



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA**



**ANÁLISIS TEÓRICO-METODOLÓGICO DEL GEOSOFTWARE
ARCVIEW 3.2 PARA ELABORAR CARTOGRAFÍA TEMÁTICA
AUTOMATIZADA**

TESIS

PARA OBTENER GRADO DE LICENCIADA EN GEOGRAFÍA

PRESENTA

ADRIANA GUADALUPE VELASCO ARZAMENDI

DIRECTOR DE TESIS

LIC. SERGIO CHIMAL MONROY

CIUDAD UNIVERSITARIA

SEPTIEMBRE 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Copiar el trabajo de alguien es plagio,
copiárselo a muchos es investigación"

Ley de Felson

Agradecimientos

A Sergio, mi asesor por su paciencia al leer y comentar el extenso del trabajo que le hice leer, además por su tiempo para escuchar mis ideas y sobre todo por sus sugerencias para ayudarme a compilar el contenido de la tesis.

A María de la Paz por su siempre disposición a la colaboración, lo que me facilito la conclusión a este trabajo. Pero sobre todo le agradezco su apertura de ideas y su objetividad para concretar las ideas esenciales que debería plasmar en este trabajo. Sus cuestionamientos complementaron datos que faltaban en la tesis.

Al Dr. Propin por su calidez, solidaridad y sobre todo por su esfuerzo al hacer un espacio en su agenda y darse el tiempo de revisar este trabajo. Las palabras que expreso sobre mi trabajo apuntalaron mi idea de que hay que darnos el tiempo de escribir y discutir sobre la cartografía temática y la tecnología.

A Consuelo por reforzar la idea de que la teoría cartográfica debe estar presente en nuestro quehacer geográfico al aplicar la tecnología.

Al Profesor Ramón Ávila por ser objetivo y canalizar sus observaciones a lo estrictamente teórico y técnico del trabajo.

Dedicatorias

A mi madre por su apoyo incondicional en todos mis desvíos.

A mi padre por elegirme como hija.

A mi hermana por su ayuda al colorear los mapas de mi tarea, y tolerarme.

A la Azul porque sus enseñanzas y porque quiero que recuerde que siempre se puede.

A Dharma porque es la prueba inequívoca de que nunca es tarde.

A mi súper alivianada Abue que siempre da los mejores consejos.

A Chucho por compartirme si alma.

Una disculpa a los que he dejado por ocuparme en este trabajo.

Y gracias al Dios que mora en las montañas, que siempre me ha permitido regresar para estar con los que amo.

ÍNDICE

Introducción

- Antecedentes
- Justificación
- Planteamiento del problema
- Hipótesis
- Objetivos
- Metodología y técnicas

Capítulo 1. Requerimientos cartográficos para la elaboración de obras cartográficas

1.1	Conceptualización de la Cartografía temática	1
1.2	Concepto del mapa	2
1.3	Propiedades el mapa	4
1.3.1	<i>Base matemática</i>	5
1.3.2	<i>Métodos de representación cartográfica</i>	9
1.3.3	<i>Generalización Cartográfica</i>	14
1.4	Tipos de mapas	24
1.4.1	<i>Mapas generales</i>	24
1.4.2	<i>Mapas temáticos</i>	28
1.4.2.1	Mapas analíticos	36
1.4.2.2	Mapas sintéticos	37
1.4.2.3	Mapas estáticos y mapas dinámicos e interactivos	39
1.4.2.4	Mapas de inventario	43

Capítulo 2. Situación actual de la Cartografía

2.1	Problemas teóricos actuales de la Cartografía	46
2.1.1	<i>Paradigma Cognoscitivo</i>	46
2.1.2	<i>Paradigma Comunicativo</i>	47
2.1.3	<i>Paradigma tecnológico o computacional</i>	48
2.2.	<i>La cartografía y la tecnología</i>	53
2.2.1	Cronología de cambios en la cartografía por la introducción tecnológica	54
2.2.2	Cambios metodológicos en la Cartografía como resultado de la introducción tecnológica	59
2.3	Situación actual de la Cartografía temática en México	63
2.3.1	El caso de la cartografía automatizada	64
2.3.2.	El caso de la cartografía temática automatizada	74

Capítulo 3. Conceptualización de la cartografía automatizada

3.1	Concepto	78
3.2	Geosoftware para elaborar mapas	81
3.3	Funciones genéricas de los Sistemas de cartografía automatizada	86
3.3.1	<i>Entrada y captura del componente temático y geométrico</i>	87
3.3.1.	Entrada	88
3.3.1.1	Métodos de captura	88
3.3.2	<i>Almacenamiento del componente temático y geométrico</i>	90
3.3.2.1	Almacenamiento de datos gráficos	91
3.3.2.1.1	Almacenamiento vectorial	92
3.3.2.1.2	Almacenamiento raster	94
3.3.2.2	Almacenamiento de datos no gráficos	95
3.3.2.3	Base de datos cartográfica	98
3.3.3	<i>Explotación de geodatos</i>	99
3.3.3.1	Análisis espacial	101
3.5.3.2	Análisis cartográfico	102

3.5.3.3 Análisis geográfico	104
3.5.3.4 Análisis geoestadístico	105
3.3.3.5 Modelamiento	106
3.3.4 Edición	108
3.3.4.1. Concepción del mapa temático	109
3.3.4.2. Recogida, preparación y procesamiento de información de la base cartográfica	110
3.3.4.3. Representación cartográfica (simbolización)	111
3.3.4.4. Reproducción	111
3.3.5 Producción	112
Capítulo 4. Análisis del desempeño del software Arview 3.2 frente a las tareas de la cartografía tradicional y la cartografía automatizada	
4.1 Conceptualización de Arcview 3.2	117
4.1.1 Situación de Arcview 3.2 en México	118
4.2 Desempeño de Arview 3.2 frente a los lineamientos de la cartografía tradicional	120
4.2.1 Arcview y sus posibilidades para las propiedades del mapa	120
4.2.2 Arcview 3.2 y sus posibilidades para la generalización cartográfica	131
4.3 Análisis del diseño cartográfico y métodos de representación utilizados en mapas temáticos electrónicos de instituciones mexicanas	139
4.3.1 Metodología	139
4.3.2 Análisis de la producción cartográfica temática	140
4.3.3 Análisis de la calidad cartográfica de los mapas temáticos en función de elementos del diseño cartográfico que contienen	142
4.3.4 Análisis de los métodos cartográficos empleados	145
4.4 Clasificación de Arcview 3.2 de acuerdo a su funcionalidad para elaborar mapas temáticos	151
4.5 Desempeño de Arcview frente a las funciones genéricas de los sistemas automatizados de Cartografía	153
4.5.1 Entrada	154
4.5.2 Almacenamiento	155
4.5.3 Explotación de geodatos	157
4.5.4 Edición cartográfica	173
4.5.5 Producción con Arcview	175
Conclusiones	179
Pendientes	183
Bibliografía	
Anexo 1	
1. Índice de Cuadros	
2. Índice de Figuras	
2.1 Diagramas	
2.2 Esquemas	
2.3 Figuras	
2.4 Gráficos	
2.5 Imágenes	
2.6 Mapas	
2.7 Modelos	

1. Índice de Cuadros

1.	Propiedades de los mapas.	Pág. 5
2.	Propiedades geométricas de las proyecciones cartográficas.	Pág. 6
3.	Propiedades de las principales familias de proyecciones cartográficas.	Pág. 7
4.	Métodos de representación cartográfica.	Pág. 11
5.	Procesos de generalización vectorial automática por tipo de rasgo espacial.	Pág. 19
6.	Elementos de la generalización geométrica.	Pág. 20
7.	Modelos de representación temática cualitativa por tipo de rasgo espacial.	Pág. 29
8.	Modelos de representación temática cuantitativa por tipo de rasgo espacial.	Pág. 31
9.	Tipos de mapas dinámicos.	Pág. 40
10.	Cambios en la cartografía por introducción computacional.	Pág. 61
11.	Producción de Obras Cartográficas digitales en México.	Pág. 70
12.	Proyectos Geotecnológicos en México.	Pág. 71
13.	Desarrollo geocibernéticos en México.	Pág. 72
14.	Resumen de ventajas de la cartografía automatizada respecto a la cartografía no automatizada.	Pág. 81
15.	Tipo de geosoftwares para elaborar mapas.	Pág. 83
16.	Métodos de captura de información espacial.	Pág. 89
17.	Ventajas y desventajas del uso del modelo vectorial.	Pág. 94
18.	Ventajas y desventajas del uso del modelo raster.	Pág. 95
19.	Modelos de almacenamiento de datos no gráficos.	Pág. 97
20.	Tipos de explotación de geodatos.	Pág. 100
21.	Tipos de análisis espacial automatizado por tipo de rasgo espacial.	Pág. 102
22.	Resultados que se obtienen en el análisis espacial al combinarse los objetos espaciales.	Pág. 102
23.	Pasos en la preparación y procesamiento de base cartográfica y temática del mapa a elaborar.	Pág. 110
24.	Tipos de salidas del geosoftware.	Pág. 114
25.	Opciones de Arcview para la generalización vectorial.	Pág. 137
26.	Elementos de diseño cartográfico para evaluar los mapas temáticos.	Pág. 142
27.	Elementos de diseño cartográfico contenidos en los mapas temáticos analizados.	Pág. 143
28.	Tipos de Métodos Cartográficos empleados en mapas temáticos electrónicos producidos por instituciones mexicanas.	Pág. 146
29.	Combinación de Métodos de Representación Cartográficos en mapas electrónicos temáticos de las instituciones mexicanas.	Pág. 147
30.	Porcentaje de Elementos del Diseño Cartográfico contenidos en los mapas electrónicos temáticos por Institución.	Pág. 149
31.	Métodos de entrada de información a Arcview 3.2	Pág. 154
32.	Tipos de almacenamiento de Arcview 3.2	Pág. 157
33.	Resumen de las tareas de procesamiento que realiza Arcview 3.2.	Pág. 158
34.	Tipos de análisis espacial de acuerdo al objeto espacial que realiza Arcview 3.2 y la herramienta con la que lo efectúa.	Pág. 163

2. Índice de figuras

2.1 Diagrama

1.	Proceso de generalización en un sistema experto.	Pág. 16
2.	Procesos automáticos para crear un mapa automatizado.	Pág. 62
3.	Diagrama de operaciones cartográficas que se siguen para construir un “Mapa de Aptitud para Instalar Viveros”.	Pág. 171

2.2 Esquemas

1.	Elementos del mapa.	Pág. 4
2.	Operaciones de generalización automáticas para fenómenos puntuales y sus etiquetas.	Pág. 21
3.	Operaciones de generalización automática que se aplican a rasgos lineales.	Pág. 22
4.	Procesos de generalización automática de rasgos areales.	Pág. 23
5.	Reglas de ubicación de etiquetas para rasgos puntuales según Yoeli.	Pág. 136

2.3 Figuras

1.	Figuras Geométricas a partir de las cuales se desarrollan las proyecciones cartográficas.	Pág. 6
2.	Transformación automática de puntos a otro objeto espacial.	Pág. 21
3.	Transformación automática de objetos lineales a otros objetos espaciales.	Pág. 22
4.	Transformación automática de rasgos areales a otro objeto espacial	Pág. 24
5.	Tipos de datos numéricos y geográficos.	Pág. 90
6.	Símbolos de Arcview 3.2 para temas del transporte.	Pág. 127
7.	Métodos de Arcview para la clasificación rasgos espaciales.	Pág. 134
8.	Opciones para colocar etiquetas de forma manual.	Pág. 137

2.4 Gráfico

1.	Distribución porcentual por tipo de trabajo de las instituciones mexicanas que elaboran mapas temáticos electrónicos.	Pág. 140
2.	Distribución porcentual de la producción de mapas temáticos por tipo de institución.	Pág. 141
3.	Mapas temáticos clasificados de acuerdo al objetivo del mapa.	Pág. 141

2.5 Imágenes

1.	Opciones de Arcview para representar datos espaciales.	Pág. 122
2.	Tipos de símbolos lineales básicos disponibles en Arcview 3.2.	Pág. 125
3.	Galería de símbolos puntuales de Arcview.	Pág. 128
4.	Ejemplo de cartogramas elaborados en Arcview 3. 2.	Pág. 131
5.	Ejemplo gráfico de la generalización de líneas con Arcview.	Pág. 133
6.	Proceso en Arcview para la agregación de rasgos espaciales.	Pág. 134
7.	Opciones de Arcview para la generalización raster.	Pág. 137
8.	Menú de opciones para tratamiento de datos de Arcview 3.2.	Pág. 157
9.	Opciones de análisis espacial en Arcview para la sobreposición de mapas.	Pág. 163
10.	Opciones de Arcview para el análisis espacial de datos vectoriales.	Pág. 164
11.	Opciones de Análisis espacial de Arcview para estructuras raster.	Pág. 164
12.	Opciones de Arcview para generar reportes.	Pág. 177

2.6 Mapas

1.	Mapa General topográfico de Campeche.	Pág. 26
2.	Mapa Físico del Mundo.	Pág. 28
3.	Mapa de Sismicidad de México en diciembre de 2006.	Pág. 33
4.	Mapas temáticos por rama del sector industrial en México.	Pág. 35
5.	Ejemplo de mapa analítico de compilación.	Pág. 36
6.	Mapa de Peligros Sísmicos para Edificaciones de 1 a 3 niveles.	Pág. 38
7.	Mapa de Inventario de Apiarios para el ordenamiento ecológico de Pachuitz, Hopelchen, Campeche.	Pág. 44

2.7 Modelos

1.	Con las representaciones de los servicios educativos e infraestructura carretera de Querétaro.	Pág. 34
2.	Representación de vías de comunicación empleando las opciones lineales de Arcview.	Pág. 126
3.	Representación de las Curvas de nivel con Arcview.	Pág. 128
4.	Representación del método cartográfico de áreas para mostrar la Distribución de la Salinización en México.	Pág. 129
5.	Representación por medio de líneas de las Rutas de evacuación del Volcán Popocatepetl.	Pág. 130
6.	Ejemplo del resultado que se obtiene con Arcview cuando se disuelve líneas, en este caso se aplico a las delegaciones del Distrito Federal para formar el perímetro de la entidad.	Pág. 133
7.	Representación de la Distribución de localidades por altitud y el Sistema Urbano Nacional.	Pág. 145
8.	Representación del Territorio de las "Cuernecas hidrológicas y el Sistema Urbano Nacional 2000".	Pág. 148
9.	Posibilidades de Arcview 3.2 para la representación de la Cartografía Estadística.	Pág. 166
10.	Del territorio actual del Estado de Yucatán.	Pág. 167
11.	Del territorio de Yucatán en el 2050 como consecuencia del Cambio Climático.	Pág. 167
12.	Representación de correlaciones espaciales con Arcview para mostrar la Distribución del índice de Marginación en los municipios de Querétaro.	Pág. 169

Introducción

Antecedentes

A comienzos de la década de los 80's se produce un debate formal acerca de la posibilidad de aplicación de la tecnología computacional y el impacto que eso podría traer a la geografía, porque las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) permiten ir del mundo real hacia un modelo digital de la realidad que provee como en ninguna otra época histórica, la posibilidad de combinar visiones a fin de realizar estudios mucho más completos de la realidad.

Con este cambio se incorporan conceptos y métodos de análisis geográfico al ambiente digital que inciden de forma positiva para revolucionar el análisis geográfico del siglo XXI. Situación que se manifiesta como *explosión disciplinaria* a través de la difusión de conocimientos, que posibilita la simbiosis entre ciencia geográfica y su contexto.

Este enfoque tecnológico ha abierto una nueva rama de la geografía la "cibergeografía" que avanza en el estudio de las relaciones que surgen entre lo real y lo virtual. Desde la región como realidad objetiva hacia la región digital en el ciberespacio para irse engarzando uno a uno los eslabones, desde los inicios de la Geografía como ciencia humana de finales del siglo XIX, para permitir que procedimientos tecnológicos se transformen en geotecnológicos¹, y mediante las TIG llegar a la automatización de la mayoría de los procedimientos de análisis espacial.

El uso de la información por medios tecnológicos raramente ha sido determinado por las necesidades sociales, debido a esto la mayoría de las aplicaciones se han dirigido al desarrollo de software y hardware para disciplinas de carácter físico, con muy pocas aplicaciones en cuestiones sociales provocado en parte por la dificultad en la implementación de sus técnicas y métodos.

En particular la tecnología de los sistemas cartográficos, geográficos, de proceso de imágenes, etcétera, ha ingresado muy rápido en todos los sectores y en el caso particular del área de investigación no ha contado con personal suficientemente capacitado como para evaluar con profundidad esta tecnología antes de adquirirla. Esto ha influido para que nuestro mercado sea un campo fértil para las grandes empresas multinacionales proveedoras de hardware y software e incluso para que se este perdiendo el rigor teórico al quedar empañado por el potencial técnico y la limitación de los usuarios que eligen en sus estudios variables de fácil automatización.

También se ha observado la actualmente la ausencia de aportes teóricos y conceptuales hacia la cartografía automatizada en especial en su parte temática lo que ha provocado confusiones entre los usuarios que si bien pueden manejar un programa de cómputo no están capacitados para explotar el potencial del geosoftwre porque no cuentan con el conocimiento geográfico y cartográfico ni de programación para aplicarlo de forma adecuada. Ya que en las más de las veces su formación ha sido por las compañías vendedoras del software que propagan que este tipo de herramientas no requieren de una persona con experiencia, conocimientos o preparación en temas relativos a la geografía o cartografía.

En general, los usuarios del geosoftwre² no conocen su concepción teórica, el conocimiento que encierran y aplican, saben los comandos y como poner en el mapa los ríos en azul o prender y apagar capas. Pero no conocen su potencial o limitantes frente a lo que es la cartografía tradicional, la investigación geográfica o del espacio, no saben que existen estándares cartográficos para elaborar mapas y han llegado a tanto, que pretenden elaborar su propio estándar por desconocimiento de lo que la cartografía ha aportado como ciencia de la comunicación y del conocimiento.

Son escasos los trabajos en nuestro país que aborden la situación de la geotecnología, en la mayoría se abocan a resaltar en qué se empleo el programa. Falta darse el tiempo para discutir las teorías y visualizar escenarios de las implicaciones positivas y negativas de la geotecnología y no tomarla con la rapidez con que la que va emergiendo sólo porque hace las cosas más rápido o porque otros ya la están utilizando. Hay que señalarla, criticarla e incluso exigir a los desarrolladores que mejoren los programas.

Justificación

Hoy en día sería muy difícil abstraerse de la tecnología, aunque alguien podría decir que no estamos obligados ha usarla, sin embargo nos representa múltiples ventajas, y no se la puede ver como un obstáculo o como negativa sólo porque no pensamos en ella y la usamos sin cuestionarla o sin ponerle pautas, por ello es importante el debate entre la tecnología para la educación o la educación para la tecnología. Ya que esta segunda acepción tiene dos sentidos se educa para que las tecnologías sean aprovechadas o educamos para pensar las tecnologías. Esto es muy importante porque muchos creen que con enseñar las tecnologías al alumno, esté podrá dar soluciones a los diversos problemas del mundo real.

¹ Geotecnológico: tecnología basada en la geografía y otras ciencias de la Tierra

² Geosoftwre: programas de cómputo. basados en procesos y modelos geográficos, cartográficos o de otras ciencias de la Tierra.

Y en el caso particular de la geografía en México se observa que los textos sobre el uso de geotecnología se abocan más a la descripción del problema que se quería resolver, en muy pocos casos se menciona el geosoftwre que fue utilizado, pero de esté no hay conclusiones, recomendaciones o el planteamiento de los problemas enfrentados en su desempeño.

Abunda la comparación del geosoftwre³ sólo considerando su funcionalidad para la explotación de la información, los tipos de análisis que hacen, incluso hay trabajos donde se confronta precio contra funcionalidad, pero ninguno aborda cuestiones sobre su potencial para la representación cartográfica y la construcción de mapas temáticos.

En tanto los manuales del software, como puede ser el caso de ArcGis, GENAMAP, IDRISI, Arcview, entre otros, se centran en las funciones de los mismos con un contenido conceptual parcial de cartografía y geografía.

Esta situación y el observar que en los mapas electrónicos y los elaborados con geotecnología, hay una ausencia del rigor cartográfico, o para expresarlo de forma más simple carecen de los elementos que distinguen al mapa de cualquier otra publicación, y que son indispensables para conocer el territorio y las fuentes de la información presentada para que el mapa sirva como referencia documental.

Lo antes expuesto fue lo que motivó mi interés por realizar un estudio que contribuyera a subsanar la ausencia de estudios teórico-metodológicos y prácticos desde la perspectiva que dicta la cartografía temática y la cartografía automatizada sobre los sistemas cartográficos, esto significa "que puedo y no hacer con el programa y que tan fácil es hacer el mismo estudio, mapa o reporte en comparación con otros programas". Lo cual es importante porque muchos usuarios conocen a los programas por la lectura de folletos explicativos que suelen elogiar sus aptitudes, y que debido a la carencia de información acerca del software, se les conoce a éstos hasta que se utilizan.

En el momento actual existe en el mercado mexicano una gran variedad de geosoftwre con diferentes aplicaciones, precios y potenciales, que presentan una rápida evolución, que hace difícil detallar su revisión desde el punto de vista cartográfico. Sin embargo, creo que no debemos ir con esa carrera de evolución tecnológica que no permite cuestionar la utilidad real de los programas para hacer cartografía temática. Y que ha motivado el descuido del sustento teórico-metodológico de la cartografía, al tratar de agilizar las tareas de producción cartográfica, lo mismo que la deficiencia en la efectiva transmisión del conocimiento acerca de la realidad espacial, al usar la tecnología digital aplicada en la cartografía.

El panorama antes expuesto es lo que justifica mi interés para elaborar el presente trabajo, con el objeto de aportar una metodología de análisis para los programas según los planteamientos de la cartografía. Para lo cual expongo los principales conceptos sobre cartografía tradicional y la automatizada, que sirven de base para analizar los mapas publicados de forma electrónica así como las funciones de Arcview 3.2 (ESRI, Co.) que es el geosoftwre que tomé como caso de estudio, debido a que es el programa de escritorio más popular para elaborar cartografía temática ya que cuenta con el mayor número de usuarios en México y en el mundo, pero que se usa sin que se generen ideas respecto a su desempeño cartográfico

Espero que este trabajo sirva para animar a otros para que evalúen los sistemas geográficos, cartográficos y de percepción remota que utilizamos en nuestra labor geográfica. Y se desarrollen ideas del impacto de la geotecnología en la geografía nacional, en la curricula escolar y empecemos a dejar de ser sólo usuarios per se.

En este sentido es que versa este trabajo en pensar sobre la geotecnología, su impacto y cambios no sólo en los procesos o métodos sino en la concepción que ahora toma la Geografía y sus aplicaciones, considerando que ya tiene 55 años de vida, marcados a partir de la aparición del primer sistema (*Canadian Geographic Information System* (CGIS)).

Planteamiento del problema

En los últimos años 15, el avance de las ciencias computacionales, la tecnología y las nuevas teorías en comunicación se han visto plasmadas en la Cartografía, al permitir la producción de mapas en un menor costo y tiempo, en comparación con los medios tradicionales, además de que han permitido incrementar la velocidad de producción y revisión de los mismos. Por ello, el uso de los Sistemas de Cartografía Automatizada (SCA) continua su expansión principalmente en los ámbitos del quehacer académico, científico y técnico de nuestro país, porque ofrecen resultados alternativos para un mínimo de información espacial, a la que puede aplicarse opciones de análisis espacial que antes sólo estaban en los sistemas de información geográfica.

Otro hecho positivo para los SCA es que sus usuarios van en aumento, porque para su operación no se requiere de conocimientos especializados en computación, cartografía o geografía, aunque es necesario que se comprenda la esencia de los fenómenos que se representan para lograr una adecuada transmisión de la información a través de las diferentes representaciones cartográficas y se explote al máximo las posibilidades que ofrece la automatización de muchos de los procesos cartográficos.

³ http://wiki.osgeo.org/wiki/Comparaci%C3%B3n_de_clientes_ligeros_web_para_SIG
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica

Aun cuando las opciones de los Sistemas de Cartografía Automatizada no son tan complejas, como las de los Sistemas de Información Geográfica, han logrado agilizar las tareas de la Cartografía Topográfica y Temática; pero aún se requiere que se detallen sus posibilidades y limitantes desde el punto de vista cartográfico. Así como las características, aplicaciones y potencialidades que cada programa presenta para resolver las tareas de la representación de los distintos fenómenos geográficos.

