de programas de elaboración de mapas y datos ambientales de un modo más accesible a los potenciales realizadores de mapas.

**COSTE DEL CAMBIO**

Cualquier cambio implica un coste. Tiempo, trabajo, materiales y equipo tienen un precio. Los cartógrafos han tenido que incrementar su cifra de gastos en equipo y materiales para disminuir su dependencia de una labor artesanal y reducir horas de trabajo. Cuando esta sustitución se efectúa de modo extremo, el desembolso de capital puede ser enorme. Las unidades del equipo de fotoprocesado cuestan normalmente entre 5,000 a 20,000 dólares USA, los dispositivos periféricos del ordenador entre 5,000 y 50,000 dólares USA, y los sistemas integrados entre 250,000 y 1,500,000 dólares USA. Las entidades más importantes de elaboración de mapas pueden precisar varios ejemplares de cada máquina.

El cambio tecnológico ha aumentado la diferencia entre las diversas organizaciones. Anteriormente, podían desempeñarse las mismas tareas sin importar la envergadura de la firma. Los empleados se desplazaban libremente entre los diversos establecimientos llevando consigo, generalmente, lo que estaban haciendo. La necesidad de reciclaje era mínima. Pero las circunstancias han cambiado. Los establecimientos pequeños se ven obligados a seguir utilizando las viejas tecnologías, mientras que las grandes tiendas tienden a basar sus operaciones en las últimas técnicas.

A pesar de que los empleados pueden moverse con relativa libertad entre diversos establecimientos de aproximadamente la misma envergadura, ya que utilizan las mismas tecnologías, no pueden acceder a los de rango muy distinto sin tener que llevar a cabo un importante reciclaje, ya que utilizan tecnologías diferentes. Una consecuencia importante es que el precio de la tecnología en evolución puede incluir gastos enormes de educación y reciclaje del personal. De hecho la educación continua se ha convertido en vital para el cartógrafo. Ello puede hacerse a través de grupos de trabajo asociados a organizaciones profesionales, o acudiendo a instituciones universitarias.

**CANTIDADES ENORMES DE DATOS**

El cambio de tecnología ha traído consigo la necesidad de recoger, procesar, almacenar y recuperar una ingente cantidad de datos. El manejo efectivo y eficiente de tales datos se ha convertido en asunto de una importancia para los cartógrafos. Cuestiones relativas a seguridad, acceso, mantenimiento actualizado, cargos al usuario y formas de archivo plantean problemas difíciles. Se hace necesaria la edición de normas de tipo general, y también la existencia de personal dedicado a controlar el cumplimiento de tales normas. Hasta que ello sea así, la naturaleza futura de la cartografía es incierta.

Los problemas asociados al manejo de cantidades inmensas de datos aparecen acentuarse con la utilización de los modernos métodos digitales. Ya se han perdido grandes cantidades de datos debido a falta de interés o bien a un archivo inadecuado que ha provocado el deterioro de los registros electrónicos. Se necesitará de alguien con gran competencia y autoridad para resolver este problema. Afortunadamente se detectan signos de que las grandes agencias gubernamentales de elaboración de mapas, como por ejemplo la U.S. Geological Survey, están elaborando planes para la creación, conservación y distribución de los archivos de datos digitales.

Pero todavía queda mucho por hacer antes de que los cartógrafos puedan tener la seguridad de que los datos para los mapas futuros potenciales estén bien tratados, y ello para el bien de la comunidad cartográfica en general.

**CAMBIOS DE MODELOS**

Es muy probable que cualquier tipo de cambio se vea acompañado por un cambio en los modelos. Ha existido, por ejemplo una lucha continua para mejorar la exactitud de los mapas, en tanto ha ido evolucionando la tecnología. Mientras los procesos de elaboración de mapas se han visto acelerados por las nuevas tecnologías, ha existido una demanda creciente para la plasmación cartográfica de fenómenos de corta duración. Existe incluso evidencias de que la representación estática de mapas, que ha venido utilizándose durante siglos, está cediendo ante los mapas animados, como los que hace posible la retransmisión de los satélites meteorológicos. Podrían citarse muchos otros ejemplos.