Y es que tras revisar la literatura disponible sobre el tema de Cartografía Automatizada y de consultar los trabajos realizados con el diferente geosoftwre que se distribuye en el mercado mexicano, como es Arcgis, Idrisi, Arc/Info, Arcview, Geomedia, Mapinfo, entre otros, se observa la falta de estudios sobre las metodologías y teorías de la cartografía automatizada desde el punto de vista conceptual, lo mismo que se carece de trabajos que aborden la utilidad o limitantes que presentan estos programas para agilizar las tareas geográficas y cartográficas. En la mayoría de los casos sólo se cita parcialmente el trabajo que se realizó con ellos, sin documentar cuál fue el motivo de su uso o los problemas que presentaron al tratar de representar los distintos fenómenos espaciales. Lo que predomina, en general es la descripción de los diferentes productos comerciales puestos a disposición en el mercado.

Otra situación negativa que se suma a la anterior, es la referente a los manuales de operación del software, que no presentan las opciones que contienen desde el punto de vista cartográfico o geográfico, y tampoco plantean las posibilidades que el software cumple en relación con las funciones que señala la cartografía automatizada.

Además, se carece de estudios que sirvan de sustento teórico a los usuarios cuando quieren analizar el distinto geosoftwre disponible en el mercado de acuerdo con su funcionalidad geográfica y cartográfica, ya que cuando se pretende adquirir alguno de ellos, el comprador se enfrenta con que lo único que existe es lo que el vendedor expone y que no existe literatura o textos que evalúen el geosoftwre desde un punto crítico, donde no sólo se elogien su virtudes sino que se muestren los problemas que muestran en su desempeño cartográfico.

Lo cual nos hace falta para alimentar el banco de ideas y conceptos relativos a estos temas, porque no puede seguir disperso el conocimiento y que para encontrarlo haya que navegar en Internet, porque esto no esta en los libros de texto, ni se menciona en las aulas.

Por ello creo importante e invaluable la aportación formal que pueden hacer los geógrafos al analizar el geosoftwre que utilizamos en nuestra labor, con la finalidad de conocer hasta dónde cumplen con los requerimientos que señala la cartografía automatizada y en que contribuyen en la solución de los problemas geográficos y cartográficos; para dejar de lado los textos donde sólo menciona cuál es el programa de más fácil operación aún cuando no dispongan de las opciones cartográficas para hacer mapas temáticos analíticos y sintéticos, ya que se usan los programas sin cuestionar hasta donde satisfacen las necesidades que los trabajos cartográficos requieren cumplir.

Hipótesis

- I. La producción y el diseño cartográfico temático automatizado está determinado por las funciones que ofrecen el geosoftwre.
- II. En México no se puede hablar de producción de mapas temáticos por medio de cartografía automatizada, a lo que se tiende es al dibujo electrónico con escasas ligas a los manejadores de bases de datos.
- III. Existe una tendencia por parte de los usuarios de adquirir software de cartografía automatizada sin evaluar sus posibilidades para representar los diversos fenómenos físicos, sociales o económicos. Sólo les interesa que resuelva el problema inmediato sin considerar el potencial del geosoftwre.
- IV. No hay publicaciones de cartografía digital en las que se muestre a través de un mapa de tipo diagnóstico, o de síntesis o complejo el resultado de la investigación en que se uso el sistema cartográfico.
- V. Predomina la creación de bases de datos dentro del sistema cartográfico sólo para visualizarlos a través del mapa, en el que se muestra una sola variable.

Objetivo general

Analizar el desempeño de Arcview 3.2 respecto a los lineamientos del proceso de producción de la cartografía temática tradicional y de la automatizada.

Objetivos particulares

1. Señalar los componentes del proceso cartográfico tradicional para elaborar mapas temáticos
2. Resaltar los problemas y cambios que enfrenta la cartografía por el uso de la computación
3. Señalar los componentes del proceso cartográfico automatizado para elaborar mapas temáticos.
4. Analizar las funciones de Arcview 3.2 en comparación con los componentes de la cartografía temática tradicional y la automática para elaborar mapas temáticos.

Metodología y técnicas

Es una investigación teórico conceptual, en la cual se revisaron las teorías y puntos de vista vertidos en el tema de la cartografía automatizada con la finalidad de analizar el conocimiento que contiene el Arcview 3.2, y así estar en la posibilidad de analizar su potencial y limitantes frente a la cartografía tradicional y automatizada para elaborar mapas temáticos dejando de lado los elogios de los vendedores.

Para lo cual se realizó lo siguiente:

- Revisión bibliográfica sobre la cartografía tradicional temática, concepto, características estructura, ventajas y limitaciones actuales.
- Análisis de los problemas de la cartografía tradicional.
- Revisión bibliográfica sobre la cartografía automatizada, su desarrollo histórico, concepto, características principales, estructura, ventajas y limitaciones actuales.
- Análisis de los mapas electrónicos publicados por diversas instituciones mexicanas en función de los requerimientos del diseño cartográfico. La evaluación de la calidad cartografía electrónica de los mapas se realizó a partir del análisis estadístico de los elementos del diseño cartográfico y de los métodos de representación empleados, sin considerar su contenido científico. Lo que permitió identificar los elementos que influyen negativamente en la calidad de los mapas y en la transmisión de la información contenida en los mismos.

Para el análisis se construyó una matriz que incluyó: los componentes del diseño cartográfico, la evaluación de los métodos de representación empleados y el tipo de cartografía temática, para ésta se consideró el objetivo del mapa (sintético, analítico, estáticos y/o dinámicos, de inventario y/o de diagnóstico). Y se optó por el análisis numérico de la frecuencia con que aparecen los elementos del diseño cartográfico en cada mapa, con la intención de evitar la evaluación narrativa o cualitativa. Y así evaluar hasta donde es cierta la premisa de que los mapas elaborados por medios automáticos no se ciñen a las reglas del diseño cartográfico.

- Revisión de la documentación sobre el software Arcview 3.2.
- Conclusión del desempeño de Arcview 3.2. frente a las funciones de la cartografía automatizada y los conceptos teóricos de la cartografía temática tradicional. Para lo cual se generaron matrices con las funciones u operaciones cartográficas tanto las que marca la cartografía no automatizada y la automatizada y en las casillas se marcó con una X la opción con que cuenta Arcview, con la finalidad de poder cuantificar con que porcentaje de las herramientas cuenta. Pero además se documentó como se llama la herramienta o función en el sistema y sus limitantes.

Para comprobar las posibilidades cartográficas de Arcview según la cartografía temática, se elaboraron mapas con cada una de las representaciones, los cuales se incluyeron como ejemplo en la tesis.

1. Requerimientos cartográficos para la elaboración de obras cartográficas

Con la automatización, muchos usuarios no especialistas en representaciones del espacio han estado produciendo obras que llaman cartográficas por el simple hecho de que las elaboraron con un software que permite producir imágenes del espacio terrestre. Pero esto es un error, ya que en muchos de los productos no se respeta el lenguaje cartográfico que se ha establecido de manera universal a lo largo de la historia de la cartografía lo que provoca que todo el cúmulo de investigaciones en representaciones cartográficas, para expresar lo que vemos en la naturaleza se venga abajo. Es como escribir un libro en el que se usan letras diferentes a las que todos conocemos, debido a que el escritor no conoce el alfabeto.

Para los profesionales que su campo de estudio no tiene que ver con el espacio terrestre opinan que no se debe respetar el lenguaje cartográfico. Pero hay que recordar que su contraparte escrita incluye una gramática y un alfabeto para transmitir ideas y lo mismo ocurre en la cartografía donde su gramática está compuesta por la escala, la orientación, la simbología y los sistemas de referencia, en tanto que su alfabeto está formado con la gama de símbolos convencionales que la cartografía ha creado. Por lo cual no se deben de emplear indistintamente colores, símbolos y representaciones para los fenómenos espaciales, porque éstos deben dar la idea a simple vista de cómo es el territorio sin tener que recurrir a la leyenda para su interpretación.

Además hay que recordar que un mapa se debe interpretar de forma fácil, para que el mensaje plasmado en él lo capte el usuario, no sólo expertos, sino la población en general, lo cual ya se ha logrado con los métodos tradicionales de elaboración de mapas por lo que ahora está el reto para que con la nueva tecnología se refuerce la labor comunicativa de los mapas considerando siempre, las reglas cartográficas de representación de fenómenos espaciales y la semiología cartográfica en especial en los mapas temáticos y para que los fenómenos que son muy dinámicos puedan ser plasmados rápidamente en mapas.

Y es que los desarrollos de la última década han hecho que sea menor la necesidad de las habilidades tradicionales para producir mapas porque se está más cerca de elaborarlos de forma totalmente automatizada. Aunque aún estamos lejos de haber resuelto todos los problemas que implica introducir computadoras en el proceso de elaboración de mapas.

1.1 Conceptualización de la cartografía temática

Según Robinson (1987) la cartografía temática es un ensayo geográfico, ya que permite reflejar las relaciones geográficas relativas a distribuciones territoriales particulares, interesada por temas como densidades, magnitudes relativas, gradientes, movimientos y diversos aspectos ambientales y geográficos de los fenómenos terrestres (Robinson, 1987). Formada por un conjunto de operaciones científicas, artísticas y técnicas producidas a partir de resultados de observaciones directas o de exploraciones documentales, teniendo como fin la elaboración de cartas y planos.

Que contribuye al conocimiento de la distribución espacial, las relaciones e interdependencias de los fenómenos estudiados con lo que se ha convertido en un método de trabajo, análisis y síntesis con diversos campos de aplicación.

Su desarrollo se remonta a la primera parte del siglo XIX cuando se empezó a realizar el registro de estadísticas de todo tipo, desde observaciones meteorológicas hasta tasas de criminalidad; datos que contribuyeron a que se idearan para ellos nuevas formas de representación.

Se tendría que esperar hasta principios del siglo XX para que los geógrafos, generalizaran una práctica ya antigua en otros campos y representaran, tomando como fondo los mapas topográficos o corográficos, algunos informes cualitativos y cuantitativos con el fin de mostrar su distribución y sus correlaciones. De esta forma nació lo que hoy conocemos como cartografía "temática", uno de los medios más elocuentes de expresión del geógrafo que en la actualidad ha perdido su exclusividad para ser usado por diversos usuarios.

Los 60's, quedan marcados como la década del uso desmedido de ideas y normas para alcanzar una mejor formación de la teoría y la práctica de la cartografía temática con el objeto de obtener en menor tiempo nuevas formas de representación para los fenómenos espaciales.

En tanto el período contemporáneo la cartografía se caracteriza por la progresiva divergencia de las dos tendencias que ya se perfilaban durante los siglos XVII y XVIII: la cartografía topográfica y la temática. A decir verdad, esta dualidad, normalmente admitida, obedece a un abuso del lenguaje; pues si bien el adjetivo "topográfico" tiene el sentido preciso de "representación exacta y detallada de un lugar", el "temático", que es por otra parte de uso reciente, tiene un significado vago y

polémico, por ejemplo las denominaciones propuestas, como "cartografía aplicada" o "cartografía especializada", resultan igualmente inadecuadas. Porque en efecto todo mapa, incluso el topográfico, ilustra un "tema". Así que para hacer una distinción, el vocablo "temático" se usa para calificar todo mapa cuya finalidad sea distinta de la puramente topográfica como es representar el relieve de la tierra, corrientes de agua, presas, lagos, y obras construidas por el hombre como vías de comunicación.

También ha surgido la necesidad de designar a estos mapas con otro nombre que el de "mapas temáticos", ya que abarcan todos los campos de estudio de la geografía. Y se ha ido desbordando progresivamente, para extenderse a diversos objetos: como son los mapas geológicos, los políticos, los históricos y, más tarde a los mapas climatológicos, los de vegetación, los edafológicos, los de carreteras, los aeronáuticos, los turísticos, los de riesgos y últimamente los espaciomapas, sólo por citar algunos ejemplos.

La cartografía temática se ha visto influenciada por los cambios tecnológicos en los últimos años, como ha sido la modificación en el desarrollo de hardware para la captura espacial de datos, la edición y reproducción de mapas en formato analógico así como las facilidades para el ploteo, lo que ha favorecido que se convierta en una herramienta analítica para dejar de ser sólo una representación gráfica. Y para esto ha tenido que modificar sus técnicas tradicionales, pero se ha visto fortalecida porque han aumentado las fuentes de información ya que ahora se emplean imágenes de satélite, fotografías aéreas, videos, datos levantados por GPS, la modelación numérica, mapas en archivos digitales, resultados con copias electrónicas y páginas Web. Así como la introducción de procedimientos modernos de investigación como la documentación, la estadística, la fotografía aérea, la informática, la información proveniente de los satélites y de su procesamiento automatizado, el uso de los sistemas geográficos y cartográficos, las herramientas de bases cartográficas que facilitan la producción inmediata de mapas temáticos, así como los progresos conseguidos en la expresión gráfica, que han contribuido en el avance de la cartografía temática y topográfica. Y han facilitado la solución a viejos problemas que la cartografía ha enfrentado como son el tratamiento, el registro, el análisis y la comunicación de la información geográfica (Robinson, 1987).

Sin embargo, aún la cartografía temática tiene que dar solución a los problemas siguientes:

- 1) Que el método de comunicación sea considerado como parte de una teoría.
- 2) Que la transmisión del conocimiento y la percepción del mapa temático sea por medio de símbolos legibles y colores apropiados.
- 3) Que se encuentre un método automatizado óptimo para la producción de mapas temáticos únicos y en serie, donde los costos sean económicos (Karl, 1979).

Y es que a pesar de que los problemas antes citados por Karl ya son viejos, aún siguen vigentes primero, porque los hacedores de mapas se preocupan poco por considerar un método de comunicación que transmita de la mejor forma la idea que presentan a través del mapa. Segundo, porque los símbolos empleados en la elaboración de mapas temáticos en ocasiones no son los apropiados para representar el fenómeno espacial de manera legible bien sea porque los tamaños, formas y colores de los mismos no son discernibles en el mapa.

1.2 Concepto del mapa

Los mapas han sido utilizados por siglos no sólo como medio pasivo de registro de resultados, sino como documento en la investigación de las complejas distribuciones y relaciones espaciales físico-humanas, así como de los patrones espaciales, ya que permiten analizar conceptos, predecir el futuro, tomar decisiones y comunicar los conceptos espaciales. Son un instrumento para la comunicación, el conocimiento, el descubrimiento y la exploración del territorio y son el reflejo más eficaz del pensamiento humano. Es el documento donde se pueden apreciar cuantitativa y cualitativamente los diferentes hechos y fenómenos geográficos y son el único medio para reducir la componente geográfica en función de las relaciones de proximidad espacial, y no son como muchos piensan un descubrimiento de la era de la informática.

Su importancia radica en que es un documento con valores e ideas, y que por siglos ha sido usado para imponer fronteras, razas, demostrar poderío geopolítico, verter propaganda, mostrar supremacía de pueblos, o ser un despojo en la construcción de relaciones sociales, etcétera (Monmonier, 1991). Son testimonio de soberanía, reflejo de la democracia y forman parte del proceso de apropiación del territorio, condición indispensable para la consolidación de una sociedad, la historia ha demostrado cómo el concepto de identidad en un grupo social depende a su vez del concepto de pertenencia territorial (INEGI, 2000). Donde los métodos de representación empleados están en función de los intereses de un grupo en determinado tiempo, los cuales sirven para reforzar su estatus, y valdría la pena acerse la pregunta de ¿si los mapas sirven en la lucha por el

mejoramiento social? En ellos existe un valor selectivo de lo que será plasmado (Martin, 1996) lo cual no es culpa del que elabora el mapa si no de quien lo solicita.

Por lo cual, el mapa no es una representación objetiva de la realidad, libre de valores de juicio, sino que más bien es afectado por las relaciones de poder de la sociedad. Digamos que es una distorsión regulada de la realidad, y del territorio que crea ilusiones creíbles de correspondencia. El cual es manipulado para presentar los datos en forma positiva o negativa. Recordemos que los contornos del mundo ya han sido trazados por los que ejercen el poder y ahora con el geosoftwre es mucho más fácil ajustar mensajes condicionados a lo que se pueda mostrar el mapa. Por lo cual el autor del mapa debe recuperar el valor moral de los mapas ejerciendo un juicio ético sobre lo que se plasma en el mapa.

Hasta cierto punto es aceptable que se consideren los mapas como subjetivos cuando muestran una selección y valores que son del interés de un grupo particular, pero a pesar de ello es un modelo objetivo de la realidad, con propiedades de abstracción, selectividad, síntesis, escala, dimensionalidad, unidad, continuidad; legibilidad, semejanzas geométricas y correspondencias geográficas. Y su realización no es una aplicación rutinaria y simple de un repertorio de normas técnicas, ya que se genera un constructor social para intercambiar ideas entre sujetos; de aquí la importancia de la imaginación teórica, hipótesis, especulación e inesperadas conjeturas.

Y es que se usan como medio de análisis espacial y temporal de la realidad basada en el estudio de las particularidades y leyes internas relativas a la distribución de los fenómenos geográficos, así como en la investigación de las interrelaciones espaciales, de dinámica y desarrollo de dichos fenómenos; y sirven como medio de almacenamiento y presentación del resultado de cualquier estudio geográfico y cartográfico la cual ha crecido gracias a la automatización en la reproducción de representaciones cartográficas.

Una notable propiedad del mapa geográfico es que posee la interfase con el mundo ya que ofrece la posibilidad de mostrar de una sola mirada, un territorio de cualquier dimensión y permitir la obtención de las características y relaciones espaciales de los objetos representados en él. En este aspecto ninguna descripción literaria puede sustituirlo y de esto deriva el valor que tiene en la práctica además de que se ha convertido en la interfase de los datos espaciales con los procesos analíticos. Hasta convertirse en el producto central de los modernos programas cartográficos llamando a éste resultado "mapa virtual" o "temporal", el cual ofrece mayor flexibilidad que el mapa tradicional o "mapa real" (Moellering, 1984). Porque desde el punto de vista cartográfico permiten realizar análisis reales y extraer de ellos diferentes aspectos que son imposibles de obtener en una representación analógica.

Aunado a lo anterior Muehrcke (1981) reconoce la utilidad de la visualización del mapa, al indicar que se puede hacer en ellos análisis técnicos cartométricos incluyendo medidas desde y en los mapas, la comparación entre varios de ellos, un reconocimiento holístico de la densidad de los elementos que lo forman, arreglos, tendencias, conectividad, jerarquía y asociaciones espaciales.

La base conceptual general de partida en la elaboración de tales obras cartográficas es su definición como investigación que necesita de un adecuado diseño, para determinar sus etapas de desarrollo, sus estructuras, sus contenidos, las escalas de trabajo y de publicación, así como los materiales y métodos a emplear (Veliz, 1994).

Según Salitchev (Salitchev, 1987) el mapa geográfico es una representación reducida de la superficie terrestre en un plano, que toma en cuenta determinadas propiedades para diferenciarse de otras representaciones de la superficie terrestre las cuales se describirán a continuación:

- * La ley matemática especial de la estructura del mapa prevé el paso de la superficie física de la Tierra a su imagen en el plano.
- * El método especial de representación cartográfica, muestra toda la gama de manifestaciones del saber en el mapa a través del empleo de signos o símbolos convencionales y,
- * Generalización de los fenómenos que se representan: proceso por el cual estos son reducidos y/o modificados para plasmarse en el mapa e incrementar la legibilidad y valor cognitivo del mapa reducido, disminuyendo su contenido semántico.

Como modelo a escala de la realidad, el mapa determina el nivel de generalización o detalle que debe alcanzar la información en cada caso. Cada cambio de escala corresponde a un nivel diferente de detalle en la investigación, por medio del cual es posible pasar de lo singular a lo general, donde la obtención de un saber generalizado implica una interpretación más profunda de la realidad por lo que la cartografía esta obligada a la precisión y exhaustividad en la investigación, y a

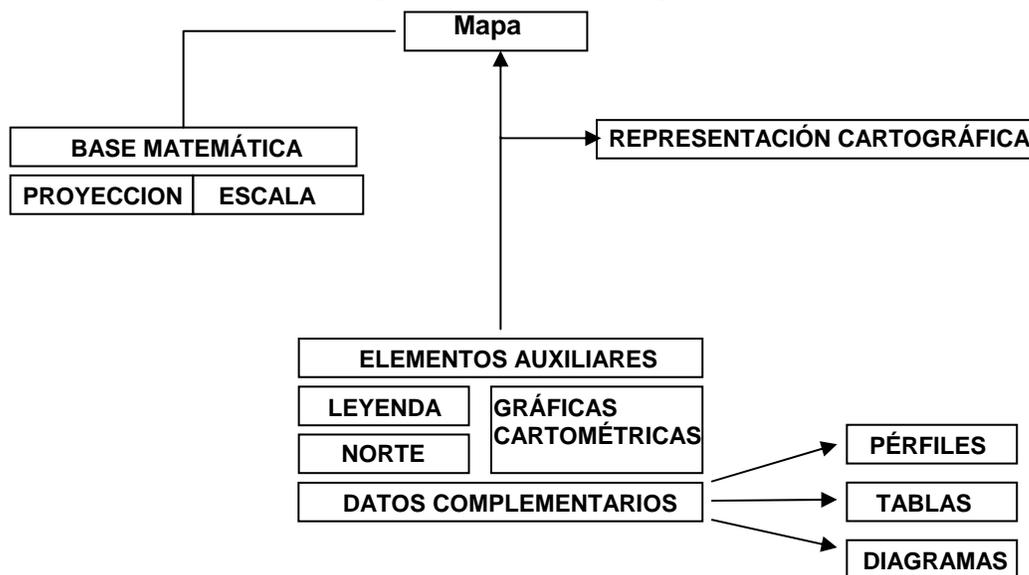
De esta forma el grado de complejidad alcanzado en las obras cartográficas, refleja el nivel en los estudios geográficos de los territorios, lo mismo que el grado de especialización de los programas. Y a la vez sirven de base científica para la realización de nuevos trabajos de investigación, planificación, ordenamiento territorial y toma de decisiones operativas así como para la valoración integral de los recursos en una región y obliga a una reflexión profunda y sistemática.

Además de ser un material didáctico en el estudio de la problemática geográfica y económico-cartográfica, en los diferentes niveles de la enseñanza y expresa el nivel de desarrollo alcanzado por la Geografía y la Cartografía de un país y ser una de las vías para la actualización de los sistemas geográficos y cartográficos.

Desde mi punto de vista el mapa es la reproducción sintética cuantitativa o cualitativa de cualquier fenómeno espacial, que el grupo de poder permite plasmar. Y que por fuerza debe utilizar una base matemática y un método de representación adecuado al fenómeno que se representa, teniendo en cuenta que para distinguirse de cualquier otra forma gráfica en el que se muestre el territorio debe contar con elementos de identificación como son: título, nombre del autor, fuente y año de la información, leyenda acorde con la simbología mostrada así como la escala gráfica y numérica. Lo cual sirve para dotar al mapa de validez ya que se debe recordar que el mapa es un documento que sirve de referencia por lo cual la información mostrada en él debe dar la certeza de que es confiable y certero.

En el siguiente esquema número 1 se resumen los elementos que distinguen a un mapa

Esquema 1. Elementos del mapa



Fuente: Franco, Sergio (2003) “Principios básicos de Cartografía y cartografía automatizada”

1.3 Propiedades del mapa

Construir un mapa requiere de un proceso de investigación y de expresión particular, que emplea para ello un método de representación para permitir la experimentación, y usa un lenguaje gráfico para hacer inteligible y transmisible el conocimiento.

En la actualidad la preparación del mapa involucra la utilización de técnicas cartográficas automatizadas, porque favorece el cálculo de los parámetros de construcción, la elección del método de representación cartográfica, el dibujo de los originales, el rotulado y la elaboración de los materiales para la edición de los mapas de una forma mucho más rápida, que por los métodos tradicionales (Candeanu, 1996).

Para confeccionar y emplear correctamente los mapas geográficos, es necesario comprender sus propiedades y particularidades y tratar de ceñirse a los estándares cartográficos. Por lo cual, los mapas requieren de un estudio analítico de los elementos que lo componen para entender su esencia y el significado de cada uno de ellos, así como sus correlaciones.

El cuadro uno que aparece a continuación contiene el resumen de las propiedades del mapa

Cuadro 1. Propiedades del Mapa

Base Matemática	Dota al mapa de la estructura para el paso de la superficie de la Tierra al plano. Mantiene las relaciones espaciales de los objetos representados a través de:	Proyección cartográfica	Método matemático que altera geoméricamente los objetos trasladados al plano, mediante tres figuras geométricas.
		Red de coordenadas	Base de construcción para la imagen cartográfica. Determinar los puntos sobre el elipsoide terrestre que se transfieren a la retícula del plano.
		Escala	Grado de detalle en la representación de los objetos en el mapa. Con la cartografía automatizada se pueden ensayar diversas escalas con un costo reducido.
Método de representación cartográfica	Muestra en el mapa las características internas cualitativas y cuantitativas de los fenómenos espaciales a través de símbolos gráficos	Símbolos lineales Símbolos fuera de escala Isolíneas Fondo cualitativo o fondo de color Diagramas locales Método de puntos Áreas Signos de movimiento Cartograma Cartodiagrama	
Generalización	Técnica cartográfica que aplica operaciones específicas sobre rasgos geográficos para representarlos en su posición y proporción verdadera de forma legible en el mapa reducido	Selección Simplificación Clasificación Omisión Exageración Desplazamiento Armonización Simbolización	

Elaboración propia con base en: Robinson, 1987; Salitchev, 1979; Veliz, 2004.

1.3.1 Base matemática

a) **Proyección cartográfica**

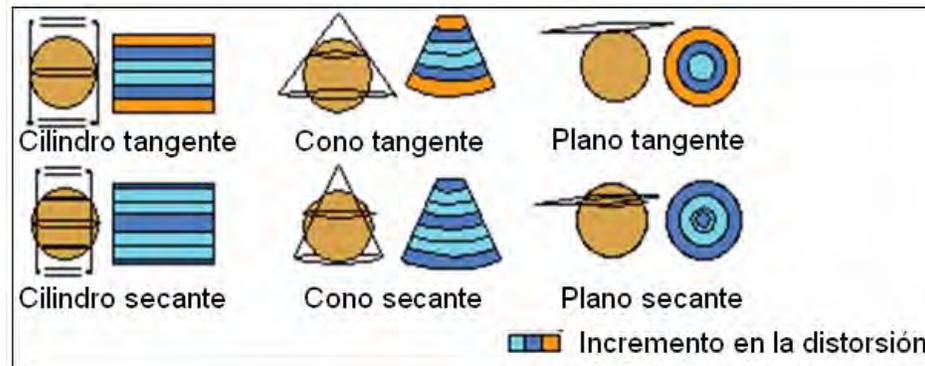
Los conocimientos relativos a la representación de la información de la Tierra en una superficie plana o mapa, hasta ahora manejados por profesionales como cartógrafos y geomensores –en menor grado por geógrafos y en absoluto por el resto de las profesiones usuarios de geosoftwre, que no manejan cabalmente términos como escala, proyección, datum y transformación de coordenadas- son fundamentales para entender y evitar la propagación de errores.

La representación sistemática de Tierra sobre una superficie tridimensional o bidimensional ya sea en papel o en el monitor recibe el nombre de proyección cartográfica. La cual trata de minimizar o eliminar algunas distorsiones inherentes al proceso de proyección en el área de interés, a costa de inducir mayores distorsiones de otros tipos pero preferentemente fuera de la región, resultando esta de menor importancia (Hernández, 2000). No hay forma de eliminar los errores al trasladar la superficie curva a la plana por lo cual ninguna proyección es geoméricamente perfecta.

La proyección cartográfica representa la superficie esférica de la tierra por medio de tres figuras geométricas como son: el cilindro, el cono y el plano, las cuales se pueden ubicar envolviendo la Tierra en diferentes

posiciones o pueden ser tangentes o secantes a ella. En la figura 1 vemos como se pueden desarrollar las proyecciones a través de figuras geométricas.

Figura 1. Figuras geométricas a partir de las cuales se desarrollan las proyecciones cartográficas



Fuente: Nociones básicas sobre Proyecciones Cartográficas. Publicado en Internet <http://www.euitto.upm.es/~mab/tematica/htmls/proyecciones.html#clasificacion>

En términos estandarizados se clasifican en equivalentes, equidistantes, conformes, las cuales mantienen sin deformar alguna magnitud como puede ser el área, la distancia, la forma o los ángulos, y literalmente se pueden generar un número infinito de ellas. Un caso especial son las arbitrarias que se construyen según los parámetros del usuario.

Un aspecto importante de las proyecciones son sus propiedades geométricas las cuales se resumen en el cuadro dos.

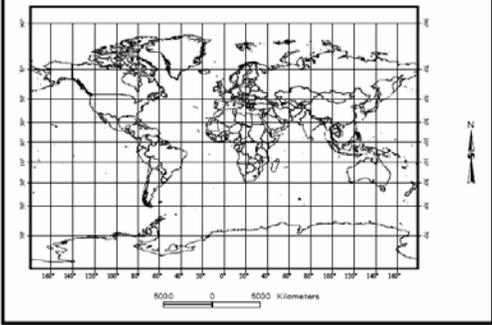
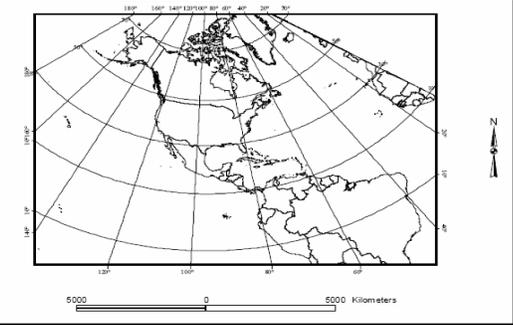
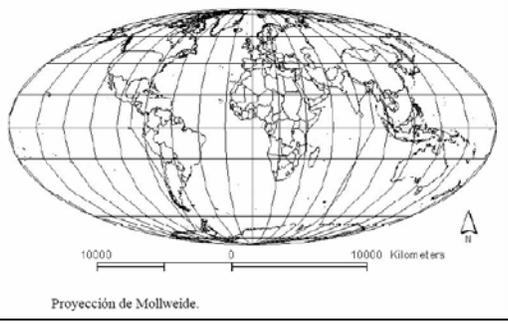
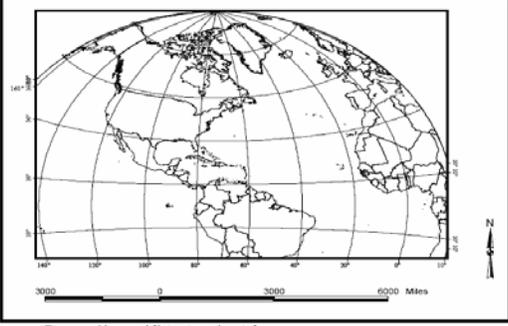
Cuadro 2: Propiedades geométricas de las proyecciones cartográficas

Conformidad	<p>Si el mapa mantiene los ángulos que dos líneas forman en la superficie terrestre, se dice que la proyección es conforme. Mantiene la forma de los objetos que se muestran en el mapa. Las relaciones angulares no se distorsionan. Pero deforma el tamaño de los objetos. Como consecuencia la escala no es constante entre regiones del mapa. Las superficies en altas latitudes se muestran más grandes de lo que son.</p> <p>El requerimiento para que haya conformidad es que en el mapa los meridianos y los paralelos se corten en ángulo recto y que la escala sea la misma en todas las direcciones alrededor de un punto, sea el punto que sea.</p> <p>El término "mapa conforme" es a veces erróneo pues las condiciones de conformidad pueden llevarse a cabo sólo en pequeñas áreas de un mapa plano. La forma de grandes continentes mostrados en el plano difiere de la forma que tienen en el globo.</p>
Equivalencia	<p>Es la condición por la cual una superficie en el plano de proyección tiene la misma superficie que en la esfera. Mantiene una razón constante de superficie a lo largo y ancho del mapa.</p> <p>La equivalencia no es posible sin deformar considerablemente los ángulos originales. Por lo tanto, ninguna proyección puede ser equivalente y conforme a la vez. El tamaño de un objeto en la superficie terrestre no es afectado por su posición en el mapa. Por lo tanto elimina errores al comparar áreas de diferentes partes del planeta. Pero la exactitud en tamaño se logra a expensas de distorsión en las formas de los objetos o superficies</p>
Equidistancia	<p>Cuando una proyección mantiene las distancias entre dos puntos situados sobre la superficie del Globo (representada por el arco de Círculo Máximo que las une) se denomina equidistante.</p> <p>Es posible diseñar mapas que tengan esta característica, pero las distancias correctas sólo podrán ser medidas desde un punto, o dos como máximo. Las distancias entre otros puntos no serán correctas.</p>

Fuente: Nociones básicas sobre Proyecciones Cartográficas. Publicado en Internet <http://www.euitto.upm.es/~mab/tematica/htmls/proyecciones.html#clasificacion>

En el mundo existen varias proyecciones diferentes pero la mayoría pueden agruparse en unas cuantas familias basadas en su derivación. Las de la misma familia comparten las mismas distorsiones y propiedades. El cuadro tres que se muestra a continuación contiene los grupos de las principales familias de proyecciones.

Cuadro 3. Propiedades de las principales familias de proyecciones cartográficas (Mckningt, 1984).

Familia	Ejemplos	Características	Uso	
Cilíndrica	Modificada de Mercator Cilíndrica de perspectiva central Lambert cilíndrica de igual área Equirectangular	Se proyecta el Globo en un papel con forma de cilindro que es tangente o secante. En el mapa rectangular los meridianos y paralelos se cruzan en ángulo recto y no existe distorsión en el punto de tangencia con el Globo	Para mapamundi	 <p>Proyección de Miller.</p>
Cónica	Cónica simple Conforme de Lambert Policónica Albert cónica de igual área Equivalente de Mollweide	Un cono se ubica tangente o secante al Globo y la cuadrícula geográfica es proyectada sobre el cono. El ápice del cono se ubica sobre uno de los polos de tal forma que círculo de tangencia coincide con uno de los paralelos que se convierte en el paralelo estándar.	Para cartografiar un semihemisferio y es apropiada para áreas pequeñas.	 <p>Proyección Lambert conformal cónica.</p>
Elíptica	Sinusoidal Mollweide Denayer Semielíptica	Un paralelo central (normalmente el Ecuador) y un meridiano central se cruzan en ángulo recto en el centro del mapa, el cual no presenta distorsión. Los paralelos mantienen sus propiedades geométricas pero los meridianos son líneas curvas (excepto el meridiano central).	Para cartografiar todo el globo Terráqueo	 <p>Proyección de Mollweide.</p>
Azimutal (plana o zenitales)	Ortográfica Estereográfica Lambert de igual área Gnomónica Policónica.	Mantiene los ángulos. Se derivan de una cuadrícula geográfica del Globo a través de cualquier plano tangente sobre el Globo. Mantiene las propiedades geométricas alrededor del punto de tangencia.	Para mostrar un sólo hemisferio.	 <p>Proyección equidistante azimutal.</p>

En los programas automatizados el cambio entre una y otra ocurre en tiempo real y resulta de forma sencilla sencilla ya que al documentar el mapa se elige entre los diversos sistemas de proyección cartográfica que

contiene el sistema. Los programas también pueden georreferenciar la información en cualquier sistema de proyección, usando una correcta determinación de puntos de control, ya que ante eventuales cambios de proyección, éstos son utilizados como guía a partir de las cuales se ajustará todo el diseño. Esta simplicidad en el cambio de proyección implica importantes procesos matemáticos que para el usuario son transparentes pero en caso de que desee modificar algún parámetro el programa le facilita la tarea a través de ventanas interactivas.

Me parece conveniente señalar que la proliferación del geosoftwre esta contribuyendo a descartar el concepto de la proyección ideal, para un territorio como un requerimiento indispensable en el diseño de una cartografía digital. Ya que los programas hacen posible el cubrimiento integral, sin costuras, de un territorio tan extenso que en otro tiempo hubiera requerido su fragmentación en proyecciones con diferentes parámetros. Esta integridad es lograda gracias a la expresión en coordenadas esféricas de todos los elementos del mapa, pro a pesar de este potencial sigue siendo imprescindible la selección de proyección cartográfica para los mapas impresos y para realizar el análisis espacial digital.

Quizá vale la pena mencionar que el cambio de proyección para las estructuras raster degrada en cada cambio la calidad del archivo, porque implica el recálculo y deterioro de una o varias grillas de valores.

b) Red de coordenadas

Es un entramado de líneas que se intersectan, son paralelas, pero no necesariamente perpendiculares, cada una de las magnitudes que expresan las coordenadas determinan la posición de un punto en un sistema de referencia, el cual corresponde con un tipo de proyección cartográfica con el cual está elaborado el mapa terrestre y todo mapa que se precie de serlo está referido a por lo menos un sistema de coordenadas.

Sirven para describir una posición a lo largo de una línea, en una superficie o en el espacio. Lo mismo que la latitud y longitud o la declinación y ascensión recta, son sistemas de coordenadas en la superficie de una esfera, en el globo de la Tierra o en el globo de los cielos. En el caso de los mapas sirven para mostrar el emplazamiento de los paralelos y meridianos, así como para determinar la latitud y la longitud y a través de ellas se puede localizar cualquier punto en la superficie.

La representación de los elementos cartografiados es posible llevarla a cabo en los sistemas automatizados porque existen las coordenadas geográficas o métricas como un atributo más de los objetos, en los casos en que los objetos no cuentan con ellas, es posible que mediante operaciones de relaciones espaciales el geosoftwre obtenga la posición georreferenciada de los objetos. Y vale la pena resaltar que con la aplicación de la tecnología es posible mostrarlas como un modelo empírico de la realidad hasta en tres dimensiones al hacer uso de la visualización científica (Unwin, 1994).

En el caso específico de los mapas existen los tipos de coordenadas siguientes:

cartesianas: representan la posición de un punto en un plano en relación a dos líneas perpendiculares que se cortan en un ángulo recto.

de cuadrícula: mediante un conjunto de números y letras permiten designar un punto en un mapa, una fotografía o una carta que tengan superpuesta una cuadrícula.

geodésicas: determinan la situación espacial de un punto mediante sus coordenadas geográficas acompañadas de la altura sobre el elipsoide.

planas: son una red plana de localización cartográfica.

Con los sistemas geográficos y cartográficos resulta muy fácil cambiar al mapa y a cualquier datos su sistema de coordenadas, e incluso no importa que los datos que se combinan en el análisis territorial tengan diferentes coordenadas, ya que la nueva generación de geosoftwre puede trabajar con los datos sin necesidad de modificar las coordenadas de los archivos originales.

c) Escala

Es la relación constante que hay entre la distancia medida sobre un mapa o plano y la distancia correspondiente medida sobre el terreno representado. Indica que una unidad de dibujo representa X unidades en el terreno. Y los tipos de escala que debe tener un mapa son: gráfica y/o numérica.

1.3.2 *Métodos de representación cartográfica*

Toda la gama de manifestaciones del saber, así como cualquier fenómeno espacial puede ser representado en un mapa con el uso de métodos de representación cartográfica, que son parte esencial del mapa, porque permiten interpretar de acuerdo con la asignación del mapa los fenómenos naturales y sociales, y ofrecer un conocimiento sobre la distribución, el estado, los vínculos y el desarrollo del fenómeno que representan.

Son los encargados de transmitir la distribución, el estado, los vínculos y el desarrollo de las características internas cualitativas y cuantitativas de los fenómenos considerados que se representan sobre un mapa. Lo cual se ha favorecido con la automatización en la reproducción de representaciones cartográficas y el uso adecuado de ellos requiere de conocer su esencia, sus posibilidades y limitantes, con el objeto de plasmar con la mayor fidelidad posible las principales características de los fenómenos espaciales.

Emplea para ello signos cartográficos que difieren entre sí por el dibujo, la forma, el tamaño, la dimensión y el color. Con la forma y el color se relacionan las diferencias cualitativas y con el tamaño las cuantitativas. Estas diferencias deben garantizar la individualidad de cada símbolo aún dentro del grupo de signos afines, para establecer una distinción con otros signos que se asocian visualmente con lo que representan (Salitchev, 1987). Y no se debe variar el color de forma arbitraria sólo con fines decorativos porque puede distorsionar la interpretación final (entendiéndose como variación espacial y/o temporal del fenómeno).

La variación del tono no expresa relaciones, ni orden ni cantidad y su ordenación es subjetiva, no existe lógica única. Tampoco hay diferencias numéricas entre el rojo o el verde, o azul y amarillo, por citar un ejemplo.

Aunque hay casos excepcionales donde la variación del color muestra orden, pero se debe a que se ha establecido un criterio internacional entre las distintas disciplinas de estudio (en geología o climatología). Tal es el caso del semáforo para áreas de riesgo (rojo=alto, amarillo=medio, etcétera) (Flores, Antonio (1992).

Otro elemento importante en los métodos de representación es la simbología, porque indica factores como: cantidad, valor, tamaño, intensidad, altura, etc. y se enlaza con los datos que representa para garantizar la correcta transmisión semiológica a los usuarios del mapa, no se trata de entidades gráficas desarticuladas de la base de datos como ocurre con los dibujos electrónicos elaborados en un editor de gráficos, sino que se trata de un conjunto de objetos gráficos donde sus atributos y propiedades son (tamaño, forma, colores, etc.) seleccionados de la base de datos. Estos elementos gráficos se dibujan de manera dinámica, así que cuando el dato cambia, la simbología que lo representa también cambia (Candeau, 1989).

De esto se deriva la importancia de definir cada método con el fin de conocer su función y relevancia ya que ahora se pueden producir mapas diversos porque las herramientas que usa la cartografía en el geosoftwre permiten combinar diferentes métodos de representación cartográfica como cartogramas, isolíneas, etcétera sobre un mapa base que no necesariamente es administrativo ni topográfico, si no que puede ser cualquier imagen (satélite o fotografía). Por ello es importante que los usuarios conozcan cómo emplear estos métodos al representar en un mapa los fenómenos espaciales que estudian, y por otra parte los desarrolladores de programas deben conocer cada método y su función, con el objeto de que sean incluidos en los sistemas de cartografía automatizada, ya que por ejemplo los cartodiagramas complejos o signos de movimiento no están presentes.

A pesar del notable avance tecnológico del software cartográfico o geográfico, las potencialidades de los métodos de representación cartográfica no se han explotado, porque predominan los métodos sencillos, uno sólo en cada mapa. Entre los más utilizados están el fondo cualitativo, las isolíneas y el cartograma, y se desaprovechan los métodos que ofrecen una imagen sintética, multivariada y compleja de los fenómenos representados.

Esto también se debe a que el geosoftwre no cuenta con las opciones de representación de series de datos estadísticos a la vez utilizando para ello figuras geométricas proporcionales y/o anilladas, tampoco existe la posibilidad de círculos concéntricos para representar la estructura y subestructura de uno de ellos; tampoco se puede representar características cualitativas y cuantitativas junto con datos cuantitativos a través de diseños en el interior del símbolo; están ausentes las figuras geométricas o parte de ellas para representar fenómenos en la misma dirección pero con sentidos contrarios, como la emigración e inmigración; tampoco existen los diferentes tipos de barras, cuadrados y triángulos de tamaños proporcionales para destacar diferencias cualitativas de una o más variables al unísono o también, distintos modelos de tipogramas para representar más de

dos variables que influyen en el comportamiento del fenómeno, o medidas en la misma escala o en escalas diferentes aún no se están disponibles.

Tampoco existe la posibilidad de combinar varios métodos de representación cartográficos de fondo y la simbolización temática compleja para aumentar la carga informativa del mapa y así posibilitar la comparación y el análisis territorial. Por el contrario, la galería del geosoftware es muy limitada en cuanto a tipos y combinaciones de ellos y se observa que casi siempre se emplea desde el punto de vista semiológico el color como fondo, para asociarle cualidades o cantidades, y resulta muy limitada la cantidad de información transmitida.

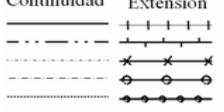
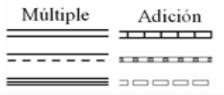
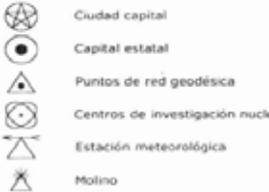
Por este hecho es que se requiere de métodos de representación cartográficos complejos con símbolos estructurados para series de datos, y que los programas estén desarrollados en una plataforma abierta para que se puedan implementar aplicaciones que generen dicha simbología y garanticen la modelación cartográfica compleja.

Ante la ausencia de representaciones complejas algunas instituciones han creado galerías de símbolos propios de acuerdo con los temas que estudian en especial para los temas socioeconómicos aumentando la potencialidad gráfica cartográfica creada para obtener otra variante de modelación cartográfica que no se está explotando (Candeanu, 1996).

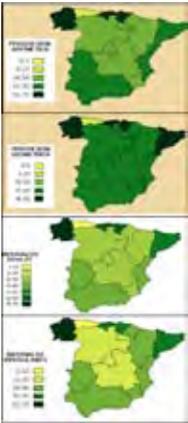
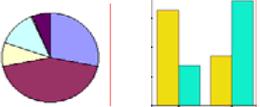
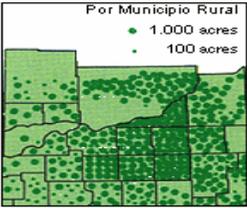
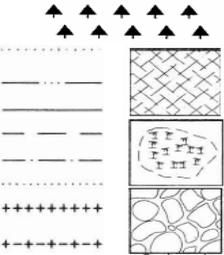
Cabe mencionar en este sentido la aportación del grupo de trabajo del Dr. Candeanu que en la Universidad Autónoma del Estado de México que desarrolló un módulo para el sistema GENAMAP llamado "STATMAP" el cual ofrece una galería de símbolos para la cartografía temática incluyendo cartogramas y cartodiagramas (Candeanu, 1997).

En el cuadro cuatro insertado a continuación, se condensan los métodos fundamentales de representación incluyendo los especiales como son los cartogramas y cartodiagramas.

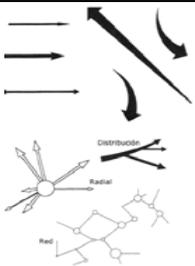
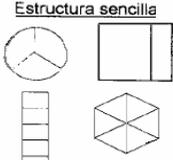
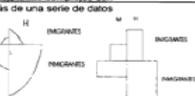
Cuadro 4. Métodos de representación cartográfica

	Explicación	Tipos	Uso	Automatización	Ejemplo
Símbolo lineal	Expresa la anchura y longitud del fenómeno. Representa la información cualitativa y cuantitativa de elementos lineales a través de diferentes calibres, colores, tonos, brillos, rellenos, líneas discontinuas y continuas. Con el tamaño del símbolo refleja las variaciones en el tiempo y da la idea de dinámica del fenómeno.		Caminos, ríos, líneas de costa, fronteras, límites administrativos, cambio de tipo de manifestación del fenómeno como tipo de suelo o límites de zona natural.	Las primeras aplicaciones de los geosistemas se desarrollaron para fenómenos lineales ya que eran vectoriales. Por lo cual esta en todos los sistemas Los símbolos producidos son idénticos a los de la cartografía en papel.	<p>Forma</p> <p>Continuidad Extensión</p>  <p>Múltiple Adición</p> 
Símbolo fuera de escala	Para fenómenos puntuales que no pueden representarse en la escala general del mapa.	<p>Literal: usa letras o números para dar la idea de la configuración del fenómeno. Su desventaja es que requiere de la leyenda para entender el patrón del fenómeno representado.</p>	En mapas de yacimientos de minerales o forestal.	Los geosistemas tienen problemas para colocar los signos siguiendo la configuración del accidente geográfico.	<p>USO FORESTAL</p> <p>FB Bosque natural FBc Bosque caducifolio FSa Selva alta FSa Selva media FSb Selva baja</p>
		<p>Geométrico: utiliza todas las formas geométricas, las cuales representan los datos por medio de escala de valores. Algunas figuras tienen estructura interna o se les deja una caladura al centro para representar información de una localización o destacar la base cartográfica.</p>	En mapas estadísticos representa la distribución de la población, de centros industriales, etcétera.	Abuso en su uso en mapas automatizados por usuarios con poca experiencia en métodos de representación. Las figuras anilladas o con caladuras no están disponibles en ningún geosistema.	
		<p>Evidente: toma la forma de los objetos que representa. Y ofrece alternativas por medio del color y la forma.</p>	En los mapas económicos se les encuentra como símbolos fábriles, centros turísticos, playas.	Es el símbolo de mayor producción en los geosistemas ya que se han desarrollado galerías de símbolos para diversos temas (turístico, servicios, topográfico, minería). Su limitante al mostrarlos es la resolución en el monitor.	
Isolíneas	Representación bidimensional de un volumen suavizado o de una superficie estadística mediante líneas que unen puntos de igual valor. Se apoya en los valores de cada isolínea y en el uso rotulación de los de colores o tonalidades para expresar aspectos cualitativos. Usa la sucesión de colores e intensidades para mostrar la dirección y cambio de valores.		Representa el relieve, así como fenómenos continuos sin cambios bruscos como la declinación magnética, o la temperatura. En lo social representa la difusión de innovaciones, la regionalización demográfica. En lo económico representa las tarifas de transporte, las distancias recorridas, el rendimiento forestal, el coeficiente de agostadero.	Se emplea mucho en los geosistemas, su implementación cibernética ha sido fácil, el problema es el detalle geométrico de las isolíneas y su rotulación.	<p>TEMPERATURA MEDIA DE ABRIL</p> <p>(en grados centígrados)</p> 

Cuadro 4. Métodos de representación cartográfica

	Explicación	Tipos	Uso	Automatización	Ejemplo
Fondo cualitativo o de color	Representa el carácter y propiedades cualitativas de los fenómenos que de acuerdo a sus características establece la regionalización del territorio y mediante colores, tonos o rayados distingue los territorios afines a una clasificación. Permite la sobreposición de otros métodos de representación cartográfica.		En mapas de geomorfología, de suelos, de vegetación, de marginación, evolución de densidad de población.	Se encuentra en todos los geosistemas. Algunos tipos de rayados pueden no imprimirse igual que como se ven en el monitor.	
Diagramas	Caracterizan los fenómenos en un punto en el cual se inserta el diagrama (círculo o barras). Distingue las magnitudes de fenómenos estacionales y periódicos. Los diagramas muestran el comportamiento de una variable en el tiempo.		En mapas hidrológicos, climáticos para representar variables de precipitación o evaporación o para cambios en la marea; en el nivel de la capa de nieve.	En los geosistemas sólo existe la posibilidad de diagramas de círculos o barras.	
Método de puntos	Cartografía elementos cuya distribución en el espacio no es uniforme. Muestra el carácter y la densidad del fenómeno representado. Utiliza distintos colores y formas. La figura más utilizada es el círculo que se coloca en su lugar verdadero. La agrupación de figuras señala la densidad del fenómeno y el número de ellos determina la cantidad de objetos.		Para mostrar la densidad del ganado, la distribución de la población o de cultivos.	Esta presente en todos los geosistemas y es el método que más se emplea aun cuando se represente con él fenómenos que no son puntales.	
Método de áreas	Destaca la región por donde el fenómeno se extiende por medio de líneas cerradas o discontinuas o con color o rayado de fondo, o con la distribución de símbolos evidentes o el señalamiento del área con textos o figuras.		Refleja con exactitud la extensión de los fenómenos, su área de influencia, la dinámica de desarrollo, la intensidad u ocurrencia del fenómeno.	La única limitante en los geosistemas es para delimitar el área por medio de estarcido o con símbolos.	