Existe siempre el peligro, desde luego, de que una nueva técnica o procedimiento se crea adecuada y se acepte meramente porque es rápida y fácil. Sin embargo, la calidad en la realización de los mapas y su eficacia son temas bastante distintos. Este punto ha quedado recientemente ilustrado por los toscos mapas producidos mediante asistencia de ordenador por personas que carecen incluso de los conocimientos más rudimentarios de los principios de elaboración de mapas. A pesar de que científicos y profesionales, con amplios conocimientos y que son también eficientes usuarios de mapas, podrían ser capaces de obtener algún provecho de tales representaciones, para muchos otros es posible que el mensaje cartográfico fuera mal interpretado o se perdiese.

La mística de la última tecnología aplicada a la elaboración de mapas sirve tan solo para esto. Más allá de este punto, la utilidad del mapa se basa en la eficacia con que la técnica de elaboración de mapas se haya incorporado al diseño. La comodidad no sustituye la claridad de discernimiento en la elaboración de mapas.

Mapa

**APLICACIONES INADECUADAS DE NO PROFESIONALES**

La realización de mapas es mucho más que un mero dominio de tecnologías. Un hábil cartógrafo también sabe muy bien cómo funciona el intelecto humano y su capacidad de comunicación, conoce a fondo las diversas ciencia que forman parte del proceso de elaboración cartográfica, y de las disciplinas implicadas en las condiciones ambientales del mapa a trazar. Ser un especialista en ordenadores gráficos no convierte alguien en cartógrafo, ya que en un mapa está muy lejos de ser un documento neutro.

A pesar de que esto no es obvio en los datos, es importante saber que hasta cierto punto un mapa refleja la concepción humana del espacio que representa. Se necesita habilidad y experiencia para expresar de modo cartográfico as características esenciales de los datos ambientales de un modo efectivo. A medida de que haga más fácil y accesible a los no especialistas la elaboración de mapas, aumentará la necesidad de información cartográfica básica.

Sin tal educación corremos el riesgo de que cada vez se produzcan más mapas que cada vez informen menos sobre el medio. Empezamos a dirigir esta necesidad para desarrollar el conocimiento y la responsabilidad cartográfica.

**AUTOEVALUACIÓN N° 14**

**Instrucción**: Marca la respuesta correcta.

1. Reconoce como en el proceso de elaboración de mapas, se ha aplicado los conocimientos de:

a) Mecánica b) Biología c) Física d) Matemática e) Estadística

2. Reconoce como para la elaboración de mapas, se ha utilizado los conocimientos:

a) Cibernética b) Óptica c) Física d) Ciencias sociales e) Matemática

3. Representantes de la cartografía manual:

a) Eric Hosman b) André Venancio c) Augusto Peterman d) Cristóbal Colón

e) Vasco Hondegardo

4. A través de que tecnología, el hombre mejoró su percepción visual:

a) Tecnología visual b) Desarrollo de la mecánica c) Usando ordenadores

d) Uso de tecnología óptica e) Ordenador mecánico

5. Reconoce al valor de uso de las máquinas grabadoras:

a) Dibujar el mapa mundi b) Planos catastrales c) Usando ordenadores

d) Dibujar mapas coropléticos e) Producir líneas paralelas

6. Identifica la técnica que originó la tercera revolución cartográfica.

a) Litografía b) Estilógrafo c) Brújula d) Astrolabio

e) Identifica la técnica

7. Reconoce la tecnología que determinó la cuarta revolución cartográfica:

a) Mecánica b) Electrónica c) Símbolos d) Símbolos e) Matizado

**TEMA N° 15**

**EL RELIEVE**

**ACTIVIDAD N° 15**

**Instrucción: Lee atentamente el siguiente material educativo.**

El estudio del relieve del geosistema, está permanentemente interrelacionado a las ciencias de la tierra o a las ciencias geográficas, que a través de la geografía física se dedica al estudio del modelado en sus diversas formas. Pero al cartógrafo le permite ofrecer una información de la naturaleza (relieve) en tres dimensiones (ancho, largo y alto). Estas tres dimensiones deben ser representadas sobre las dos dimensiones del mapa (ancho y largo). Es esta reducción del número de dimensiones la que representa el más difícil problema en cartografía.

Una visión retrospectiva de cómo los cartógrafos han representado esta tercera dimensión de la superficie terrestre en el pasado, demuestra que esta tarea no está exenta de dificultades. De hecho todavía se representaba de forma simbólica en los siglos XVI y XVII. Simplemente se informaba, en dónde hay una montaña sin hacer siquiera referencia alguna a diferencias relativas de altitud.