Cuadro 4. Métodos de representación cartográfica

	Explicación	Tipos	Uso	Automatización	Ejemplo
Signos de movimiento	Representa fenómenos de comportamiento lineal, que se desplacen de un punto a otro, mediante distintos tipos de líneas. Muestra la dirección, el sentido, el rumbo, la forma, la velocidad, la calidad, la potencia, el volumen y la estructura del fenómeno que se desplaza. La variación en el calibre de la línea, la intensidad del color o rayado expresan las características cuantitativas.		Representa líneas de tránsito, vías de ferrocarril, volumen y estructura del comercio, la transportación de pasajeros, las rutas de migración, la trayectoria de huracanes o la movilidad pendular laboral, entre otros.	No esta disponible en los geosistemas.	
Cartograma	Representa los datos del fenómeno dentro de los límites de las unidades territoriales para transmitir su comportamiento espacial. Quedando todo el territorio cubierto por colores o rayados de acuerdo con una clasificación de los valores. El método cambia el tamaño de las unidades espaciales de acuerdo con una variable, por lo que se pierden las formas, las relaciones de contigüidad, de orientación y del área geográfica. Genera imágenes distorsionadas de las áreas. Para que sean útiles se deben aproximar a las formas reales de lo cartografiado. Se recurre a este método cuando el nivel de información no permite la representación puntual del fenómeno.	<p>Con continuidad: las unidades internas son adyacentes una con otras dando la apariencia de un mapa convencional.</p> <p>Sin contigüidad: entre las unidades internas no se preservan las relaciones de fronteras. Pero si la de vecindad por lo que las unidades conservan a sus vecinos con espacio entre sí.</p> <p>Simple: en el mapa pueden aparecer dos cartogramas, cada uno responde a un índice.</p> <p>Complejo: es del tipo radial o de estructura de bandas. Cada banda representa elementos que están de acuerdo con un patrón.</p>	Se utiliza para tasas, porcentajes, índices o productos o proporciones, densidad de población, índice de exportación de renta per cápita.	Algunos geosistemas cuentan con la opción.	
Cartodiagramas	Representa varios indicadores interrelacionados por medio de figuras geométricas o gráficas insertadas en las unidades territoriales. Expresa la magnitud del fenómeno y muestra los datos estadísticos espaciales en el mapa. Los diagramas más usuales son los lineales como columnas o franjas. Existen también los de superficie como cuadrados, círculos, rombos o triángulos. En los de volumen están los cubos o pirámides. Su deficiencia se debe a la ruptura espacial del territorio, ya que la figura representa el valor del índice por unidad territorial que ocupa sólo una parte de la superficie por lo que se necesita extender el valor a toda la superficie de la unidad.	<p>Simple: analizan un sólo aspecto del fenómeno.</p> <p>Estructurales: reflejan los valores parciales de las magnitudes del fenómeno al subdividirse en franjas o partes de acuerdo a la composición del fenómeno.</p> <p>Complejos: representa la estructura de varios indicadores o de forma simultánea la dinámica y estructura del fenómeno.</p> <p>Combinados: llamados tipogramas muestran por su forma las características similares de los fenómenos representados. Pueden ser de sectores, bisectrices, círculos concéntricos y de ejes fijos, entre otros.</p>	Con la combinación de variables que hace se expresan hace se expresan variaciones en el tiempo, el cálculo de relaciones cuantitativas, las dimensiones absolutas de los fenómenos expresados por índices estadísticos en el interior de las unidades territoriales.	Sólo se incluyen los tipos simples, para los diagramas con estructura y los complejos se requiere de su implementación, ya que ningún sistema los contiene.	<p>Estructura o diagrama simple</p>  <p>Estructura sencilla</p>  <p>Diagramas con estructura y dinámica</p>  <p>Diagramas complejos con más de una serie de datos</p> 

Quiero hacer un comentario sobre el cuadro, en cuanto a los dos últimos métodos que como se menciona se deben implementar en el geosoftware, porque no son parte de la galería de símbolos, es posible que no se encuentren porque los diseñadores no conocen todos los métodos de representación cartográfica y también se puede deber a que su implementación es muy laboriosa lo que incrementa el costo del software, que de por sí es costoso, una razón más puede deberse al desinterés por incluir este tipo de simbología y porque la mayoría de los usuarios tampoco la utilizarían ya que desconocen los métodos de representación.

También hay que tomar en cuenta que la geotecnología ha sido creada para aplicaciones físicas y ambientales que casi no hacen uso de estos métodos de representación y que son pocos los programas que se aplican en cuestiones sociales o económicas; áreas donde son métodos de mucha utilidad.

1.3.3 Generalización cartográfica

Es frecuente que se le confunda con una simple reducción fotomecánica, pero como cualquier procedimiento científico lleva implícito un proceso complejo de abstracción de la realidad para que está pueda ser entendida (Muehrcke, 1981). Y el seguimiento de sus principios y leyes, es una tarea científica de la cartografía moderna (Salitchev, 1987) que aún no se ha logrado automatizar por completo.

La generalización se considera un arte cartográfico que se efectúa cuando la simple habilidad técnica para representar los objetos en su posición y proporción verdadera no es suficiente y se requiere el proceso que incremente la legibilidad y valor cognitivo del mapa reducido, disminuyendo su contenido semántico pero manteniendo, en lo posible la precisión en su información pragmática (Weber, 1980), entendido por nivel pragmático el mapa mental que el individuo realiza de la información, y por nivel semántico el significado objetivo de la misma.

Es un proceso por el cual la presencia de fenómenos o eventos en un espacio referido son reducidos y/o modificados en tamaño, forma y espacio dentro del mapa; siendo por ello la propiedad más importante del mapa geográfico, que se manifiesta cuando las designaciones cartográficas reflejan los caracteres generales fundamentales de los fenómenos representados.

Expresa lo más importante de los objetos espaciales, como son sus rasgos principales y típicos, así como sus características particulares, las cuales están de acuerdo con la asignación del mapa, con el tema, y con la escala del mismo.

Que se aplica cuando: cambia el propósito del mapa, cambia la estructura de los datos temáticos, hay necesidad de una nueva representación y/o porque el usuario requiere un mapa que satisfaga sus necesidades. En este sentido, la visualización automatizada contribuye enormemente ya que permite crear una imagen mental de lo que será el mapa y así tomar la decisión más acertada para su bosquejo de acuerdo con el fin que persigue el mismo.

La generalización facilita descubrir las relaciones entre los fenómenos, establecer las leyes de distribución y los vínculos de los fenómenos que se cartografían de acuerdo con el espacio del mapa. Basándose en las particularidades de la representación cartográfica como son la reducción del objeto de estudio y la reproducción de éste en su forma generalizada.

Un aspecto de gran valor en la generalización es la singularidad de los fenómenos que se cartografían, donde los mismos objetos o sus propiedades son valorados de diferente manera para los distintos mapas, o de acuerdo con la singularidad de las relaciones entre estos objetos y otros fenómenos. Así que los símbolos pueden ser los mismos para ambos mapas pero representar en cada uno de ellos diferentes conceptos (Ansow, 1984). Para ello, la generalización sustituye los objetos por un signo colectivo. Aumentando con ello el valor cognoscitivo del mapa, al permitir establecer las regularidades entre los fenómenos cartografiados tarea que ahora puede realizarse por medios automáticos, siempre y cuando el software contenga reglas de generalización.

Una de las reglas más importantes en la generalización es la de tratar de conservar la estructura del mapa, reteniendo la legibilidad al reducir el número de figuras representadas. Si la escala es chica, la densidad del contenido de información puede ser incrementada a un punto hasta donde el ojo humano alcance a distinguir entre cada figura. Como regla general cuanto menor sea la escala mayor será el grado de generalización. En escalas grandes como planos, la generalización consiste principalmente en la clasificación y la simbolización.

La generalización se caracteriza por ser:

- a) *Cuantitativa* cuando hace mayores los intervalos (escalones) dentro de los cuales los cambios del índice cuantitativo que caracteriza dicha categoría de objetos no se reflejan en el mapa.
- b) *Cualitativa* cuando reduce las diferencias en las categorías; en primer lugar se hacen clasificaciones generalizadas; por ejemplo sustituyendo los signos convencionales especiales por un signo único.

Al aplicar criterios cualitativos y cuantitativos de forma global se toman en cuenta todos los elementos ya que la modificación de uno de ellos puede afectar a otros. En esta tarea el geosoftware es de gran utilidad porque permiten la gestión desde una base de datos de los atributos temáticos de los objetos geográficos y del manejo de las relaciones topológicas entre los objetos, lo que posibilita una generalización y una menor componente subjetiva (Muller, 1995; Palomar, 2001).

Para realizar una correcta generalización se debe entender la esencia de los fenómenos que se representan y tomar en cuenta los siguientes aspectos:

-Seleccionar los objetos que deben quedar plasmados en el mapa, debido a que por el carácter de su contenido resultan básicos en la elaboración del mismo.

-Considerar la relación que existe entre los distintos elementos del contenido del mapa, por ejemplo, entre los poblados y las vías de comunicación.

-Conservar las correspondencias entre los elementos de dicho mapa y otros mapas afines, digamos entre el relieve, los suelos y la vegetación. También se debe conservar la exactitud geométrica del mapa, ya que muchos de ellos son usados para mediciones. Por esta razón, cada objeto se debe representar en su posición exacta con sus verdaderos contornos y dimensiones, conservando su posición y las distancias que lo separan de otros objetos, debido a esto muchas figuras deben ser tratadas de forma independiente en la generalización. Aunque esto conduce a que haya contradicciones entre la exactitud geométrica y la coincidencia geográfica (Robinson, 1987).

La cartografía automatizada ya ha incursionado en los aspectos anteriores y ha propuesto el desarrollo de una base cartográfica formada por múltiples mapas en varias escalas para poder extraer de ella los objetos que se requieran según la escala de trabajo la cual nunca podrá ser más detallada que la escala más chica almacenada, porque los objetos pueden cambiar sus dimensiones para hacerse más chicos o más grandes, pero el detalle de información que se requiere al reducir la escala es imposible obtenerlo de forma automática, para ello se requiere de la alimentación de dicha información al programa. También se necesita del diseño de bases de datos que soporten múltiples aplicaciones como: la derivación de datos, la simbolización y asociar los elementos geográficos a múltiples escalas, además de contar con algoritmos específicos, estrategias y técnicas de control para las operaciones de generalización (Muller, 1995; Palomar, 2001) porque el geosoftware no incluye todo el proceso de generalización y no considera todas las reglas topológicas, pero además se debe considerar la incorporación del conocimiento cartográfico y geográfico de la generalización al contexto digital.

Las ventajas que ofrece la generalización automatizada son la creación de bases de datos independientes de la escala a diferencia de como se hace actualmente en que se elabora una base de datos para cada versión de un mismo mapa con distinta escala debido a que los datos procedentes de un mapa a escala mayor son excesivos o a que su propósito es diferente. Esto ocasiona una fuerte pérdida de tiempo y dinero, sobre todo a la hora de proceder a la actualización de los datos. En cambio una base de datos independiente de la escala, ofrece la posibilidad de almacenar todos los datos necesarios para la elaboración de mapas con distinta escala o de temática diferente.♦

Esto ha motivado la investigación en la generalización cartográfica usando técnicas de programación y principios básicos de geometría y estadística; así como el desarrollo de algoritmos explícitos y sofisticados para conseguir la generalización cartográfica con el objeto de lograr la comprensión psicológica del tamaño, el color y la textura de los diferentes símbolos que son cambiados en cada generalización. Los estudios principalmente se

♦ Balboa en http://coello.ujaen.es/investigacion/Grupo_inv_Cartografia/investigacion/generalizacion.html

han aplicado en la simplificación de signos lineales y pocos métodos han sido desarrollados para la generalización de áreas.

Se ha puesto más atención a la generalización de escalas pequeñas y medianas, quizá debido a que las figuras que se ocupan son relativamente simples, porque representan líneas, contornos y símbolos puntuales, mientras que en las escalas grandes se muestran áreas (Vicars y Robinson, 1989).

La generalización digital

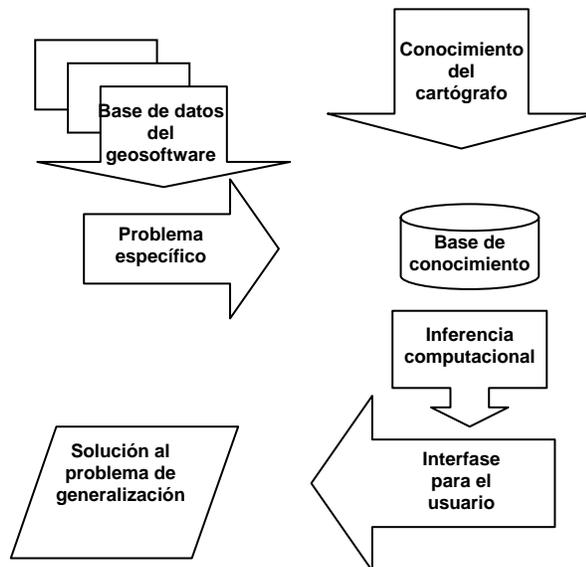
Se concibe como el procedimiento que a partir de una fuente de datos dada, se obtiene un conjunto de datos cartográficos, simbólicos y codificados digitalmente, a los cuales se les aplica una serie de transformaciones espaciales y de atributos. Es un proceso en el cual se transita entre diferentes modelos que representan una porción del mundo real con menor detalle mientras se maximiza la información (Longley, 1999; Godchild, 1999). Para lo cual se requiere un marco de referencia, que permita identificar y aislar los componentes sobresalientes del proceso de generalización digital, así como el desarrollo de reglas objetivas para controlarlo. Para hacer esto posible, los cartógrafos tienen que desarrollar reglas objetivas y claras en la generalización manual; porque el trabajo desarrollado con base en los principios cartográficos en el ambiente manual, se dejan de lado en la investigación de métodos alternativos de generalización digital en donde se contempla un comportamiento para los objetos geográficos y las relaciones entre ellos con reglas claras y libres de subjetividad que permitan la ejecución de un proceso sencillo y rápido; que divida las tareas entre personas y se obtenga un producto estandarizado. Además de considerar los criterios específicos de acuerdo con los objetos geográficos, al proyecto, a la escala y al uso pretendido de los resultados (McMaster y Shea, 1992).

Durante las dos últimas décadas compañías comerciales han desarrollado herramientas específicas para la generalización basada en Sistemas Expertos, los cuales permiten la toma de decisiones de forma automática. Pero como hay una variedad de posibilidades de combinación de fenómenos o problemas que pueden surgir durante el proceso de generalización no existe una herramienta única para generalizar de forma global, si no más bien múltiples aplicaciones que tratan de realizar una o parte de las operaciones habituales del proceso.

Los Sistemas Expertos en la cartografía sirven para definir el tipo, escala y color de los signos convencionales, para establecer una coherencia de los elementos del contenido, para incorporar nuevos signos convencionales y su planificación, para poner de relieve los errores en la codificación de los mapas, reconocer las representaciones cartográficas e interpretar fotografías, etc.

A continuación se muestra un ejemplo del diagrama que se sigue cuando se emplean sistemas expertos en el proceso de generalización.

Diagrama 1. Proceso de generalización en un sistema experto



Fuente: Mc Master, Robert y Shea, Stuart (1992) "Generalization in Digital Cartography"

Algunos ejemplos de software comercial para generalización son: el *CHANGE* (Institute of Cartography, Hannover University, Generalization Software) especializado en la generalización de edificaciones que se

realiza mediante el subprograma *CHANGE-buildings*. También ofrece la generalización para vías de comunicación mediante el *CHANGE-roads* que va desde la escala 1:1,000 hasta 1:25 000¹ (Kasemi, 2004).

Otro software es el *DynaGen v 3.0* sustituto de MGE de Intergraph que automatiza la generación de mapas urbanos desde la escala 1:10,000 hasta 1:50,000, realizado a partir de una sola base de datos de alta resolución. El programa cuenta con gran número de operadores y algoritmos para la generalización de características geométricas² (Kasemi, 2005).

El *LAMPS2 Generalizer* de la casa Laser Scan (británica), genera un rango de productos a partir de una base de datos, con operaciones que se perfilan en dos fases: compilación (creación de bases de datos y su mantenimiento a partir de diversas fuentes) y generación de productos (extracción, simbolización y generalización).

Otra opción la ofrece ESRI con el módulo *GEODATA* montado en ArcGIS v 9.0 (ESRI). Usado para producir mapas de escala chica de 1:500,000 hasta 1:1, 000 000 con operadores específicos de generalización incluidos en su herramienta llamada Geoprocessing, que además ofrece la posibilidad de diseñar la secuencia lógica de los pasos que hay que seguir en la generalización a través de la herramienta ModelBuilder. Pero el punto débil en el proceso de generalización se debe a que requiere de importante trabajo manual porque se necesita de la intuición del cartógrafo para tomar decisiones así como invertir tiempo en la edición (Kasemi, 2004).

Además de estas aplicaciones comerciales están las creadas en las universidades que son algoritmos para resolver problemas específicos en el proceso de la generalización, como ejemplo están: “*La resolución de conflictos visuales entre curvas de nivel*”, herramienta que contempla la solución en las zonas problema mediante tres opciones: 1) el incremento en la equidistancia entre curvas de nivel; 2) la introducción de símbolos lineales y 3) la introducción de simbología superficial. Es un desarrollo cibernético montado sobre un SIG que ha sido elaborado por Palomar y Pardo en el Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría de la Universidad Politécnica de Valencia, España (Palomar, 2004; Pardo, 2004). Otro ejemplo es el algoritmo que “*Busca las características cualitativas y cuantitativas para la modificación eficiente de la escala en mapas vectoriales*”, el cual se basa en un analizador semántico que obtiene automáticamente los criterios para manipular los operadores de la generalización. Analiza las características funcionales, topológicas y lógicas de los datos espaciales. Ha sido elaborado por Moreno; Levachkine en el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, México (Moreno, 2005; Levachkine, 2005).

Un ejemplo más, esta plasmado en el trabajo “*Generalización automatizada para los puntos de cota*” (Palomar; Pardo, 2004) que selecciona los puntos de interés (cimas, collados, etc.), que deben permanecer en el mapa al pasar de una escala 1:10 000 a 1:20 000 y cuyo objetivo es la creación de mapa para excursionar.

En el momento actual, dadas las demandas de usuarios por la visualización y consulta de información multiescala de forma rápida y reversible, la generalización en tiempo real como en Internet (e. g. Google Earth, World Wind) esta cada vez más en boga, porque los usuarios requieren recorrer de arriba hacia abajo por las distintas escalas y obtener en cada caso datos generalizados de acuerdo con dicho nivel. El proceso se podría realizar pre-calculando el comportamiento de cada elemento cartográfico cuando es sometido a cada cambio de escala y almacenar los diferentes objetos generalizados, mostrando sólo aquellos que se filtren en cada nivel de generalización (Palomar, 2001).

Y es que las aplicaciones desarrolladas se desaprovecha la generalización vectorial en tiempo real la cual ofrece una versión generalizada de datos gráficos y alfanuméricos relacionados, porque actualmente se emplean los archivos raster que aunque muestran distintos grados de generalización son imágenes estáticas a diversas escalas lo que requiere de importante espacio de almacenamiento..

Automatizar estos procesos, aún es un reto para el geosoftwre ya que cada punto, línea o área requieren diferente tipo de generalización (Robinson, 1995) además de un complejo reconocimiento de la simplificación principalmente de líneas, de la reducción de puntos y la visualización, así como la incorporación de criterios estéticos, porque es obligado mantener ciertas relaciones en el plano para minimizar los errores de: angularidad, orientación, paralelismo, tangencia, tamaño, etcétera. En el proceso de generalización sólo se ha logrado automatizar las partes referentes a la clasificación de los elementos que se cartografían o las que pueden hallar

¹ www.ikg.uni-hannover

² www.intergraph.es/sgi/products/

una interpretación numérica y se puedan definir por una fórmula matemática. Ya es que es difícil hallar una dependencia matemática que sirva para la selección o la generalización por medio de la automatización. En general, ésta tiene una mayor perspectiva en la confección de mapas analíticos donde se emplean índices cuantitativos.

Hay que considerar que la generalización no sólo depende de las propiedades geométricas sino también del contexto espacial, lo cual debe ser considerado al automatizar los procesos ya que muchos de ellos son subjetivos. Por lo cual es importante reorganizar y detectar las situaciones en que se requieren procesos manuales, para hacer un uso efectivo de las técnicas automáticas por ejemplo figuras que fueron procesadas manualmente puedan ser completadas y correctamente identificadas por el ordenador (Shiryayev, 1987).

Con la computadora es posible emplear simultáneamente una serie de índices de selección, tener en cuenta las relaciones del fenómeno que se generaliza con otros (si estas relaciones pueden estar definidas en forma matemática) y cambiar la magnitud de los índices de acuerdo con la regionalización geográfica del territorio o automatizar la elección que es determinada por índices normativos de censos.

En donde ha sido un éxito la aplicación de la generalización automatizada es en los mapas topográficos porque esta controlada por operaciones predeterminadas factibles de automatizar, lo que no sucede con la generalización del mapeo temático, que sigue siendo un reto cartográfico, porque los parámetros para cada mapa no pueden ser determinados ya que se requiere una decisión para cada uno de ellos (Ansoy, 1984), y también porque no existe una normatividad cartográfica bien definida debido a la gran cantidad de fenómenos temáticos que se pueden cartografiar y la variedad de formas de representación y requisitos necesarios dependientes de los distintos objetivos que se persiguen (motivaciones, uso del mapa, zona de presentación, formatos, escalas, etc.).

También porque el proceso de generalización, en su fase de selección y simplificación, requiere de toma de decisiones que se supeditan al objetivo y escala del mapa. Lo cual lo hace difícil de automatizar porque se requiere la supervisión del cartógrafo principalmente en las tareas de desplazamiento y exageración, y es que no existe un estándar en la definición de las operaciones de la generalización ya que cada investigador ha definido las perspectivas en su área de aplicación.

Lo anterior evidencia que la generalización es un proceso eminentemente intelectual, que se ha efectuado a lo largo de la historia con las herramientas tecnológicas disponibles en cada etapa del desarrollo de la humanidad y que en la actualidad se caracteriza por la utilización de computadoras que ha hecho una diferencia entre la generalización manual y la digital (McMaster y Shea, 1992). Cuyo objetivo es eliminar la subjetividad del proceso manual que carece de reglas universales, para proporcionar una aplicación consistente de las manipulaciones de la generalización mediante un grupo determinado de instrucciones de cómputo para obtener automáticamente siempre el mismo resultado para el mapa. Considerando que los datos y parámetros de partida sean siempre los mismos, a los que se les aplica la misma secuencia de operaciones. Hay que recordar que el proceso manual es holístico en su percepción y ejecución, en comparación con el digital en el que las operaciones son tratadas de manera independiente y se aplican de forma secuencial, lo que es inconsistente con la naturaleza del trabajo simultáneo y holístico de la generalización manual que busca que los datos geográficos mantengan los patrones lógicos y que se muestre sólo lo necesario de acuerdo con la escala.

Muller y Palomar opinan que la intervención del hombre en el proceso de la generalización siempre será indispensable porque: “la tecnología computacional no logra percibir el mapa como un todo, tal y como lo hace el hombre; el sistema de cómputo aún no puede instruirse para que haga una evaluación del impacto que tiene una decisión de generalización sobre las entidades, y la complejidad de las decisiones demanda que el cartógrafo explote su entendimiento sobre el fenómeno geográfico para crear una representación consistente con el conocimiento geográfico existente”.

Las razones anteriores explican el porqué en el momento actual la generalización digital aún no se apega al modelo conceptual formal que busca generar datos adecuados para manejarlos en el ambiente de el geosoftwre (Hunter, 1998).

Ya que en el ambiente digital la generalización se divide en vectorial y raster, por lo cual para cada una se han desarrollado algoritmos que están disponibles en los SIG. Programas que juegan un papel importante en la

generalización automática porque incluyen características como la orientación del objeto, la observación de las reglas topológicas y el análisis múltiple de datos gráficos y alfanuméricos conjuntamente (Palomar, 2001).

A continuación se puntualiza la generalización vectorial y raster.

a) Generalización vectorial: los algoritmos se aplican de forma independiente para cada tipo de entidad espacial: punto, línea, polígono, volumen. Observándose que hay mayor desarrollo para los objetos lineales ya que ocupan hasta el 80% de los elementos del mapa. En el cuadro siguiente se muestran los procesos de generalización digital que se aplican a los objetos espaciales.

Cuadro 5. Procesos de generalización vectorial automática por tipo de rasgo espacial

Entidad espacial	Eliminación	Agregación	Desplazamiento	Simplificación	Suavizado	Amalgación	Fusión	Colapso	Refinamiento	Exageración	Realce	División	Reducción
Punto	X	X	X										
Línea	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Polígono	X	X	X	X			X					X	X
Volumen	X			X	X						X		X

Fuente: McMaster y Shea (1992) “Generalization in Digital Cartography Association of Americans Geographers”.

b) Generalización raster: se orienta hacia los atributos contenidos en cada una de las celdas, lo que provoca el cambio en la resolución espacial, lo cual se logra mediante métodos numéricos conocidos como “remuestreo”. En esencia esto no significa que se generalice, pero el hecho de filtrar los datos para obtener un suavizado, se puede considerar como una operación de generalización. Pero lo que sí existe es una generalización raster geométrica que tiene que ver con técnicas de morfología matemática.

En la generalización raster se distinguen cuatro formas:

-Generalización estructural: cambia el número y/o tamaño de las celdas (píxel thinning). Es una tarea de eliminación de elementos que supone un incremento del tamaño de celda con la consecuente disminución de resolución.

-Generalización numérica: incluye medias móviles bidimensionales, sus operadores se representan mediante matrices deslizantes llamados filtros espaciales. Estos pueden ser de suavizado y realce.

-Categorización numérica: es una clasificación que reduce los datos, pasando de variables cuantitativas a cualitativas.

-Generalización categórica: reclasificación de los elementos que se unen para formar una clase más amplia, genérica y apropiada a la escala.

1.3.3.1 Elementos de la generalización geométrica

La representación geométrica de información geográfica esta sujeta a una serie de operaciones que componen lo que se llama generalización geométrica la cual agrupa procesos que se denominan elementos de la generalización. Los cuales mantienen interdependencias entre ellos para asegurar el balance de los detalles incluidos en el mapa. En el cuadro seis se resumen los métodos de generalización.

Cuadro 6. Elementos de la generalización geométrica

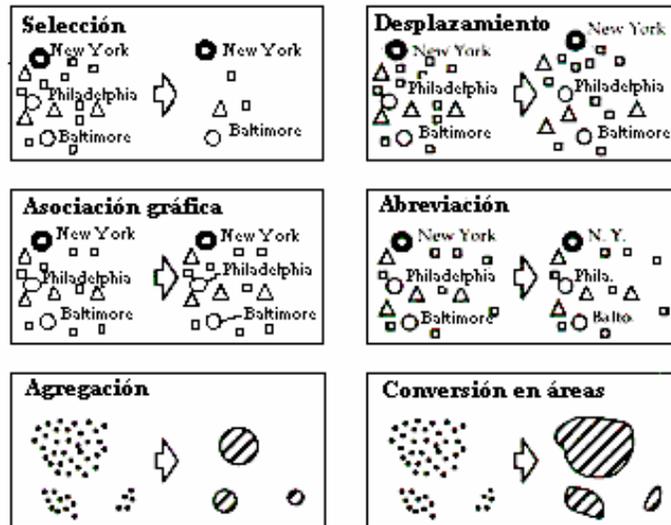
	Explicación	Forma	Tipos
Selección	Son operaciones sobre el valor de los datos, para limitar el interés de la información, que estará de acuerdo con los fines del mapa. Establece las restricciones para seleccionar los elementos que mejor describan el fenómeno que se representa. El especialista elige los fenómenos que se representan, seleccionando los elementos que cumplen con el propósito del mismo tomando en cuenta los aspectos cualitativos y cuantitativos de los elementos. Se realiza por la reducción del mapa y aumenta la complejidad y agrupamiento de los objetos, para evitar la confusión se realizan operaciones sobre el valor de los datos. Proceso intelectual con carga subjetiva por la decisión acerca de la información que sirve al objetivo del mapa, es una "selección de detalles" que no puede hacerse por criterios matemáticos.		
Simplificación o esquematización	Adapta la delimitación de los datos seleccionados a la escala del mapa para una comunicación efectiva, conservando las características geográficas intrínsecas del fenómeno. Se realiza porque se reduce la escala del mapa y los datos son demasiado detallados para su representación, o porque se requiere restar énfasis a un conjunto de datos que deben desempeñar un papel menor. Determina la eliminación de datos, el detalle (suavizado), la retención o exageración de las características geográficas importantes de los fenómenos para transmitir el carácter de la distribución espacial. Aún es difícil determinar el detalle que debe mantenerse en los rasgos al pasar de una escala grande a una menor.	<p>Manuales: subjetividad en el manejo de los datos, responde a las expectativas del cartógrafo.</p> <p>Estadístico: es más objetivo y exacto, utiliza métodos estadísticos como medias móviles, técnicas de áreas homogéneas, análisis de regresión y correlación.</p> <p>Informático: hace el proceso más rápido y sencillo pero la simplificación debe ser interactiva para que el usuario determine que se elimina. Se aplica en estructuras raster y vector que cuenten con atributos que permitanerarquizar los datos. Con la computación gráfica y las ecuaciones de fractales se puede descomponer el rasgo al detalle para conservar los trazos que lo describen de forma concisa.</p>	<p>Tareas de eliminación: se reducen las cadenas de puntos de rasgos lineales o areales y retiene los que determinan la esencia de los rasgos.</p> <p>Tareas de modificación: son operaciones de atenuación en la que las líneas o áreas son comparados y su valor es modificado. Incluye operaciones de realce.</p>
Clasificación	Agrupar datos con características similares y expresa el carácter sobresaliente de una distribución. Determina las características más importantes del grupo de datos. Se aplica porque el mapa producto de la generalización no conserva ningún elemento como era, estos son sustituidos por otro elemento. En el proceso automático aún es difícil reconocer la estructura jerárquica de los datos geométricos.		<p>Cuantitativa: agrupa los datos de acuerdo con sus dimensiones (área, longitud).</p> <p>Cualitativa: hace grupos de datos tomando sus propiedades Lógica: se relaciona con la importancia relativa del objeto que destaca por alguna característica.</p>
Omisión	Restringe algunas características del fenómeno, lo cual depende de la escala que reduce el espacio, de la densidad del fenómeno y de la importancia de los elementos para ser omitidos o no. El proceso es subjetivo porque el cartógrafo determina la importancia de cada elemento.		
Exageración	Resalta los elementos que son ilegibles pero indispensables, modifica las dimensiones de los elementos en proporción a la escala del mapa.		
Desplazamiento	Organiza las relaciones durante la composición de las capas de los diferentes mapas para conservar los elementos en su lugar verdadero en función de las relaciones espaciales		
Armonización	Conserva la exactitud en la posición de los objetos elegidos manteniendo sus relaciones de proporcionalidad para preservar la concordancia geográfica. Se conservan cierto número de paralelismo, tangencia, intersecciones, la igualdad de relaciones geométricas: como distancias y las superficies.		
Simbolización	Asigna los signos cartográficos a los resúmenes de la clasificación, a las características esenciales y a las posiciones relativas resultantes de la simplificación. Los símbolos cartográficos indican factores como cantidad, valor, tamaño e intensidad de los fenómenos. Los símbolos son cualitativos y cuantitativos. Contempla la colocación de los textos en el mapa, en un espacio en que no se traslapen con los símbolos o textos, cuidando que estén referidos a un rasgo geográfico. Existen rutinas automáticas para colocar textos para los formatos vectorial y raster. Se requiere mucho tiempo de edición manual en el geosoftwre para colocar los signos y etiquetas de forma estética y armónica en el mapa por lo que muchas veces el diseño del mapa se termina en un sistema de diseño gráfico.		

1.3.3.2 *Generalización cartográfica por tipo de fenómeno*

Debido a la reducción sustancial en la escala del mapa, los objetos tienen que cambiar sus características, con la finalidad de mostrarlos de forma generalizada. Y de acuerdo con el rasgo espacial se aplica la generalización:

a) *Generalización de fenómenos puntuales*

Proceso que se concentra en aumentar el peso de los puntos. En el esquema número 2 se muestran gráficamente las operaciones que se realizan para los fenómenos puntuales, así como para sus etiquetas:



Fuente: Mc Master, 1992. Generalization in Digital Cartography.

En tanto en la figura 2, se observa la transformación automática de puntos a otro objeto espacial



En el caso de la generalización de las características cuantitativas de los fenómenos puntuales la escala debe conservar los límites de los escalones que tienen sentido cualitativo, por ejemplo los que determinan las subdivisiones de las localidades por el tipo de poblamiento en ciudades y pueblos (Salitchev, 1987).

Para la generalización de las características cualitativas se pasa de conceptos de especie a conceptos de género; donde por ejemplo, se sustituye en un mapa de la industria los signos de empresas de construcción de máquinas agrícolas, por un signo común de empresas de construcción de máquinas que engloba a todos los tipos de máquinas.

b) *Generalización de los fenómenos lineales*

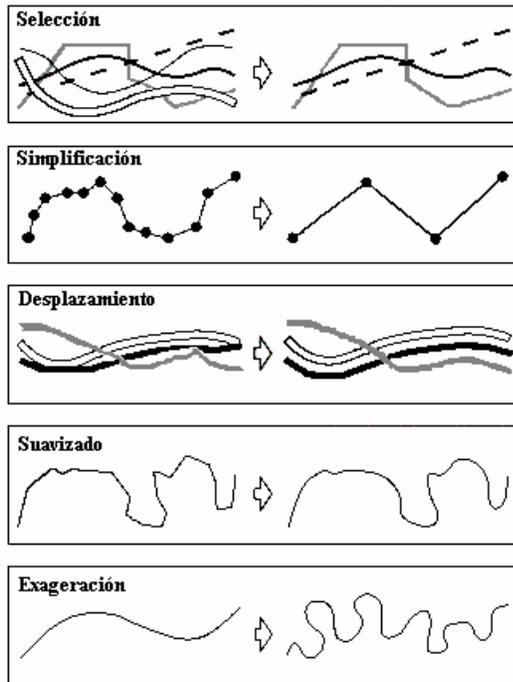
Se basa principalmente en el cambio del grosor, y se recomienda que al elaborar el mapa las líneas se realicen sobrecargadas para evitar que se dibujen ligeras tras la reducción (Robinson, 1987).

La generalización de las características cualitativas en el uso de los signos lineales se hace evidente en la generalización de la clasificación de los objetos.

Otro medio de generalización de las características cualitativas consiste en la propagación de pequeños signos lineales adyacentes al predominante. Por ejemplo en los mapas de las costas, se alternan los tipos al reducirse la escala y se representa con un signo el tipo de costa predominante.

Las operaciones para fenómenos lineales están plasmadas en el siguiente esquema.

Esquema 3: Operaciones de generalización automática que se aplican a fenómenos lineales

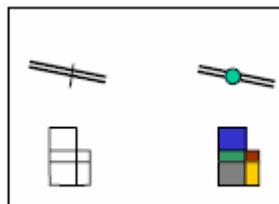


Fuente Hunter, 1998. Generalization Techniques for Spatial Data.

Este último caso se aplica cuando por el cambio de escala un rasgo debería desaparecer, sin embargo se conserva por su importancia en la conformación de la obra cartográfica.

También es factible modificar la estructura de los fenómenos lineales para representarlos por otro objeto por ejemplo se puede transformar de línea-punto o de línea área. Se muestra a continuación el ejemplo.

Figura 3. Transformación automática de objetos lineales a otros objetos espaciales



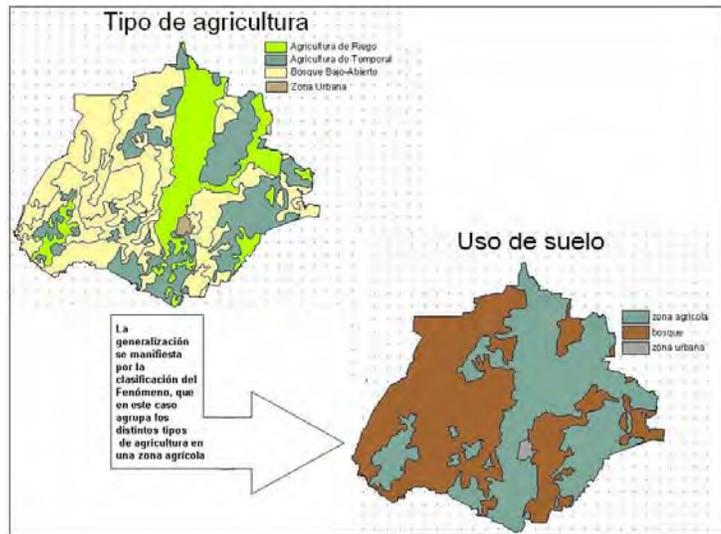
Transformaciones de objetos lineales

c) **Generalización de los fenómenos de propagación continua**

Para cartografiar este tipo de fenómenos se emplea generalmente el método de isolíneas y el método de fondo color.

La generalización consiste en eliminar primero los detalles de las formas y luego las formas que sean pequeñas o secundarias. En el caso de las isolíneas primero se agrandan los intervalos entre las mismas y después, se generaliza el diseño de las isolíneas.

Cuando se aplica el método de fondo cualitativo, la generalización se manifiesta en la clasificación del fenómeno que se representa. Esta puede ser representada como una transición desde los distintos objetos y sus detalles hacia conceptos de especie y luego de género. Un ejemplo gráfico a continuación.



La cartografía de los fenómenos dispersos es la más diversa de los métodos de representación, para estos fenómenos se emplea el método de puntos y al mismo tiempo se usan los cartodiagramas y cartogramas, el fondo cualitativo, las áreas, los signos de movimientos e inclusive las isolíneas.

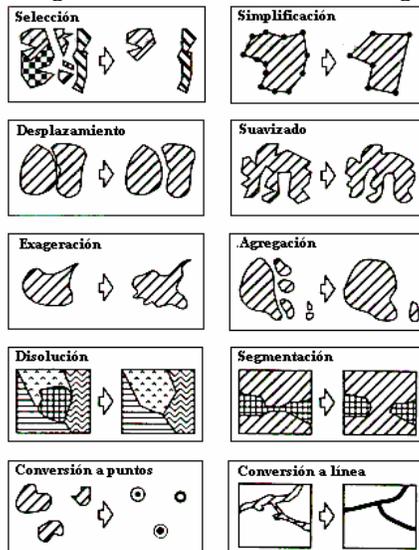
La generalización aplicada a los cartodiagramas y cartogramas, se lleva a cabo reduciendo el número de intervalos de la escala escalonada en los cartodiagramas, así como la abreviación del número de intervalos de la escala de intensidad en los cartogramas y el paso de la división territorial de una categoría más alta, digamos de una división por distritos a una división por regiones.

Es evidente la generalización de las áreas en sus contornos y las áreas importantes pero insignificantes en superficie pueden ser reproducidas por signos de rayado o fuera de escala.

Los fenómenos de áreas requieren de muchos pasos en la generalización porque los límites de un área son sujetos a la agregación y a la conversión de puntos en áreas, además de incluir procesos de la generalización lineal.

Estas tareas quedan ejemplificadas en el esquema 4:

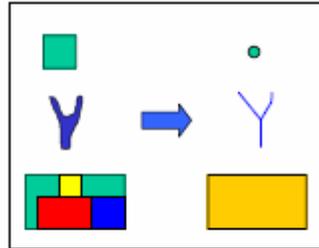
Procesos de generalización automática de rasgos areales.



Fuente: Hunter, 1998. *Generalization Techniques for Spatial Data*

La transformación de la estructura de los objetos areales debido al cambio en la escala se muestran en la siguiente.

Figura 4: Transformación automática de rasgos areales a otro objeto espacial



Transformaciones de objetos areales.

1.4 Tipos de mapas

Para clasificar a los mapas se toman en cuenta diversos aspectos, como su carácter territorial, la especialización de su contenido, su escala y su asignación. Los mapas generalmente están de acuerdo con el objetivo que persiguen y con el método empleado en su construcción, lo que da como resultado una gran diversidad, que provoca que sea difícil establecer una clasificación racional entre ellos. Por lo que se les ha dividido en mapas generales y temáticos o especiales. La diferencia básica entre ambos es que los primeros describen la estructura geográfica (física y social) del sujeto de estudio y los mapas generales sólo muestran su distribución (Robinson, 1982).

La aplicación tecnológica en la cartografía ha hecho la diferencia entre mapas para ser vistos o para ser leídos. Acerca de esto Bertin (1981) y Bernhardsen (1992) opinan que hay dos tipos de mapas: los visuales y los legibles. Un mapa visual corresponde inmediatamente a cuestiones del usuario como “dónde” y “qué”. En cambio un mapa legible requiere de más tiempo para asimilar la información que presenta y responde a preguntas del tipo “cuál”.

Estos mapas ahora son parte de la base de datos del geosoftwre y al mismo tiempo son la herramienta para la organización de la información del sistema. Son un archivo para multiprocesos, para un buen número de usuarios y un sin fin de aplicaciones, que emplean un lenguaje rico y flexible que, su uso se remonta a varios siglos y sigue siendo el instrumento donde aparece toda la diversidad de nuevas representaciones gráficas de los fenómenos.

Los mapas ahora producidos pueden diferir de los clásicos, ya que se pueden cambiar y combinar los métodos de representación cartográfica como cartogramas, isolíneas sobre un mapa base que no es de visión administrativa ni topográfico si no que puede ser una imagen de satélite o fotográfica, por lo que la simbología cartográfica automatizada está cambiando. También pueden presentar cualquier dato utilizado para múltiples objetivo. Con la ventaja de que en su producción se aplican mejores procesos que sólo utilizan los datos necesarios.

1.4.1 Mapas Generales

Son llamados también de referencia, cuya finalidad es reflejar la asociación espacial de una selección de fenómenos geográficos y representar las relaciones posicionales de una gran variedad de atributos en un sólo mapa. Elementos como carreteras, fronteras, asentamientos humanos, cursos de agua, elevaciones, perfiles de costa y masas de agua constituyen el interés de este tipo de mapas. Cuyo fin es práctico porque en ellos se plasman todos los elementos inmediatamente visibles en el paisaje y porque permiten hacer medidas precisas de ángulos, distancias, diferencias de nivel y áreas. Su elaboración es fácil tanto de forma automática como manual y se clasifican en:

a) *Mapas de gran escala* de áreas terrestres denominados mapas topográficos los cuales se editan en serie de hojas sueltas y son elaborados con métodos fotogramétricos Como el mapa número uno de Campeche que aparece en la siguiente página. Su exactitud es precisa en términos de relaciones posicionales entre los elementos cartografiados donde muestran una representación exacta y detallada de la superficie terrestre referente a la posición, forma, dimensiones e identificación de los accidentes del terreno, así como de los objetos concretos que se encuentran permanentemente sobre él.

Su precisión variará con la escala, por ello, en el lenguaje técnico cartográfico sólo se consideran mapas topográficos aquéllos cuya escala está comprendida entre 1:10, 000 y 1:1,00 000 (Joly, 1979). Estos mapas son usualmente producidos bajo la dirección del gobierno nacional, regional o local cuyo uso es para la administración, ingeniería, registro de tierra y planeación.

Mapa 1. General topográfico de Campeche



Dado que la presentación tamaño carta del mapa hace difícil que se puedan apreciar la parte de los Signos convencionales, se incluye ésta sección a continuación

S I G N O S C O N V E N C I O N A L E S

AGUASCALIENTES
 - CANALIZACION DE AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS

AGUASCALIENTES
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS

AGUASCALIENTES
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS

AGUASCALIENTES
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS
 - AGUAS VIVAS

REPRESENTACION DEL RELIEVO
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL

REPRESENTACION DEL RELIEVO
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL

REPRESENTACION DEL RELIEVO
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL

REPRESENTACION DEL RELIEVO
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL
 - CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1 : 700 000

EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL 100 METROS

CORRUIOS DE LOCALIZACION

ESCALA 1 : 700 000

b) *Mapas de pequeña escala* que se encuentran tipificados por los mapas de naciones, países, estados, continentes y los de Atlas, cuya escala es inferior a 1:100,000 por lo que no tienen las cualidades de exactitud y de detalle requeridas para ser mapas topográficos, aunque los puntos principales están rigurosamente situados y muchas de sus representaciones son convencionales. Representan un conjunto de fenómenos similares a los que muestran los mapas generales a gran escala, pero sus símbolos y representaciones son muy generales, y no alcanzan los niveles de precisión posicional que consiguen los mapas de gran escala.

A este tipo pertenecen los mapas corográficos que describen no un lugar, sino una región o un grupo de regiones e incluso un continente. En ellos, se hacen figurar las localidades y la toponimia así como todo tipo de indicaciones tales como límites de Estados, poblaciones, vías de comunicación, etcétera, lo que los hace muy útiles como mapas de referencia, un ejemplo de este tipo de mapas corográficos son los planisferios que abarcan toda la Tierra (Robinson, 1987). Una muestra de estos mapas se ejemplifica con el mapa 2.

Mapa 2: Físico del Mundo.



En esta clasificación también se incluyen los mapas corográficos complejos que son mapas topográficos que proporcionan una representación de los elementos de una localidad por separado, pero correlacionada (Salitchev, 1987).

1.4.2 Mapas Temáticos

El vocablo temático ha hecho fortuna al calificar todo mapa cuyo fin sea distinto de lo puramente topográfico. El objeto de estos mapas es dar, sobre un fondo de referencia, el carácter topográfico y una representación convencional de dos o más fenómenos localizables espacialmente, con el objeto de mostrar sus correlaciones funcionales sin importar la naturaleza del fenómeno estudiado (Joly, 1979) para destacar las valoraciones o estructuras de distribución del fenómeno.

Se centran en las variaciones espaciales, en la forma de un sólo atributo o en la relación existente entre varios. Su objetivo es la representación espacial de la forma o estructura de los objetos, el carácter de un todo formado por la interrelación de las partes.

Hay que mencionar que un mapa que se ocupe de una sola clase de fenómeno no quiere decir necesariamente que sea un mapa temático. Los mapas que reflejan la diversidad de los suelos o la densidad de población, pueden ser clasificados como mapas generales si su objetivo es únicamente mostrar las situaciones de los diversos tipos de suelos, rocas o la densidad de población en zonas determinadas. En cambio, los mapas realizados a partir de los mismos datos que utilicen los mismos medios de representación y que centren su atención en la estructura de la distribución de los fenómenos, entonces se denominarán mapas temáticos (Robinson, 1987).