Durante el siglo XVIII y XIX comienzan fuertes campañas realizadas por distintos países europeos con el objeto de obtener series cartográficas a escalas relativamente grandes. Este esfuerzo lleva a plantearse le necesidad de aportar una información más fiable del relieve; se comienza a cuantificarse su información, como puede verse con las normales de pendiente empleadas en estos siglos. Este desarrollo histórico es el reflejo, por un lado, del avance de las necesidades de la sociedad; por otro lado, del avance de las técnicas de levantamientos con la introducción de las fotografías aéreas de la fotogrametría, y también del avance de las técnicas que utiliza la cartografía como son la reproducción cartográfica.

En la actualidad se ha alcanzado una representación cualitativa y cuantitativa del relieve muy completa en las que las curvas de nivel, los puntos acotados, el dibujo de roquedo, la representación del micro relieve, y la aplicación de sombreados se pueden combinar a la perfección y que no parecen dejar huecos para nuevas innovaciones en el futuro. Nos estamos refiriendo solamente a la representación del relieve para mapas impresos, sin entrar en las nuevas tecnologías en donde la posibilidad de crear modelos digitales del terreno es hoy por hoy una realidad.

Una observación de los métodos antiguos y modernos de la representación del relieve ofrece claramente la posibilidad de observar el dilema con el que se han encontrado siempre los cartógrafos: por un lado, la necesidad de presentar la información de forma cuantitativamente precisa y, por otro lado, representar el terreno ofreciendo una buena imagen visual del mismo aún a costa de sacrificar la información numérica.

**RETEPRESENTACIÓN DEL RELIEVE EN EL TIEMPO**

Las primeras representaciones del relieve se caracterizan por ser meramente simbólica, como montículos de topos. No pretenden representar las montañas con su forma real y cualquier indicación de las diferencias de alturas no está representada. El cartógrafo observa el paisaje desde un lugar de la superficie del terreno y representa solamente el aspecto de las cordilleras y por donde se extienden.

En los siglos XVI y XVII el período más importante de la cartografía con nombre de cartógrafos como Anich, Blaeu, Mercator, Ortelius, Plancius, Saxton y muchos otros, el punto de observación cambió desde la superficie del terreno a una posición elevada ligeramente, resultando la representación en la forma llamada “a vista de pájaro”. El relieve se muestra ahora más realista realizado de forma perspectiva según su apariencia natural, si bien las informaciones sobre alturas fue también ignorada.

Con la introducción de programas de desarrollo de la cartografía de forma sistemática durante el siglo XIX en varios países de Europa, se produjo una variación en la precisión de las informaciones sobre el relieve. En los mapas confeccionados en esa época, el relieve ya no se presenta de forma oblicua sino como si el observador se encontrase situado sobre la zona a representar. Se presentaba de forma ortogonal y de hecho se introdujeron las técnicas geométricas de representación ortogonal como las normales de pendiente.

El paso a esta visión ortogonal del terreno nos permite representar el terreno con indicaciones de cantidad, de altitud, obteniendo así una representación más exacta del mismo.

**LAS LÍNEAS ESTRUCTURALES**

Son las líneas descriptoras del relieve, como lo son los bordes de las plataformas, los bordes de las cuencas, las que marcan los cambios de pendiente. Es decir son el “esqueleto” del terreno, las que nos dicen cómo se distribuye el relieve de una zona determinada. En las líneas estructurales podemos diferenciar las positivas de las negativas, referentes a las formas convexas y cóncavas del terreno respectivamente, o lo que es lo mismo las divisorias y las vaguadas. El solo dibujo de estas es ya una representación simplificada del relieve suficiente como para que el lector pueda conocer de forma aproximada el relieve de una zona, o incluso en muchos casos puedan revelar el material del suelo por el que pasan, como ocurre en la representación del relieve mediante curvas de nivel.

**AYUDA EN LA REPRESENTACIÓN DEL RELIEVE**

El trazado de las líneas estructurales del terreno es de gran ayuda en el dibujo de curvas de nivel, sombreado, de normales, etc. Es conveniente realizar primero su dibujo, luego sobre él se encaja el dibujo que corresponda, por ejemplo el de curvas de nivel; que se ve facilitado al estar dibujados los puntos de ruptura de la continuidad del terreno que utilizamos como guía, para saber por ejemplo en dónde son necesarias las inflexiones de las curvas. En un siguiente paso las líneas se borran, para que no aparezcan en el dibujo final.

Las líneas negativas, y las vaguadas, son las más importantes y de hecho se mantienen en todos los mapas con curvas de nivel. Puede decirse que sin ellas la representación de relieve no está completa, ya que la red de drenaje es una ayuda importante en la interpretación del terreno.

**REPRESENTACIÓN DEL RELIEVE**

En algunos casos puede interesar realizar una representación esquemática de la orografía, que sea fácil de entender y de realizar. Esto no se puede conseguir mediante el dibujo de las líneas estructurales de la zona, válido para escalas menores que 1:100.000. Su realización consiste en dibujar las divisorias y las vaguadas, y en completar la información indicando: cimas y collados, las cotas y los toponímicos más importantes. Normalmente se utilizan:

1. Línea continua y gruesa para las divisorias, a veces con trazo más grueso en función de su altitud.

2. Línea fina para los ríos y las vaguadas.

3. Triángulos para las cimas, pueden ser más grandes a mayor altitud.

4. Corchetes invertidos para indicar los collados.

En zonas de alta montaña también se representan los límites de las nieves perpetuas y de los glaciares, línea discontinua, y pueden representarse también caminos y algunas poblaciones importantes. Generalmente todos los símbolos se realizan a un solo color, el negro. El mapa resultante de este proceso, aunque más que mapa podríamos llamarlo un croquis, puede utilizarse por excursionistas de montaña, que es en donde mejor se presta el método a su utilización.

**LAS NORMALES**

Durante el siglo XIX, se desarrolla este sistema de representación del relieve, consistente en utilizar líneas negras en la dirección de la máxima pendiente. Existen dos tipos de normales con objetivos claramente diferentes:

1. las normales de sombra y

2. las de pendiente

El término utilizado en inglés y en francés para estas pequeñas líneas, es “hachures”, que significa “hachazos”. Las normales de sombra nacen en Francia y buscan una representación cualitativa del relieve. Persiguen una buena imagen plástica del relieve sin soportar ninguna información cuantitativa. Para ello se considera el terreno iluminado bajo una luz oblicua, se dibujan trazos o más gruesos o más finos en función de la luz recibida. Se crea así un efecto de claroscuro a partir del cual los volúmenes del terreno son fácilmente perceptibles.

Las normales de pendiente por el contrario, buscan una representación métrica, cuantitativa. Igualmente se crean claroscuros mediante la líneas, pero cuantificando mediante este efecto las pendientes del terreno. Ambos métodos demuestran el ya mencionado dualismo de la representación cartográfica entre lo cuantitativo y lo cualitativo. El método de las normales de pendiente persigue una representación cuantitativa de los ángulos de pendiente, sacrificando para ello el dar una buena impresión visual de la tercera dimensión del terreno. El método de las normales de sombra tiene un objetivo opuesto.

En la representación del relieve, las técnicas disponibles juegan un importante papel. Las aplicaciones del grabado sobre cobre disponibles en aquella época, no permitían la aplicación de medios tonos a los mapas sino a base de líneas. Así el método de las normales en un sombreado del terreno, realizado con los medios disponibles en el momento.

**NORMALES DE PENDIENTE**

Este medio está íntimamente ligado al nombre de Lehmann, que hacia 1800 desarrolló un método de representación del relieve basado en lo siguiente. En un terreno sometido a una iluminación cenital, las superficies horizontales reciben la máxima cantidad de luz y las verticales la mínima. Cuanto más inclinado sea el terreno, menor es la luz que recibe por unidad de superficie y, por lo tanto, más oscura será su representación. Por lo tanto, a pendientes iguales en el terreno, les corresponde oscuridades iguales en el mapa.

Esta variación de luminosidad de las pendientes en el mapa, se obtendrá variando el grosor de los trazos que forman las pendientes. Cuanto más grueso sea la normal, más oscura será la representación, y por lo tanto corresponderá a un terreno de mayor pendiente. Las normales de pendiente pueden analizarse conforme a cuatro características: dirección, espaciamiento, longitud y grosor.

DIRECCIÓN: Todas las normales se dibujan en la dirección de máxima pendiente o dicho de otro modo, perpendiculares a las curvas de nivel, al menos dentro de lo posible.