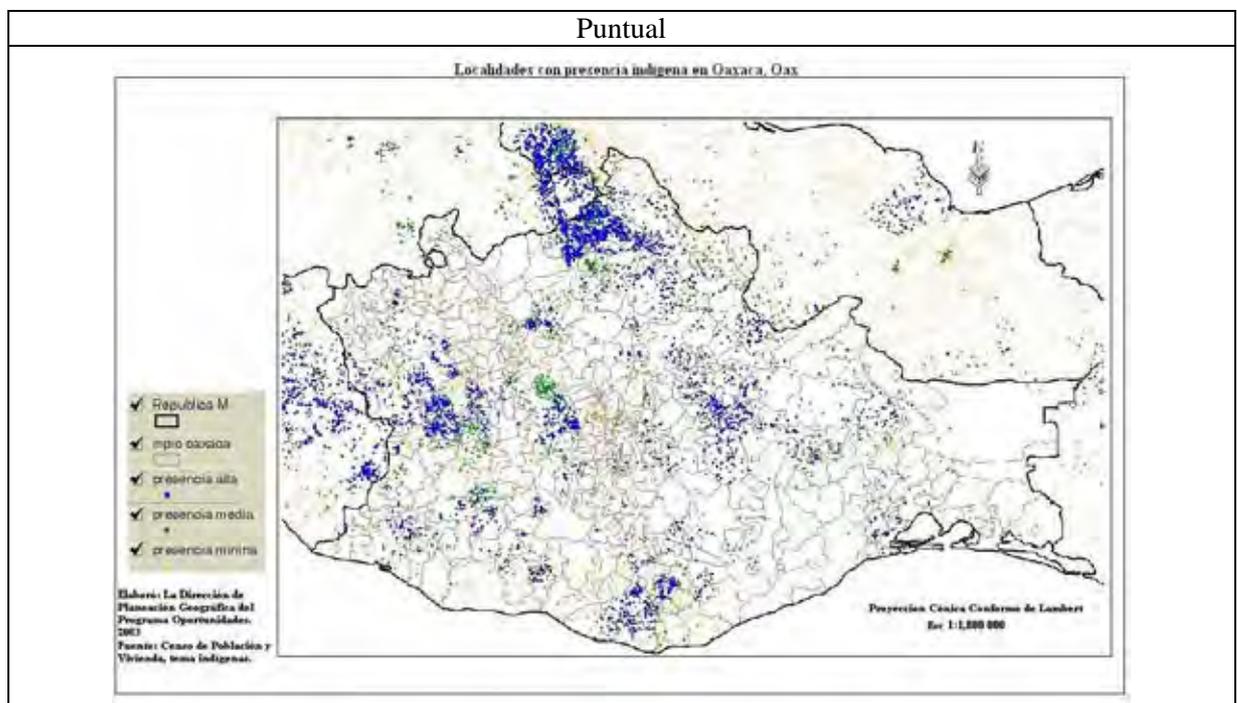
La exactitud en la precisión de la localización no es el interés primordial de estos mapas, pero si lo es la veracidad en la representación de las características estructurales básicas de la distribución del fenómeno analizado (Robinson, 1987).

Estos mapas han pasado de ser sólo cualitativos a una precisión cuantitativa y comparativa, y su desarrollo ha estado vinculado con la elaboración de series de mapas como los Atlas nacionales o regionales (Bekker, 1987), y es en este rubro donde la automatización ha contribuido enormemente ya que permiten su producción electrónica.

Los mapas temáticos son tan numerosos como las clases de temas a tratar, sin embargo, desde el punto de vista metodológico y atendiendo a su contenido, se pueden dividir en cuatro categorías básicas, las que a su vez abarcan varias subdivisiones:

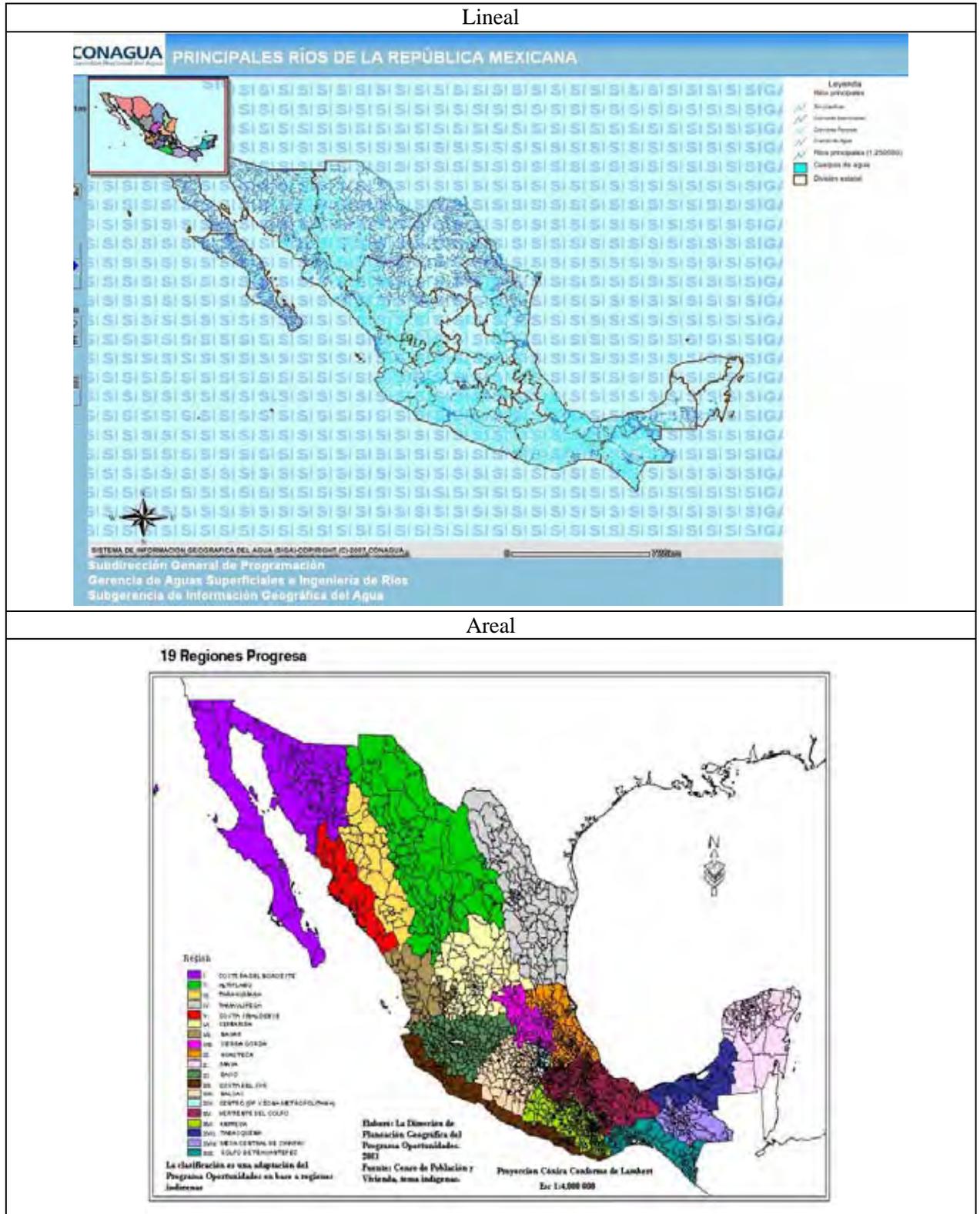
1. Mapas temáticos cualitativos y cuantitativos. Donde los primeros muestran la distribución espacial o la localización de los datos puntuales, lineales, de distribución de área o la combinación de estos mostrando el comportamiento generalizado del fenómeno de acuerdo con un criterio jerárquico y un determinado orden o clasificación. Estos mapas son el resultado de la aplicación de ciencias cuantitativas y experimentales, con el apoyo principalmente en la estadística descriptiva (IGAC Principios de Cartografía Temática, 1993). En el cuadro se muestran los ejemplos de representación cartográfica temática cualitativa por tipo de rasgo espacial.

.Cuadro 7. Modelos de representación temática cualitativa por tipo de rasgo espacial*



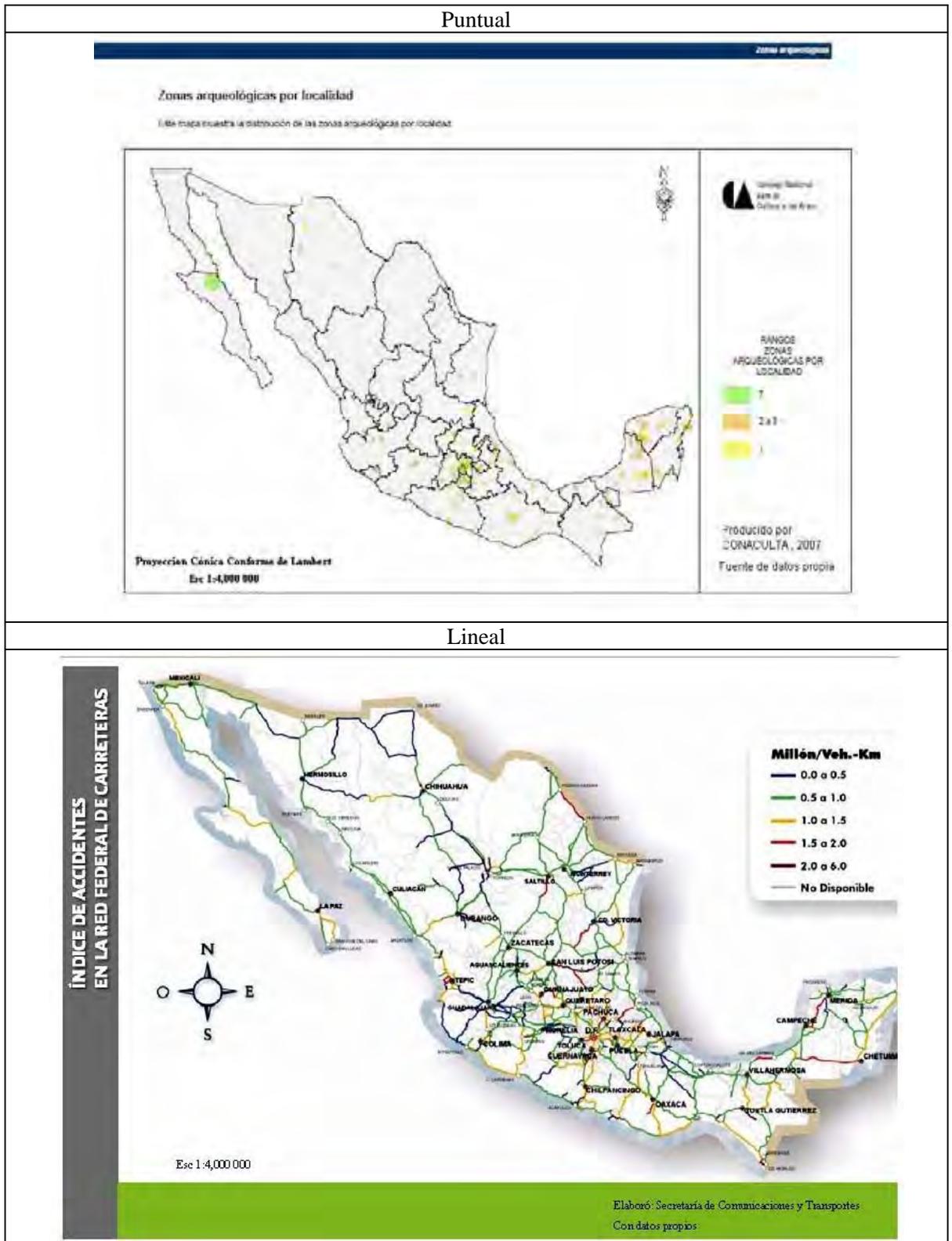
* Los modelos del territorio presentados en la tesis son el ejemplo de la producción cartográfica nacional disponible en Internet, muchos de ellos pueden no tener un buen diseño cartográfico, no contar con la fuente de datos o carecer de los elementos que distinguen a un mapa e incluso resultan ilegibles porque no se cuida en su publicación el formato de impresión, sin embargo el objetivo de la tesis es revisar los mapas digitales publicados por las principales instituciones de este país sin hacer distinción

Cuadro 7. Modelos de representación temática cualitativa por tipo de rasgo espacial

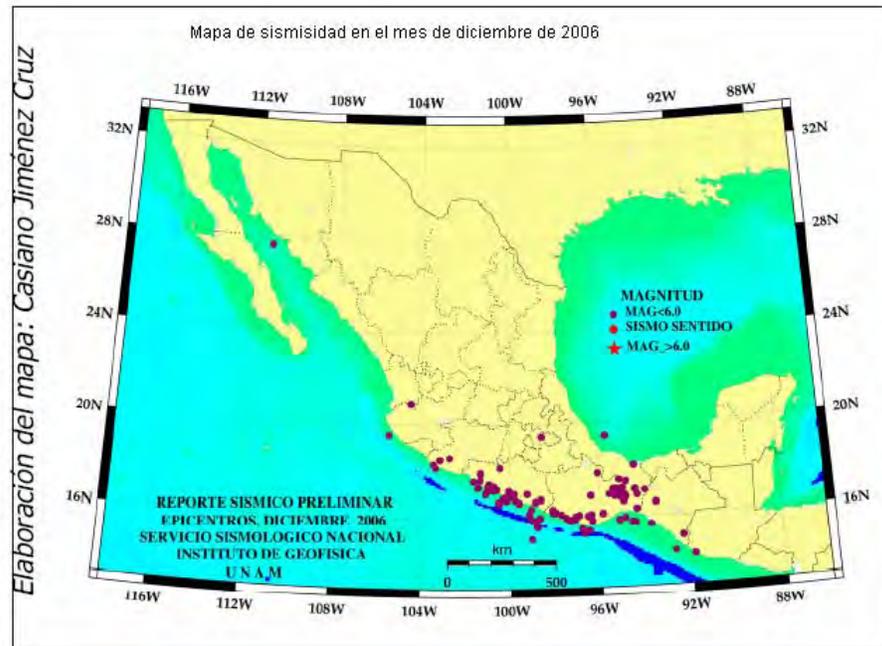


Mientras que los mapas cuantitativos se caracterizan por representar espacialmente la información estadística e ilustrar los datos en forma ordinal, por intervalos o en escalas de datos puntuales, lineales y areales. Ejemplos de este tipo de mapas se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Modelos de representación temática cuantitativa por tipo de rasgo espacial



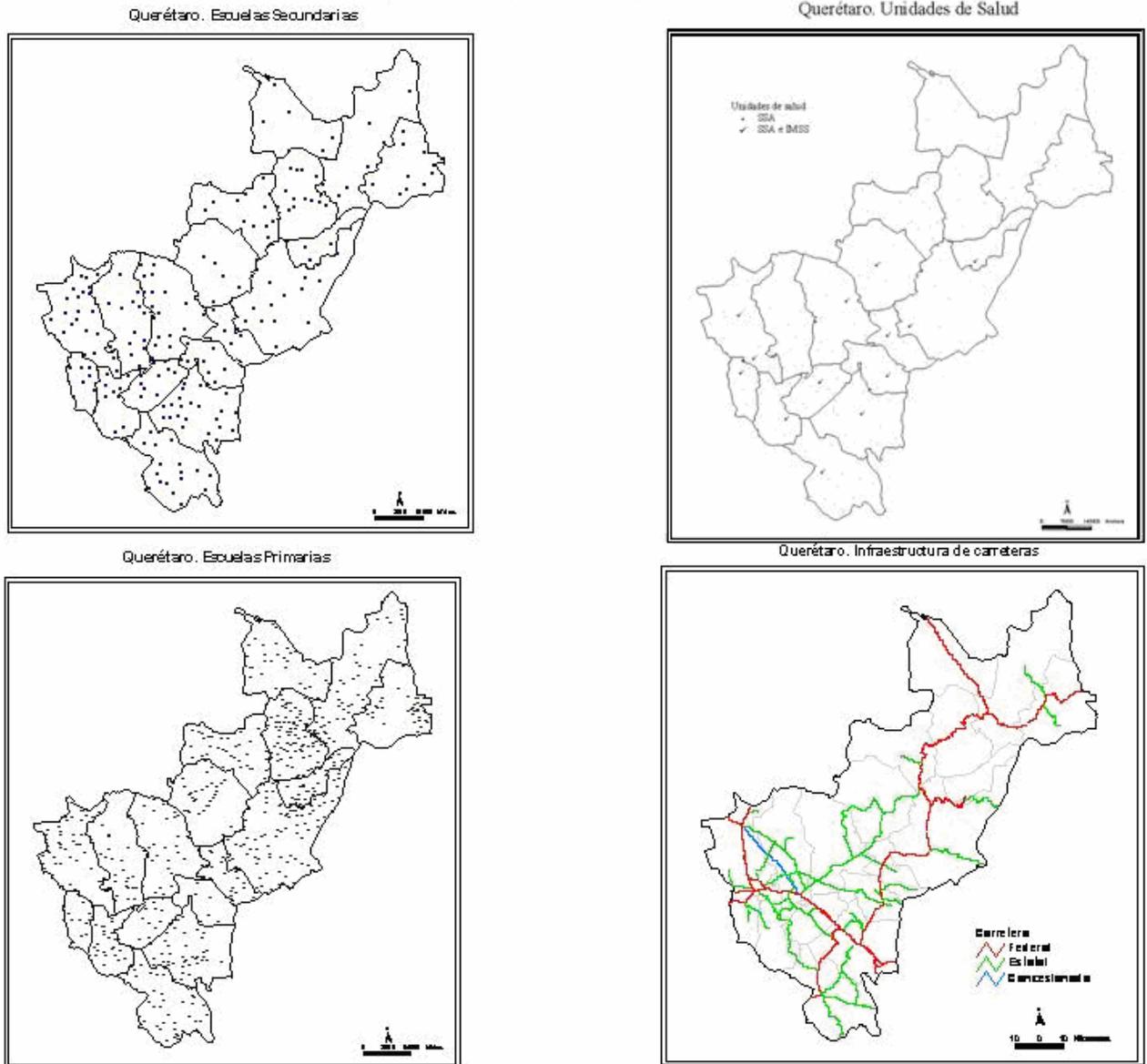
Mapa 3. Sismicidad de México en diciembre de 2006.



Integran otro grupo de mapas especiales los mapas físico-geográficos generales y de los paisajes.

En cuanto a los mapas socioeconómicos están los que representan la economía y la infraestructura de los servicios con que cuenta la región cartografiada, obteniéndose una caracterización multifacética o parcial de una rama económica o de un tipo de servicio en particular. Razón por la cual las investigaciones económicas o sociales de un territorio deben partir del análisis de estos mapas, ya que permiten conocer el diagnóstico, las leyes de la distribución territorial así como la combinación y correlación entre ellos. Por ejemplo en la imagen 6 que a continuación se inserta, se muestran los modelos de representación de servicios salud e infraestructura que se necesitan para que en el Programa Oportunidades (SEDESOL) se pueda determinar si existe la factibilidad para que se otorgue apoyo a la población marginada.

Modelo 1 Con distintas representaciones de la distribución de Servicios salud e infraestructura carretera de Querétaro



La división básica de los mapas socioeconómicos se da entre mapas de la población y económicos, un género especial de mapas socio-económicos lo forman los históricos que muestran los distintos fenómenos y acontecimientos históricos, así como sus motivos y consecuencias. Además de los mapas de la cultura y los político-administrativos.

Las exigencias en la cartografía económica y social se deben a que los mapas responden a preguntas cruciales para la economía y el cubrimiento de servicios, a partir de la correcta utilización del enfoque estadístico. Para representar los índices de producción, demográficos, de salud (directos e indirectos) y otros, así como combinar el denominado enfoque topográfico, que posibilita la ubicación de todos los objetos en su localización exacta.

Y por último hay que mencionar a los mapas técnicos entre los que se encuentran: los de navegación marítima, los de vuelos, los de proyectos y otros que caracterizan una localidad en un determinado perfil técnico (Salitchev, 1987).

- Tipos de mapas según la amplitud de sus temas según el grado de generalización de su contenido, que es lo que determina su tipo. Así los mapas de una misma especie pueden incluir en su contenido un índice distinto de elementos con diferentes características que son llamados parciales o de rama, como por ejemplo un mapa por rama de la industria, de la agricultura o del transporte. En el mapa 4 se ilustra un ejemplo de este tipo.

Y una segunda clasificación sería para los mapas de características generales que son llamados de esta misma forma, y son por ejemplo los de climatología general.

4 Tipo de mapa de acuerdo al objetivo del mapa de lo que derivan los mapas analíticos, los mapas sintéticos, los mapas estáticos y dinámicos y los mapas de inventario y de diagnóstico.

Seleccionar entre cada una estas expresiones de acuerdo con el fin perseguido, constituye el objeto de la cartografía. A continuación se hace una descripción de esta última clasificación:

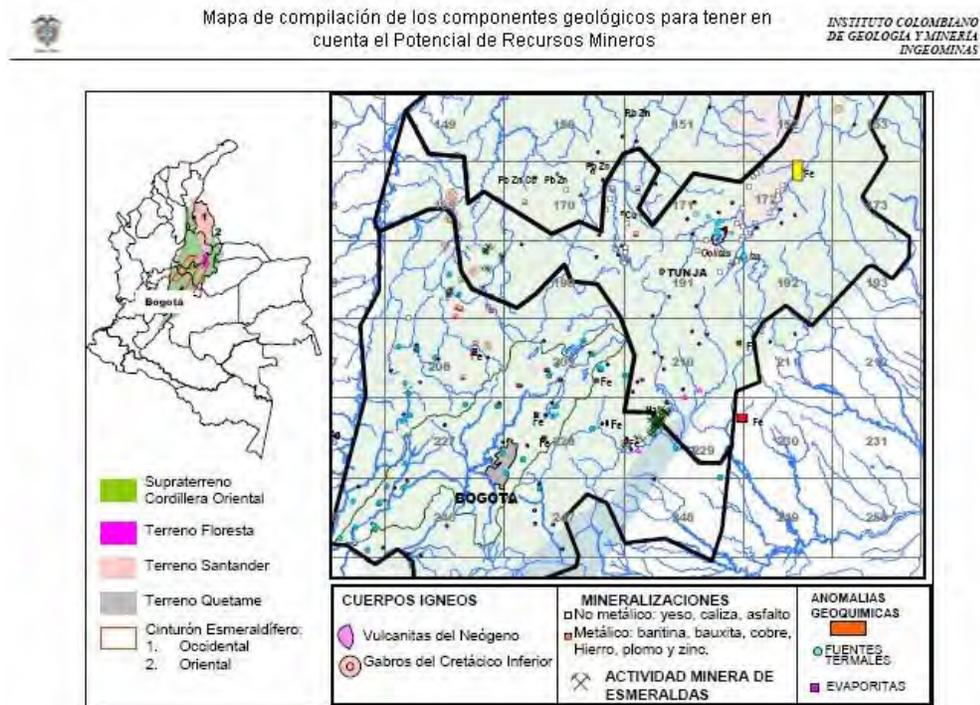
1.4.2.1 Mapas analíticos

Representan los elementos que forman un fenómeno en cuanto a su extensión y distribución del mismo (o de un grupo de fenómenos relacionados o de un aspecto particular de un fenómeno) sin otro fin que el de precisar sus relaciones con el espacio geográfico: posición, altitud, orientación, etcétera. Para lo cual propone una imagen global con diversas combinaciones resultantes. Como ejemplo de este tipo de mapas se pueden citar a los planos, los mapas topográficos y los mapas de compilación. En gran medida todo mapa analítico es también un mapa de referencia porque es una especie de inventario de hechos debidamente localizados. Que a veces acompañan de bases de datos anexas que muestran en un cuadro más amplio los detalles importantes.

Los mapas analíticos son producto de una generalización del contenido, en el cual se emplean índices no generalizados o poco generalizados. Entre estos mapas podemos citar a los mapas de temperaturas, a los de presión atmosférica y otros elementos meteorológicos. A estos mapas y otros semejantes que se obtienen como resultado de levantamientos realizados de inmediato al natural, también se les llama carta-observación para subrayar su carácter concreto (Salitchev, 1987).

Se consideran también mapas analíticos los de distribución ya sea puntual, lineal o zonal. En el caso de los fenómenos que se representan están las ciudades, los poblados, los mercados, etcétera, cuyo símbolo representativo es del mismo tipo y su distribución es discontinua. El conjunto de puntos constituye zonas de diferente densidad y las variaciones de intensidad del punteado permiten apreciar visualmente, la repartición general de los componentes y como consecuencia evaluar cuantitativamente la importancia del fenómeno (Joly, 1979). En el mapa 5 podemos observar un ejemplo de mapa analítico de compilación

Mapa 5. Ejemplo de mapa analítico de compilación



Cuando el fenómeno estudiado es lineal, su manifestación será continua o discontinua, ramificada o formada por elementos aislados. Y su representación ofrecerá una imagen directa de las relaciones jerárquicas entre los componentes, su independencia o sus vínculos, las zonas de convergencia o divergencia, y la forma o dimensión de las figuras así formadas.