ESPACIAMIENTO: Es el sistema de Lehmann se basaba en un número constante de normales por cm, dependiente de la escala del mapa. La tabla siguiente se aplica en Alemania para los mapas de zonas que tienen pendientes comprendidas entre los 5° y los 40°

NÚMERO DE NORMALES POR CM

1/25.000 20

1/50.000 26

1/100.000 38

Relación entre la escala del mapa y el número de normales por centímetro

LONGUITUD: En la práctica, la longitud de las normales se basa en la impresión visual de pendiente. La mínima longitud de las normales se ha fijado en 2 o 3 mm.

GROSOR: En las áreas en las que Lehmann aplicaba este procedimiento, los máximos ángulos de pendiente de 45°. Por esta razón la luminosidad de las normales variaba de blanco, cuando la superficie era horizontal, al negro cuando la pendiente era de 45°. Todas las pendientes intermedias se representaban con normales de diferentes grosores, creando así una proporción negro/blanco. Esta proporción estaba matemáticamente determinada, como se muestra anteriormente.

**NORMALES DE SOMBRA**

En la técnica de normales de sombra, la variación del grosor de las normales se utiliza para crear los efectos de claroscuro, necesarios para ofrecer una impresión visual de la tercera dimensión. Se supone una iluminación del terreno proveniente de la esquina superior izquierda del mapa (desde el Oeste), por lo que las pendientes de cara a la luz, serán las más claras. Por el contrario las superficies orientadas al Sureste serán las más oscuras. En los mapas la diferencia de iluminación se obtendrá utilizando líneas finas para la zona iluminada y gruesas para las menos iluminadas.

También se presenta el relieve mediante normales de pendiente y normales de sombra para una misma zona. Se así de manifiesto la mejoría en la representación del volumen utilizando las normales de sombra. En las técnicas de representación por normales de sombra, la dirección, el espaciamiento y la longitud de la normal es idéntica que en el método de las normales de pendiente.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS: Entre las desventajas, la más importante es que no es un sistema métrico de representación del relieve. Por otro lado, al igual que las de la pendiente es un sistema engorroso de llevar a cabo, y oscurece mucho el mapa. Esto último se mejoró en algunos mapas, con el dibujo en siena de las normales de sombra.

La ventaja más importante es que logra un buen efecto visual, con el que es fácil hacerse una idea de cómo se distribuye el terreno en la zona cartografiada.

**NORMAS SIMPLIFICADAS**

El sistema de normales de pendiente descrito con anterioridad, se aplicó solamente en las grandes escalas y está hoy totalmente obsoleto. La introducción de las curvas de nivel supera con creces esta técnica cuantificadora del relieve. La aplicación del método de normales de sombra es diferente. No solo se aplicaban en mapas de escalas grandes, sino también en los de pequeña escala, por ejemplo, sobre un atlas. Esta última aplicación, ha continuado hasta el momento actual. Eso sí, de una forma muy libre sin tener en cuenta los estrictos condicionantes de longitud y espaciamiento.

Todavía se puede encontrar en los atlas la representación de montañas mediante el uso simplificado de las normales de sombra. Se representan las grandes formas del relieve, obteniendo una imagen muy generalizada de la realidad. Este sistema de simplificación se llama también sistema “de la oruga y la rama del pino”

USO ACTUAL DE LAS NORMALES: A pesar de que nuevos sistemas han perfeccionado la representación del relieve en las dos dimensiones del papel, todavía aún, hay un hueco para la utilización de todos los métodos. Hay elementos en el terreno, cuya representación mediante curvas de nivel resultaría confusa. Esto ocurre, por ejemplo, con las formas geométricas del terreno, debidas a la mano del hombre, incluso a grandes escalas, como los desmontes y los terraplenes. Igualmente pasa con la representación de algunas formas naturales del relieve, como por ejemplo las dunas, dolinas, cráteres, efusiones de lava, etc. En estos casos, aún hoy en día se utilizan las normales, tal y como se muestran en el medio.

**LOS PUNTOS ACOTADOS**

Los puntos acotados son puntos con posición y altitud numérica indicada, sobre o bajo un nivel de referencia determinado. No tienen por qué existir sobre el terreno, aunque existan excepciones como los vértices de triangulación, las señales de nivelación de alta precisión. Estos puntos nos dan información ortogonal y precisa de las diferentes altitudes de los puntos, sin embargo, no es frecuente su sola utilización para la representación de las formas del relieve.

Por un lado, la abundancia de puntos necesarios sería tal que no permitiría la representación de otros detalles planimétricos, y por otro lado no proporcionan una visión del relieve de la zona, aunque lo definan desde un punto de vista geométrico. Por medio de los puntos acotados en los mapas se utilizan en combinación con otros sistemas. Así por ejemplo, su utilización en la representación del relieve mediante curvas de nivel es fundamental, ya que informan sobre las altitudes de puntos característicos del terreno.

En cualquier caso, podemos decir que hoy en día cualquier método de representación del relieve se basa en el conocimiento de la altitud de una serie de puntos, aunque no todos ellos se representan después en el mapa.

**EL DATUM**

Antes hemos dicho que los puntos acotados con puntos con altitud indicada sobre o bajo un nivel de referencia, sin hacer mención a cuál es ese origen de altitudes. El origen o cota cero, es el denominado datum. En la mayoría de los países se toma como tal el nivel medio del mar (se hace coincidir con la superficie del geoide). Los países que no tienen costa, transfieren esta cota cero por medio de una nivelación de precisión, desde países vecinos en la costa. Así, por ejemplo, el datum de Bolivia se basa en el nivel medio del mar del pacífico, en Perú.

Sin embargo, existe cierta descoordinación entre los distintos datum de distintos países, dando lugar a algunas diferencias como puede apreciarse en la siguiente tabla:

Bélgica Holanda Alemania Suiza Italia

Bélgica - 2.31 2.29 2.23 1.98

Holanda -2.31 - 0.02 -0.08 -0.33

Alemania -2.29 0.02 - -0.06 -0.31

Suiza -2.23 0.08 0.06 - -0.25

Italia -1.98 0.33 0.31 0.25 -

Diferencias en la altura del datum para algunos países europeos en metros.

Las diferencias mayores, entre Bélgica y Holanda de 2.25 m, se explican por una diferente definición del término “nivel del mar”. Bélgica ha definido su datum como el nivel medio del agua más bajas en las mareas de primavera; Holanda, como el nivel medio del agua más alta. Las demás diferencias observadas son del orden de los 30 cm. Estas diferencias serán relevantes en grandes escalas, estando la mayoría de las diferencias dentro de la precisión del dibujo, por lo que no supondrán un problema importante en la cartografía. Tendrá importancia en los mapas que cartografien zonas fronterizas, ya que las cotas de los mapas realizados por distintos países, para las mismas zonas a las mismas escalas, diferirán lo que su datum.

**PRECISIÓN DE LOS PUNTOS ACOTADOS EN EL MAPA**

La precisión de la cota de un punto, estará condicionada por la forma en que fue determinada su altitud. Así podemos tener precisiones del milímetro (nivelaciones de precisión), del centímetro (puntos de triangulación y de apoyo) o del decímetro y del metro (puntos de cota). Sin embargo, la precisión altimétrica con la que representemos el punto acotado en el mapa, dependerá de otro factor importante: la escala. En los mapas de escala grande, podremos rotular las cotas de los puntos con todas sus cifras, cosa que no ocurrirá en mapas de escala pequeña.

Un punto determinado con la precisión del mm, en un mapa de escala pequeña podrá aparecer con solo la especificación del metro, en uno de mediana con la del dm, aunque en uno de gran escala se representará con todas sus cifras.

**NATURALEZA Y DENSIDAD DE LOS PUNTOS ACOTADOS**

Mejor que el hecho de que exista una superabundancia de puntos acotados en el mapa, es que éstos estén correctamente seleccionados. Un punto acotado no identificable en el terreno no tiene ningún valor, por lo que mejor será no incluirlo en el mapa final. Ejemplos de puntos acotados bien seleccionados son: las cumbres, los collados, las confluencias de ríos, de carreteras, etc., inicios y finales de valles, de terrazas; los puntos más bajos de depresiones. Además, en escalas grandes también serán representativos el centro de un puente, una casa aislada, el cruce de calles, plazas, etc. Todos estos tienen en común que el punto es característico e identificable en el terreno.