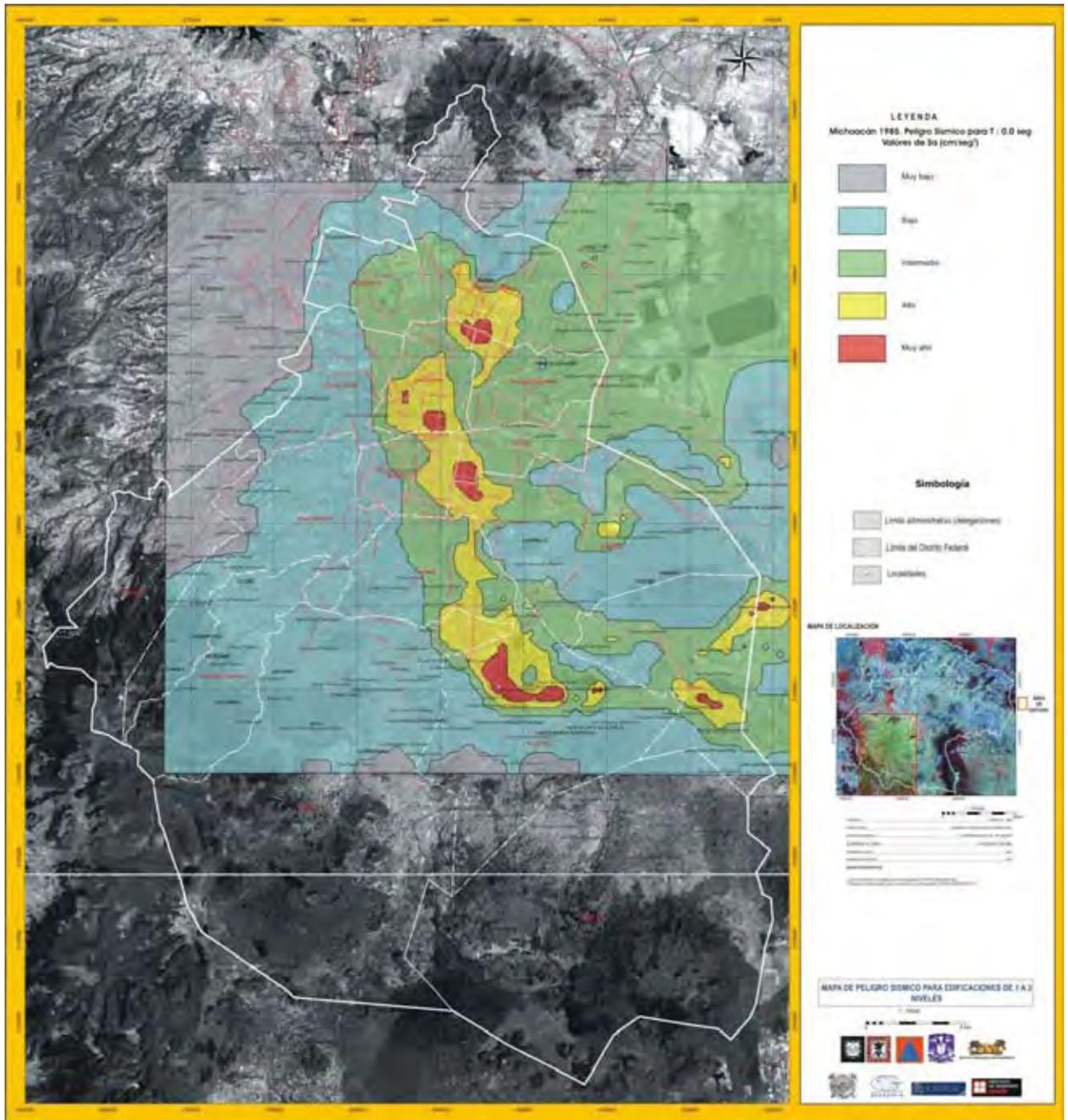
Y por último cuando el fenómeno es zonal, o dispuesto en islotes independientes o en zonas yuxtapuestas puede ser representado por color o por símbolos figurativos con valores o estructuras diferentes. De este tipo son los mapas corocromáticos, monocromos o policromos que relacionan varios elementos que se definen por sus contornos, por ejemplo los hipsométricos, los geológicos, los planos de ciudades, los mapas políticos, etcétera.

1.4.2.2 Mapas sintéticos

Son mapas de explicación o de presentación más que de referencia; porque a partir de un objeto preciso representan un fenómeno en su conjunto a través de sus relaciones internas para lo cual agrupan por superposición o por transformación los datos de varios mapas analíticos con la ventaja de tomar formas variadas con lo que se puede representar el comportamiento de varias variables e indicadores al unísono relacionados sin necesidad de consultar varios mapas. Estos mapas facilitan la búsqueda de zonas homogéneas que sirven en la regionalización ya que logran una visión directa de la comparación de varios datos (Joly, 1979). Para lo cual se utiliza en su elaboración métodos modernos basados en el cálculo matricial, el análisis y los coeficientes de correlación.

El ejemplo de esto se ilustra mediante el mapa 6 de “Peligros Sísmicos para Edificaciones” que muestra las zonas de de peligro sísmico para edificaciones de diferentes niveles. Los mapas de peligro sísmico son una herramienta indispensable para conocer la distribución de las aceleraciones máximas del suelo generadas por un sismo.

Mapa 6. Peligros Sísmicos para Edificaciones de 1 a 3 niveles



Estos mapas representan el grado máximo de generalización temática propio de los mapas sintéticos, que caracterizan los fenómenos como un todo único a base de unir y emplear en conjunto una serie de índices. Como ejemplo tenemos a los mapas climáticos generales en los cuales se destacan las zonas climáticas después de analizar un conjunto de varios índices.

Este tipo de mapa son llamados de correlación porque combinan sobre un mismo fondo variables múltiples cuyas relaciones se quieren explicar. En este sentido, los mismos mapas analíticos son también de correlación, puesto que comparan el fenómeno estudiado con el espacio geográfico, tal y como está representado.

Los mapas de correlación representan el estado más acabado de la cartografía manual clásica, sin embargo en ocasiones, durante su elaboración se pueden sobrecargar con información y volverse ilegibles y de poca utilidad. Caso que se presenta con frecuencia cuando se elaboran mapas sintéticos de forma automatizada y por usuarios no especialistas en métodos de representación cartográfica.

1.4.2.3 Mapas estáticos, dinámicos e interactivos

Tanto los mapas analíticos como los sintéticos pueden tratarse haciendo intervenir el factor tiempo bajo dos perspectivas:

a) Una desde el punto de vista estático, que abordar el tema en un momento determinado, como en una instantánea fotográfica. A este tipo pertenecen los mapas sinópticos, que dan una imagen precisa, pasajera del fenómeno representado. Representan en conjunto todos los elementos de un tema, por ejemplo son los mapas meteorológicos muestran la temperatura, o los frentes, y que caracterizan en cierto momento el tiempo sobre grandes extensiones de la Tierra. Lo cual se justifica en la medida en que la combinación instantánea representada es significativa para el futuro.

Para evitar el carácter fugaz de los mapas sinópticos sobre todo de los meteorológicos y económicos, se ha recurrido a los mapas de medias. Donde el fenómeno representado se cuantifica por una medida calculada a partir de una sucesión de levantamientos para tratar de mostrar sobre el mapa, el sentido y el valor de las modificaciones.

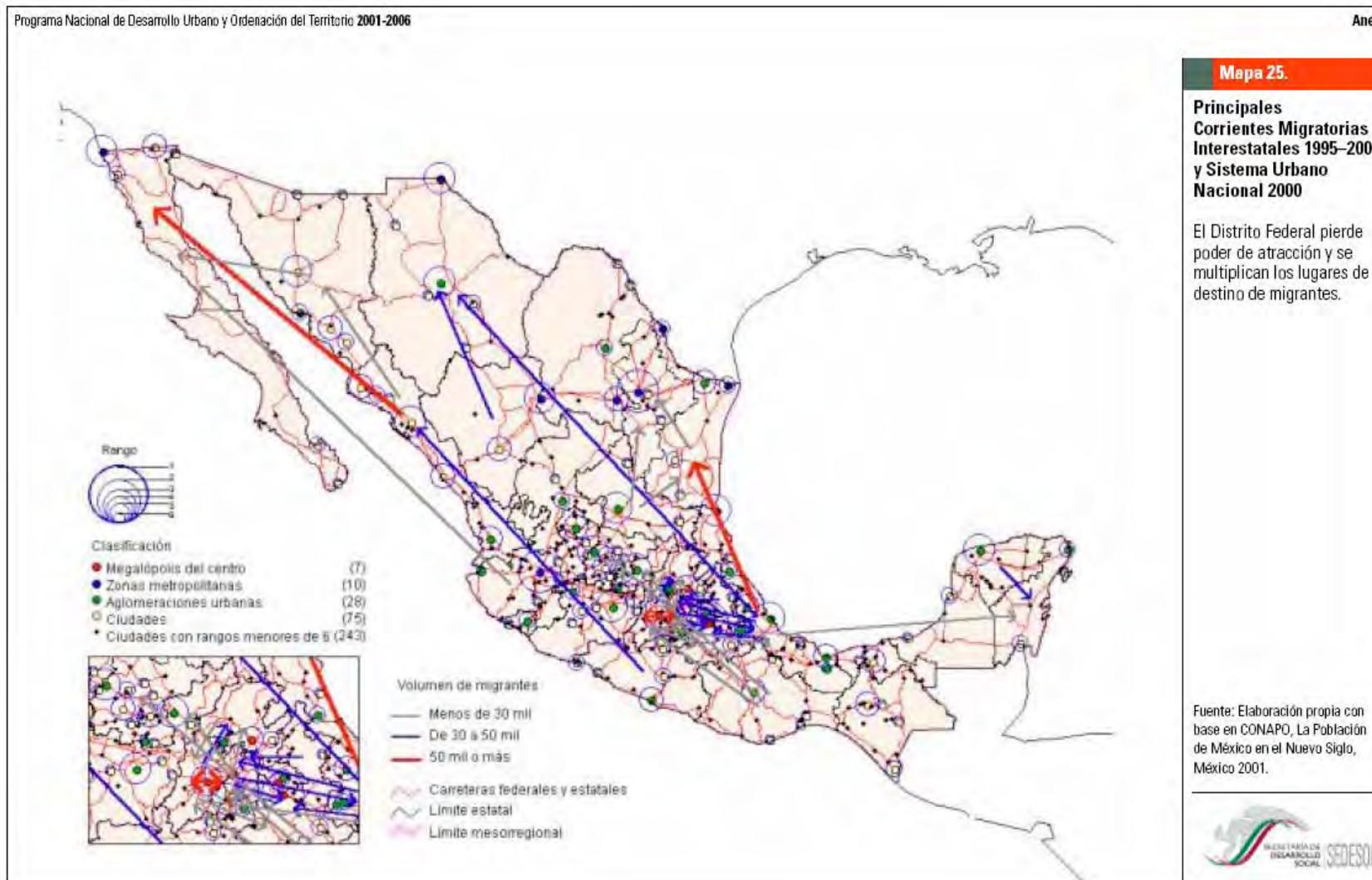
b) Otra perspectiva que involucra la variable tiempo es desde el punto de vista dinámico la cual muestra sobre el mapa el sentido y el valor de las modificaciones que se han producido o se producirán en un tiempo dado, así se pueden distinguir dos clases de mapas dinámicos que se muestra en el cuadro 9, siguiente:

Cuadro 9 Tipos de Mapas dinámicos

1. Mapas de flujo, que tratan sobre los desplazamientos en el espacio y, de un modo general todos los fenómenos que tienen que ver con la circulación, la migración o las redes (transporte).

Casos en los cuales se cartografía el fenómeno su valor absoluto o porcentual, hay que resaltar que en esta tarea el geosoftwre es muy útil ya que permite el tratamiento de matrices numéricas de origen y destino lo cual mejora la calidad de los trazos, también crear figuras de nuevo estilo que puede llegar hasta la tercera dimensión.

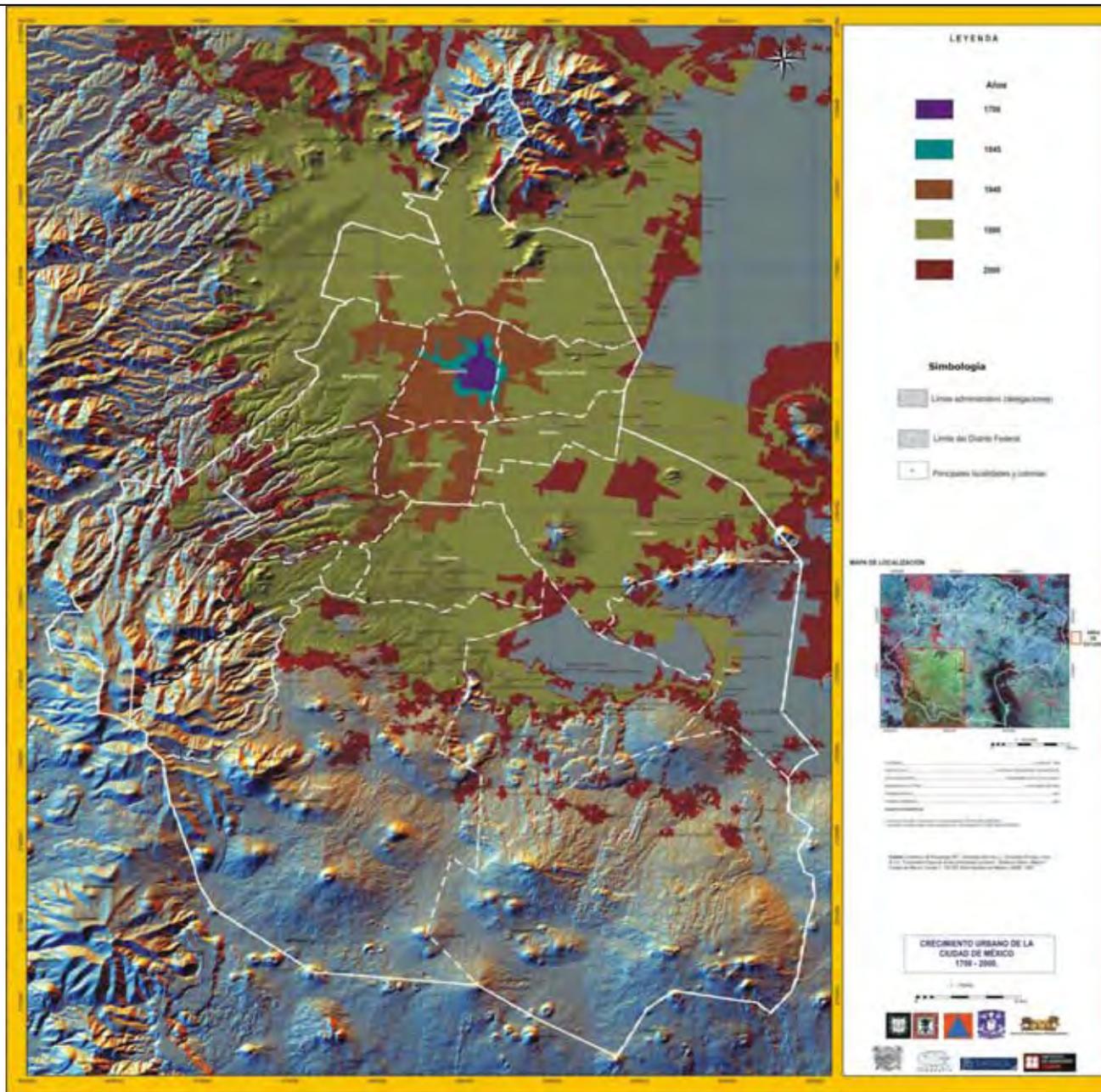
Ejemplo: Mapa de corrientes migratorias interestatales.



2. Mapas de evolución que se ocupan de los cambios de estado de un fenómeno en el transcurso del tiempo: historia de un desarrollo, planes de crecimiento, esquemas directores, mapas geodinámicos, etcétera.

Muestran la verdadera evolución, la secuencia de transformaciones en un mismo sentido, y cartografían las situaciones sucesivas en el transcurso del tiempo de un fenómeno.

Ejemplo: Mapa de Crecimiento urbano de la Ciudad de México de 1700 a 2000.



En cuanto a los mapas interactivos hay que mencionar que se encuentran en el próximo nivel de capacidad de los mapas dinámicos ya que buscan mostrar lo que sucede en tiempo real, para dar seguimiento de forma continua a los distintos fenómenos por lo cual se pueden construir mapas cada hora o según la necesidad del monitoreo del fenómeno como sucede en los casos de los desastres naturales, los del estado del tiempo, los de seguimiento a operativos en campo o en contingencia epidemiológica.

Tienen tres alternativas:

1) **Atlas electrónicos:** que combinan técnicas para el despliegue de mapas, algunos incluyen sonido y gráficos animados. En la actualidad algunos sistemas permiten el usuario construir sus mapas de acuerdo con sus necesidades. Los atlas interactivos principalmente se distribuyen a través de CD, no se requiere de ninguna geotecnología para explotar la información y por ello son los de mayor difusión entre la población en general.

2) **Mapas para navegación:** son cargados en las computadoras portátiles (lap-tops) o en los asistentes personales (personal digital assistant: PDA) cuyo geosoftware facilita la búsqueda de la distancia más corta entre dos puntos, desplegar la mejor ruta en el mapa, alimentar la base de datos alfanumérica y cartográfica con diferentes elementos espaciales y atributos derivado del levantamiento en campo. Este geosoftware le proporciona al usuario especializado herramientas para edición de mapas y de las bases de datos.

En este tipo de mapas también se incluyen los desplegados en los GPS (dispositivo que permite realizar una navegación en el campo a través de un mapa interactivo) los desplegados en las páginas amarillas interactivas de la web que permiten la ubicación de direcciones u otros servicios en un mapa.

Estos mapas pueden tener hipervínculos con otras páginas Web. Algunos servicios tienen la capacidad para que el usuario utilice sus propias marcas en el mapa u otros símbolos para en los "sitios de interés" los cuales pueden ser almacenados y estar disponibles la próxima vez que usuario visualice el mapa.

El mapa web también puede proporcionar una lista de los temas disponibles, en donde el usuario puede realizar la selección. Además puede establecer el color, el tipo de línea u otra interpretación cartográfica y cuenta además con algunas herramientas que permiten realizar consultas para recuperar valores de los atributos ordenados en una lista o tabla.

La ventaja de estos mapas Web es que puede ser usados al mismo tiempo por diversos usuarios con distintos propósitos y en lugares distantes. Como consecuencia de este formato digital y al encontrarse en la red de computadoras se puede relacionar al mapa con diversas fuentes de información como transmisiones de satélites, la radio de bomberos, etcétera, haciendo del mapa un elemento capaz de reflejar a cada instante los eventos que tiene lugar en el espacio.

Si el mapa Web esta bien concebido puede estar en la categoría de mapas conceptuales predominantemente visuales lo que permite la percepción global del objeto de estudio, haciendo manifiesta la jerarquización del fenómeno (MacKendree et. al., 1995).

3) **Mapas para análisis de datos:** su fin es ayudar a explicar la distribución y relación entre variables. Para esto se requiere que el distribuidor de mapas proporcione al usuario especializado un ejecutable que le permita realizar las operaciones de análisis.

Dentro de esta clasificación de mapas interactivos hay que añadir una categoría más que desde fines de los 90's se han generado con una serie de técnicas y de diverso software con la intención de visualizarlos, consultarlos y/o modificarlos. Esta clasificación esta en función de lo que se puede hacer con ellos, esto es, que tan modificables son y cual es su capacidad de gestión sobre la información que representan:

* *los no modificables o solo para visualizarse*

Se fundamentan en servidores de imágenes de mapas sobre una plataforma básica http y en formatos como jpg y bmp. Son muy sencillos y la interacción con el usuario es muy limitada.

Ejemplo: los populares mapas de MapQuest,[♦] además los videomapas, formados a partir de la toma de video de la superficie terrestre.

El único fin de estos mapas es mostrar una imagen en la pantalla, se trata de colecciones de mapas fotografiados en formato digital que suelen venir acompañados de un programa que les proporciona la posibilidad de navegación y la de ver mapas temáticos, fotografías, esquemas, listados

Estos mapas no tienen la posibilidad de modificarlos, así que las gestiones y decisiones tomadas por el usuario son desde una perspectiva visual, ya que son como un mapa en papel donde el usuario solo observa la imagen y toma una decisión guiándose por su experiencia y por los datos aportados en el mapa.

** gestionables a nivel exclusivamente gráfico*

Trabajan sobre servidores que admiten consultas a bases de datos y manipulación cartográfica devolviendo requerimientos geográficos en el mismo protocolo http. La edición se hace off-line y se carga luego a la web. Se destacan aplicaciones como Mapguide de Autodesk, Internet Mapper, Image mapper (para Arcview) entre otros. Muchos de estos sitios pueden visitarse mediante navegadores geográficos como el conocido Arcexplorer de ESRI.

Se permite mediante un programa la edición y manipulación de datos a nivel exclusivamente de elementos cartográficos. Son mapas para ser vistos, pero se les pueden añadir nuevos elementos o eliminarse o modificarse o combinarse entre sí. El tipo de programas que permiten hacer modificaciones a estos mapas son los denominados CAD o AM/FM que permiten la manipulación a las bases de datos y son utilizados para la elaboración de mapas por las instituciones generadoras de cartografía y topografía.

En este caso la gestión o decisión que toma la persona que observa el mapa en el ordenador es sin más ayuda que la manipulación gráfica que permite el programa.

** digitales de ayuda a la toma de decisiones y mapas modificables*

Son producidos por los SIG ya que permiten la realización de la gestión integral de los elementos contenidos en el mapa digital así como de sus datos alfanuméricos asociados. Encaminada a la automatización o asistencia en el proceso de toma de decisiones. Estos programas representan el nivel máximo de posibilidades en la gestión de la información de los mapas digitales.

A estos mapas se les puede construir la topología que es la que abre la posibilidad del análisis espacial. Donde se pueden hacer análisis más complejos (por ejemplo análisis de redes), ediciones cartográficas, entre otros.

Se destacan aplicaciones como ArcIMS (Internet Map service) de ESRI y Geomedia Webmap de Intergraph, entre otros.

1.4.2.4 Mapas de inventario

Tiene como objetivo representar el inventario de lo que existe, en términos de calidad y cantidad, por ejemplo los mapas edafológicos, mapas sobre el total de votantes, sobre mediciones de contaminación, etcétera. Un ejemplo se muestra en el mapa 7 que se inserta a continuación:

Mapa 7: Inventario sobre apiarios para el ordenamiento ecológico de Pachuitz, Hopelchen, Campeche.



Fuente: Mapa de inventario elaborado por la población local y el Instituto de Ecología, A.C. para la primera etapa del ordenamiento ecológico.

Estos mapas son importantes porque con ellos se realizan las diferentes etapas de los estudios territoriales ya que constituyen la base de partida para establecer el diagnóstico de lo existente, después continúan los mapas analíticos que permiten expresar gráficamente las relaciones, las dependencias, las causas y las consecuencias hasta llegar al final del trabajo, con recomendaciones o tomas de decisiones, donde se utilizan los mapas sintéticos.

La presentación que he hecho da cuenta de la diversidad de mapas que existen lo mismo que de sus aplicaciones y sirve para demostrar la riqueza de opciones cartográficas para representar cualquier fenómeno espacial, pero lo más importante es que estas opciones cartográficas son el resultado de la creatividad que el hombre ha acumulado en su historia lo que se traduce en el mapa como el pensamiento sintético del hombre sobre su territorio que a veces puede ser una obra de arte o una secuencia de mapas para hacer estudios complejos analítico-sintéticos del territorio.

Y esto es posible porque los diversos tipos de mapas están relacionados y se complementan. Un mapa temático requerirá siempre de los mapas base, por lo cual cada mapa debe hacerse con exactitud y apegarse a las reglas cartográficas de representación.

Esta revisión teórica permite tener una visión general conceptual de la cartografía para que más adelante en el capítulo se puedan comparar las funciones de Arcview 3.2 contra lo que marca la cartografía “tradicional” que yo diría más bien que sólo es no automatizada.

Y también servirán estos conceptos para evaluar en el capítulo cuatro la producción de imágenes del territorio que se publican de forma electrónica y que son el ejemplo de la producción cartográfica nacional, con la finalidad de determinar si pueden llamarse mapas o simplemente modelos del territorio.

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CARTOGRAFÍA

2.1 Problemas teóricos y técnicos actuales de la cartografía

En la historia de la cartografía se han planteado de tres paradigmas: el cognoscitivo, el comunicativo y el tecnológico o computacional. Entendemos por paradigma al modelo que permite explicar y dar soluciones a problemas del mundo real, el cual analiza los cambios en la ciencia y tiene influencia en la explicación de las "revoluciones científicas" que sucedieron en la historia de la geografía. Estas revoluciones son respuestas a una crisis generada por la acumulación de un creciente número de problemas no resueltos en los términos de un paradigma vigente. Ante discrepancias entre resultados y expectativas, se busca un nuevo tipo de explicación. Surgen conjeturas, se debaten las cuestiones metodológicas, se invocan nuevos argumentos filosóficos, se realizan experimentos insólitos, hasta que aparece un nuevo paradigma que servirá para resolver las anomalías existentes (Harvey, 1969).