Por lo tanto, si la selección es buena, no es necesario fijar una densidad de puntos acotados estándar para los mapas. No obstante, el prestigioso profesor suizo Imhof, recomienda orientarse según la siguiente table:

ESCALA DEL MAPA N° aproximado de puntos acotados por cada 100 cm2

1/25.000 30

1/ 50.000 40

1/ 100.000 40

1/ 200.000 30

1/ 500.000 30

1 1.000.000 40

Número de puntos acotados recomendado por cada 100 centímetros cuadrados, en función de la escala del mapa, según E. Imhof.

Es verdad que la mayoría de mapas europeos, solo alcanzan la mitad de los aquí recomendados aproximadamente. Como norma general ocurrirá que en zonas montañosas será necesario un número de puntos mayor, que para zonas rurales. Sobre los puntos, en la norma del MTN solo se dice que deberán facilitar la lectura del terreno, y que deberán ser fácilmente identificables. Por lo tanto, el realizar una buena selección de los puntos acotados que deberán aparecer en el mapa, es más una cuestión de sentido común y buen hacer que la simple aplicación de una fórmula o de una regla determinad.

**SIMBOLIZACIÓN DE LOS PUNTOS ACOTADOS EN EL MAPA**

Los puntos acotados ordinarios se indican en casi todos los mapas topográficos con un punto pequeño. Los que tengan una cualidad especial, como los vértices de triangulación o los puntos de nivelación tienen una simbolización diferente, tal y como se muestra abajo en el ejemplo.

**AUTOEVALUACIÓN N° 15**

**Instrucción**: Marca la respuesta correcta:

1. Reconoce la forma como se representó el relieve en la antigüedad:

a) Simbólica b) Perspectiva c) Objetiva d) No registra e) Intuitiva

2. Reconoce la representación del relieve en los siglos XVI y XVII:

a) Intuitiva b) Perspectiva c) Cualitativa d) Cuantitativa e) Imaginaria

3. Reconoce la centuria en que se usó el uso de la geometría cartográfica:

a) Siglo XVII b) Siglo XVIII c) siglo XIX d) Siglo XX e) Siglo XVI

4. Reconoce la significación de las líneas estructurales en cartografía:

a) Límites b) Caminos c) Curva de nivel d) Cambios de pendiente

e) Medios de comunicación

5. Reconoce la representación convencional de la vaguada:

a) Ángulos b) Rectángulos c) Líneas d) Triángulos e) Líneas finas

6. Reconoce como se indican las cimas en el mapa:

a) Triángulos b) Rectángulos c) Conos d) Puntos e) Líneas gruesas

7. Reconoce el tipo de normal que existe en cartografía:

a) Vaguada b) De pendiente c) Independiente d) Croquis e) Varios puntos

8. País en que se estableció el nombre de las normales de sombra:

a) España b) Alemania c) Francia d) USA e) México

9. Cual fue el invento de Lehmann:

a) Matizado b) Curva de nivel c) Plano inclinado

d) forma de representar el relieve e) Signos

10. Como se obtiene la variación la variación de la luminosidad en mapas:

a) Color b) Ángulos c) Triángulos d) Líneas e) Trazo grueso.

**CLAVE DE RESPUESTAS**

**AUTOEVALUACIÓN N° 12**

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

**AUTOEVALUACIÓN N° 13**

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

**AUTOEVALUACIÓN N° 14**

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

**AUTOEVALUACIÓN N° 15**

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

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Bertín, J. (1987) La Gráfica y el Tratamiento Gráfico de la Información. Editorial Tauro. Madrid. España.
2. Bernabé Poveda, Miguel Ángel (1994) Elementos de Diseño Cartográfico. Ediciones Universidad Politécnica de Madrid. España.
3. Carrasco, M. (1998) Horizontes de la Cartografía y el Proceso Cartográfico. Editorial Artes Gráficas. Lima.
4. Joly, F. (1979) La Cartografía. Editorial Ariel. Barcelona. España.
5. Peters, Arnao (1991) Nueva Cartografía. Editorial Vicens-Vives. Barcelona. España.
6. Robinson, Arthur et al (1987) Elementos de Cartografía. Editorial Omega. España.
7. Roggero, Víctor Hugo (1990) Cartografía Descriptiva. Ediciones Biblioteca Geo-Cartográfica. Lima.

**PÁGINAS WED DE CARTOGRAFÍA:**

1. Cartesia.
2. Cartovisual.
3. Geofocus
4. Mappemonde
5. Mapping Interactivo.

Mg. Wilfredo, Contreras Aranda

Responsable del Curso