Los cambios de paradigmas hacen que los científicos vean el mundo de su investigación, de manera diferente (Kuhn, 1962) y ahora con la visión digital de la realidad se crea un universo diferente y podemos considerar una visión inicial paradigmática asociada a una posible revolución en la forma de aproximarnos a nuestro objeto de estudio.

Estos paradigmas han permitido captar la evolución del pensamiento geográfico, pero ninguno ha podido suplantar completamente al anterior por lo que en la actualidad coexisten las diferentes posturas. Dichos paradigmas remiten a su vez a analizar las alternativas de utilización de los mapas de los cuales se puede decir que su uso tiene dos vertientes, una que pueden ser utilizados como material demostrativo y de consulta, y otra que pueden constituir fuentes de nuevo conocimiento geográfico.

Los paradigmas permiten conceptualizar a la cartografía a partir de paradigmas basados en diferentes tendencias teóricas, una de las cuales la considera como ciencia formal para la representación, transmisión y difusión de información espacial y otra la ve como una ciencia de investigación del mundo objetivo para la generación de nuevo conocimiento geográfico. Y está el punto de vista tecnológico, que la ve como una alternativa para la descripción cuantitativa, cualitativa y dinámica de los aspectos de la naturaleza, la economía, la sociedad, el medio ambiente, la localización y la topología tomada de los documentos cartográficos, a través del almacenamiento compacto de información geográfica, considerando para ello los componentes alfanuméricos y gráficos.

La tecnología ha influido en la comunicación y cognición que aunque no son nuevos conceptos para la cartografía, ahora tienen un nuevo significado en la era de la información. Aunque esta tendencia ha influido en el decremento de la investigación en la teoría de la cartografía y sin las reformas teóricas que respondan a los cambios en las técnicas, los conceptos y contenidos de la cartografía, el aprovechamiento total de los recursos técnicos se ve limitado. Y menores no han sido las consecuencias sobre la división del trabajo y la especialización de los profesionales, ya que los modernos cartógrafos y geógrafos se han convertido principalmente en técnicos con un limitado entendimiento de los problemas a los que la cartografía puede atender.

2.1.1 Paradigma Cognoscitivo

De acuerdo con éste, la cartografía es una ciencia sobre el conocimiento y la representación de la realidad a través de la modelación cartográfica, para la cual reúne, ordena y clasifica datos; buscando como objetivo establecer los principios generales y la metodología de análisis cartográfico, donde el mapa se considera como un modelo de imagen simbólica que representa en forma sistematizada el espacio geográfico (Franco, 1994). El cual sirve para clasificar nociones apriorísticas acerca de la estructura espacial. Al final de la investigación, los procesos de clasificación se integran en un diseño experimental, de tal forma que el resultado del proceso cognoscitivo varía desde simples mapas a sofisticadas descripciones por medio de representaciones cartográficas.

Y es que el mapa cognoscitivo permite la percepción global del objeto de estudio, haciendo manifiesta la jerarquización por medio del uso de expresiones abreviadas y significativas para los conceptos. Donde se presenta un orden parcial de los mismos, los cuales son necesarios para adquirir otros conceptos y son útiles en la planificación de secuencias de instrucciones y de diagnóstico.

Este proceso cognoscitivo cartográfico involucra el uso del cerebro humano para reconocer los patrones y las relaciones dentro del contexto espacial. Pero a pesar de que la , en las últimas tres décadas, ha estado dominada por el crecimiento en el área de la percepción dentro del mapa y del uso del mapa, en donde busca el análisis y las aplicaciones de este

en el área de la percepción dentro del mapeo y del uso del mapa, en donde busca el análisis y las aplicaciones de este último, el geosoftware disponible no ha logrado reproducir el proceso cognoscitivo cerebral debido a que están limitados por la naturaleza de las estructuras de datos como, es el caso de las vectoriales que aunque son topológicas, secuenciales y orientadas a objetos no logran lo que el cerebro humano (Taylor, 1991).

2.1.2 Paradigma Comunicativo

En paralelo con la evolución de la cartografía asistida por computadora durante las décadas de los 60's y los 70's se desarrolló el paradigma de la comunicación. Este concepto no era nuevo para la cartografía, sin embargo para muchos cartógrafos se convirtió en la parte más importante de la disciplina (Taylor, 1991) ya que se volvió a poner atención en el estudio del diseño conceptual de los símbolos del mapa, con el objeto de que resultaran útiles para los diseñadores de las nuevas imágenes gráficas en los mapas obtenidos a través de la computadora, porque una representación debe ser mucho más que una selección de símbolos y técnicas.

Fue una reacción a la visión tradicional de la cartografía, que se concentraba sólo en las técnicas y tecnologías para producir mapas, esta nueva forma de la cartografía proponía se tomarán en cuenta las nuevas tecnologías para producir mapas, pero haciendo énfasis en la comunicación. Sin embargo, esta visión de la cartografía a partir de los 80's empezó su declive, debido al interés que despertó la cartografía asistida por computadora, ya que permitía producir mapas mucho más rápido, aunque con limitadas representaciones cartográficas.

Este paradigma asume al mapa como el producto final diseñado para comunicar un patrón espacial por medio de símbolos y selección de clases limitadas, esta visión tradicional cartográfica, ha cambiado porque con la automatización aumentaron las clasificaciones de los datos, conocido esto como paradigma analítico, debido a que existen más datos con los cuales construir nuevas posibilidades de transmisión e información al mapa mediante sistemas de representaciones visuales, en donde el mapa también ha sido transformado en un documento interactivo que cualquier usuario puede controlar en el despliegue (García, 1989).

La cartografía queda concebida por el paradigma comunicativo como una ciencia referente a la comunicación de información gráfica que emplea para el rol a semiología cartográfica y la búsqueda de modelos efectivos de comunicación gráfica, la cual se ve ampliada con el uso de las nuevas imágenes digitales, que generan diferentes productos de los tradicionales en papel, donde el mapa es entendido como una forma de comunicación que busca transmitir la información cartográfica.

De esta forma la cartografía de nuestros tiempos se fundamenta en el proceso comunicativo como ciencia del conocimiento del medio circundante, que utiliza todos los aspectos comunicativos busca transmitir la información geográfica usando métodos gráficos al encontrar la metodología y simbología que son capaces de transmitir su estado, estructura y desarrollo.

Berliant (1987) opina que "independientemente de las insuficiencias del modelo comunicativo al gunos de sus procedimientos metodológicos son útiles al desarrollo de la cartografía y es un error no incorporarlos en la concepción general del modelo cognoscitivo del mapa". Porque la correcta y rápida transmisión de los mensajes contenidos en un mapa dependen de la información retenida por el usuario, del tratamiento que se aplique y de la apropiada utilización de los sistemas automatizados.

En este sentido, las cuestiones gráficas resultan importantes porque junto con las matemáticas, la documentación, el razonamiento de la información, la presentación de los resultados obtenidos, y la imagen digital o analógica, se conforma un proceso de manipulación de la información que ya sea por confrontación o por superposición permite sugerir correlaciones y establecer simplificaciones lógicas.

Según Joly (Joly, 1979) "la ventaja del lenguaje gráfico es permitir la lectura prácticamente instantánea de un cúmulo de información plasmada en un mapa y el cambio inmediato de la imagen gracias a los medios electrónicos, lo que favorece la recepción, en un tiempo mínimo, de un volumen máximo de información". Para lo cual es necesario utilizar un método cartográfico que permita la representación de múltiples fenómenos, así como la superposición y la sucesión en el espacio e incluso en el tiempo de los fenómenos sobre un mapa.

Y para favorecer la recepción de la información en el mapa se toman en cuenta las investigaciones sobre mecanismos neuronales que indican como las diferentes partes del cerebro perciben y responden a diferentes canales visuales, por

ejemplo las áreas, los tamaños y colores se perciben en el primer canal visual, lo cual se tiene que tomar en cuenta al diseñar el mapa (Taylor, 1981).

Por lo cual el arte real de la cartografía es permitir no sólo la selección intuitiva de símbolos y la aplicación de variables gráficas, sino hacerlos legibles y útiles para lograr el propósito comunicativo del mapa.

En este punto se debe considerar que el mapa contiene un límite de datos y que el total de ellos, en el mundo real nunca podrán ser plasmados al mismo tiempo en un mapa, por lo tanto los mensajes no son simples de definir en las representaciones cartográficas y los resultados que se puedan obtener dependen de la percepción interactiva que el usuario logre al generar una visión mental del mapa. En este sentido la visualización científica ha resultado útil porque permite plasmar en el mapa virtual mucho más datos.

La mayoría del software cartográfico tiene limitaciones para la representación de la información geográfica y para las salidas de alta calidad, lo que limita el trabajo cartográfico, ya que no permite cumplir con el objetivo comunicativo de la cartografía, ya sea por los escasos o nulos conocimientos de los usuarios, o por el uso irreflexivo que otros hacen de los sistemas, lo cual ha influido cualitativa y cuantitativamente, para levantar montañas de mapas de escasa calidad si se valoran por su capacidad de comunicar.

Al mapa se le ve como el origen de datos, a la cartografía como la herramienta que sirve para ilustrar los mapas de salida y se percibe la aplicación de la computación como la simple automatización de la producción de los mismos, a un costo reducido con un incremento en la velocidad de producción y revisión.

Esto es una concepción errada, y a que se debe considerar al mapa como el eje central, donde descansan los enfoques comunicativos y cognoscitivos para abordar los problemas cartográficos generales, donde todo intento por automatizar el proceso de elaboración de los mismos, debe tomar en cuenta al seleccionar la tecnología y el software, las funciones específicas y los enfoques particulares de cada una de estas concepciones.

2.1.3 Paradigma tecnológico o computacional

A comienzos de la década de los 80's se produce un debate formal acerca de la posibilidad de aplicación de la tecnología computacional y su impacto en la geografía y en la cartografía. La divergencia que se observa en la aplicación del geosoftwre para elaboración de cartografía (temática o topográfica) es la misma que se perfiló en la cartografía tradicional desde el siglo XV II y XVIII. Por lo que se ha abierto la discusión acerca de si realmente hay un paradigma tecnológico ya que algunos autores (Dobson, 1983a, b; Cromley, 1983; Moellering y Stetzer, 1983) opinan que la automatización no ha provisto mejores resultados que los de la revolución cuantitativa de los 50's.

Dobson (1993) en particular afirma que no existe un paradigma tecnológico sino más bien una *revolución tecnológica*, a lo que se suma Pickles (1993) al opinar que la tecnología digital sólo ha ampliado en gran medida los límites de incumbencia de la geografía.

Sin embargo, ha quedado evidencia que los paradigmas *racionalista* y *cuantitativo* han aportado los conceptos principales del paradigma tecnológico, con poca presencia de las perspectivas geográficas que por sus aproximaciones se han encaminado más hacia procedimientos de dificultosa automatización, producto del alto componente perceptivo y una importante dificultad de validación empírica.

El paradigma racionalista está representado por modelos de superposición temática de regiones sistemáticas (formadas por una única variable), el paradigma cuantitativo se plasma en una perspectiva modelística y en la aplicación de la geometría fractal, y en la perspectiva histórica en niveles de superposición cartográfica en SIG.

La perspectiva tecnológica es una nueva forma de ver la realidad usando las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), a través de sucesivas transformaciones que van del mundo real hacia un modelo digital de la realidad, lo que ha llevado a la consideración de la aparición de este nuevo paradigma. Donde los sistemas automatizados de manejo de información geográfica se orientan al almacenamiento compacto de la información geográfica tomando en cuenta sus componentes alfanuméricos y gráficos, su localización y topología, la búsqueda racional de aspectos específicos que permitan poner límites en el espacio geográfico (diferenciación), a la posibilidad de integrar en un sentido vertical los temas y espacios a través de su funcionalidad (interacción), la problemática de selección de la información de acuerdo

con los objetivos de la investigación (significancia) y la incorporación del devenir histórico en la configuración espacial (temporalidad) en Buzai (1999) y más recientemente en Buzai (2001a).

Otra aportación conceptual la hace la *Geografía Global* como campo disciplinario la cual sustenta la nueva visión de conceptos y métodos de análisis geográfico que se han incorporado al ambiente digital, y virtual (representación digital), y que están revolucionando el análisis geográfico del siglo XXI. Situación que se manifiesta como *explosión disciplinaria* que se produce a través de la difusión de conocimientos, lo que también posibilita la simbiosis entre ciencia geográfica y su contexto. Y muestran el desafío, de la superposición-complemento-competencia de nuestro mundo real con un nuevo universo digital en expansión. En donde la visión digital resulta ser una perspectiva actual, que provee como en ninguna otra época histórica, la posibilidad de combinar visiones a fin de realzar estadios verdaderamente completos de la realidad (Buzai, 2001a).

De este hecho se han favorecido los profesionales que independientemente de sus disciplinas de base, a través del uso de las TIG pueden “hacer” Geografía; en tanto la Geografía ha difundido sus conceptos y métodos en el ambiente computacional para llegar al resto de las ciencias y prácticas sociales mediante procedimientos de aplicación estándar. De esta forma es como llegan a vislumbrar el surgimiento de un campo teórico y metodológico de aplicación generalizada: la Geografía Global.

Con el enfoque tecnológico se ha abierto una nueva rama de la geografía la “cibergeografía” (Buzai, 2001a) que avanza en el estudio de las relaciones que surgen entre lo real y lo virtual. La evolución de las formas de abordar el estudio del espacio geográfico es un eje estructurador para analizar el desarrollo del pensamiento de nuestra disciplina. Desde la región como realidad objetiva hacia la región digital en el ciberespacio se han ido engarzando uno a uno los eslabones, que desde los inicios de una Geografía como ciencia humana de finales del siglo XIX, han permitido que procedimientos tecnológicos se transformen en geotecnológicos, y mediante las TIG llegar a la automatización de la mayoría de los procedimientos de análisis espacial y como dice Maldonado “en que lo real tiende a hacerse más virtual y lo virtual más real” (Maldonado, 1998).

Y según las formas en que el paradigma tecnológico resuelve o interpreta los diversos fenómenos espaciales existen cuatro posibilidades:

1. La **visualización** que es la fusión del ámbito cognoscitivo y el comunicativo por medio de la tecnología computacional. Taylor (1991) la define como un nuevo campo en la computación gráfica que permite el análisis y la comunicación de una representación visual. Usado para el manejo, el acceso, el análisis y la visión de complejos modelos digitales de la realidad. La cual sugiere una imagen similar a la observada en la naturaleza y ha resultado ser un método ideal para entender las complejas relaciones del mundo, así como también ha propiciado que el cartógrafo construya una nueva cartografía explorando las facilidades del reciente desarrollo en la visualización científica, la realidad virtual y multimedia.

La visualización ha sido una de las últimas aportaciones hechas en el lustro de l siglo pasado a la computación, en la cartografía y la geografía. Ha contribuido con la simulación, el manejo de grandes bases de datos y el desarrollo de ideas en comparación con la cartografía no automatizada al poner énfasis principalmente en la presentación de ideas (Hearnshaw, 1994).

Además aporta a la cartografía la interacción con el usuario, la funcionalidad de tiempo, la dinámica, la interacción, la comunicación multi-usuario, los nuevos símbolos cartográficos y la presentación de fenómenos abstractos en un espacio tridimensional.

MacEachren (1992) menciona que la moderna visualización cartográfica es una extensión del análisis espacial para la imaginativa y creativa representación de los datos pero exige la habilidad del sistema visual del humano para reconocer la estructura y los modelos espaciales.

Tal ha sido su influencia que ya se habla de visualización cartográfica o geográfica la cual es interpretada como el uso de técnicas computacionales aplicadas al despliegue de mapas, al cambio y la visión múltiple de un mismo dato, que interactúa con el mapa. Ayuda a explotar el canal visual humano para reconocer la estructura y los modelos espaciales. Ya que involucra el realismo basado en modelos tridimensionales, y la generación fractal del paisaje, así como la relación con otros gráficos, textos y sonidos (McEachren, 1995; Monmonier, 1989). Facilita la rotación y el movimiento del observador con relación a la visión de la superficie y hace uso de ventanas para un manejo en

multiproceso dentro de un ambiente visual, haciendo más fácil la selección, así como el manejo interactivo de la información (Douglas, 1995).

Tradicionalmente en el campo del SIG y la cartografía automatizada, la visualización ha tenido un uso restringido asociado con los mapas en tercera dimensión, la visión en perspectiva del terreno, pero en tiempos recientes se usa para representar la calidad de los datos, el despliegue de relaciones entre las entidades físicas en dos o tres dimensiones involucrando la visión estereoscópica, el uso de gráficas abstractas para representar la distribución de fenómenos que no son visibles y contribuir de esta forma a describir sus procesos a través de incorporar propiedades reconocibles de los objetos y escenas apropiadas a los modelos mentales existentes (Monmonier, 1990). Y ha resultado ser un método visual científico en la geografía y la cartografía, porque ha permitido entender las relaciones espaciales al plasmar el espacio geográfico en pantalla en un tiempo mínimo incluyendo ilustraciones, sonido, animación computacional y la noción de vídeo datos digitales, los cuales son considerados científicos y multidimensionales.

Las primeras aplicaciones de las técnicas de visualización científica en la cartografía se dieron al generar modelos empíricos a partir de la colección de datos, en la aplicación de métodos de interpolación, en la transformación de escalas y proyecciones. Así como en la representación de la hipsometría del terreno y en el despliegue gráfico de objetos seleccionados. Además de apoyar con diversas técnicas para la generación de isolinneas o el mapeo coroplético. En cuanto a la información cuantitativa plasmada en el mapa la visualización provee la "sensación de lugar". Por ejemplo sobre una región puede ayudar a conocer como es su clima, su ambiente, los sonidos y aromas.

En la cartografía asistida permite variar el color de secuencias y estimular el patrón de búsqueda de fenómenos y procesos. Así como la manipulación cartográfica es directa y versátil porque se realiza en el monitor y los cartógrafos la utilizan porque provee de una conveniente visualización artística. Le ha permitido obtener resultados basados en modelos de la realidad, porque provoca la apreciación intuitiva de las características de los datos y representa en los mapas los principales aspectos, sean éstos visuales o no por naturaleza, pero que en su representación visual pueden ser entendidos fácilmente por el observador. En esto combina dos procesos: el modelamiento y la selección de elementos relevantes para su presentación y despliegue.

En la geografía humana la visualización hace uso de los cartogramas para representar los diversos fenómenos humanos ya que permiten ver una realidad artificial y así obtener un mejor conocimiento y entender las relaciones de esos fenómenos.

Las principales implicaciones de la visualización para los mapas, es que a hora son considerados una herramienta dinámica con información espacial interactiva que le ha permitido a la cartografía renovarse al poner atención en la comunicación visual, ya que a hora el observador puede cambiar su punto de visión local en cada despliegue, técnica llamada "espacio animado" (Dorling, 1992), a la que Moellering (1984) llama "superficie de exploración en tiempo real". En la cartografía, el término animación es definido como la representación del cambio en la presentación de una serie de mapas en una rápida sucesión que muestra el cambio espacial gráfico y de datos en un tiempo mínimo.

Con esto también han surgido los "hipermapas" formados por diversas imágenes de una misma zona en donde el usuario puede seleccionar entre cada una de ellas a través de iconos (Fisher, 1995) y deducir así las relaciones de los fenómenos durante el momento en que el mapa es desplegado.

Las representaciones que permite la visualización se acercan más a las imágenes que nosotros archivamos mentalmente y esto ha sido referido como el paradigma de "escena natural" de visualización. Ya que su objetivo es tratar de simular la realidad en este contexto, el realismo provee una gran ventaja de familiaridad e interpretación porque realiza cambios en la posición del visor y los objetos para un mejor campo de visión.

En el ámbito técnico de la visualización se menciona que existe una división de la misma en:

- a) Visualización tradicional: La utilidad de los productos obtenidos depende de su efectiva comunicación y de la habilidad del lector para su interpretación, ya que se requiere de imaginación e intuición.

Para la formación de las imágenes se transforma la información en un formato manejable para ser desplegado como una imagen visual para que ésta pueda ser captada por el usuario (incluye al mapa tradicional en papel).

Las representaciones visuales las hace en función de la base de datos lo que ha permitido que todos los elementos del mapa puedan ser descompuestos y representados, y ha fomentado la habilidad humana visual

para reconocer la estructura espacial y sus patrones (Taylor, 1991). A los datos les puede cambiar sus características de representación, por símbolos equivalentes del mundo real, de esta forma se han incorporado nuevas técnicas en la cartografía como es la creación de prototipos de mapas multidimensionales que sirven de interfase para la exploración espacial.

- b) Visualización científica, disciplina vinculada con el desarrollo de herramientas, técnicas y sistemas, con la finalidad de estudiar los mecanismos que en los usuarios y en la computadora son necesarios para percibir, usar y comunicar visualmente la información (Haber and McNabb, 1990).

Es un proceso para formar una imagen mental de algo que no es posible percibir a simple vista, el mapa visual que se produce en la pantalla es la vía de comunicación entre el usuario y el sistema.

Es un método de cómputo que incorpora la colección de datos, su organización, su modelado, su representación e incluye una interfaz virtual y animada con lo que es posible representar información espacial cuantitativa y cualitativa para generar imágenes gráficas computarizadas y obtener un mejor conocimiento del espacio terrestre.

El diseñador de la imagen visual determina qué fenómeno necesita ser desplegado y cuál será su forma de representación y se requiere de entrenamiento en el uso de esta técnica, por lo que se requiere de los servicios de "visionarios" (ingenieros en percepción con experiencia en procesamiento y análisis digital) (Roseblum, 1991). Ya que los sistemas con visualización científica aún no están diseñados para usuarios casuales. Esta situación se debe a que los estudios sobre la visualización se han centrado en el desarrollo de técnicas, herramientas y sistemas visuales, sin estudiar mucho de los procesos de percepción humana, con lo cual se lograría que estas herramientas tuvieran una mayor distribución y número de usuarios (Broadlie, 1992).

Lo anterior me parece que es una oportunidad de desarrollo profesional para los geógrafos porque se podrían capacitar en la visualización científica, ya que se requiere de la habilidad para entender que tipo de imagen es la más apropiada para cumplir el objetivo comunicativo y cognoscitivo.

2. La **tecnología de multimedia**: herramienta que sirve para presentar la información cartográfica mediante un sistema interactivo que da respuestas inmediatas a través de la animación temporal del mapa, el manejo de hipermapas, hipertexto, el cual es seleccionado por medio de "palabras llaves" o por el puntero que selecciona una palabra en particular, incorpora el uso de imágenes (vectoriales, raster y de vídeo) tridimensionales, sonidos realistas ambientales, secuencias animadas y texto estructurado, que son ejemplos de como los datos pueden ser asociados con entidades dentro de los sistemas geográficos o cartográficos. Datos que pueden ser sincronizados en el espacio y tiempo.

Multimedia se basa en técnica llamada mórfica que consiste en el cambio o transformación de un objeto por otro durante el proceso de animación con la finalidad de hacerlo más comprensible para el usuario, lo cual se ha aplicado a las geociencias para facilitar que los elementos de fenómenos complejos sean representados por algún objeto que ayuda a su comprensión.

Esta situación ha producido un nuevo campo en la cartografía conocido como mapeo electrónico, término que sugiere mapas y productos cartográficos para su utilización en multimedia. Producto de este tipo son los atlas electrónicos, que emplean el sonido, la animación de imágenes y películas para brindar un nivel cualitativamente nuevo de complejidad en las diversas posibilidades para describir los fenómenos espaciales. Aunque tiene deficiencias en las aproximaciones del análisis espacial pero ha permitido difundir entre más usuarios la exploración del territorio.

La ventaja de multimedia en las geociencias se debe a su potencial en la animación, su fuerza para el manejo de mapas, de imágenes, de tablas y gráficos. Sobre este último punto, la fotogrametría es de las más beneficiadas ya que con la introducción de imágenes se ha facilitado el trabajo. Los mapas desplegados son acompañados de textos explicativos o imágenes que facilitan su comprensión (Galletto, 1996).

Otra de sus ventajas es que está altamente estandarizada con lo cual las geociencias al hacer uso de ella se han tenido que empezar a normalizar, lo que representa ventajas para los usuarios, porque se ha facilitado la asimilación de conceptos y técnicas de cualquier información. Además se ha incrementado la cantidad de información que puede ser presentada en comparación con los productos tradicionales.

El usuario puede moverse un banco de datos de un sistema “no lineal”, en función a sus necesidades, sin ningún orden, lo que facilita el análisis de la información ya que puede saltar entre los niveles de información, y navegar entre el conjunto de programas o herramientas que contiene el sistema lo que ha roto con las operaciones largas y secuenciales.

A la cartografía le facilita las tareas de mostrar el cambio en el espacio a través del tiempo porque ahora puede hacerse a través de la animación.

La inclusión del sonido e imágenes ahora se ha convertido en parte necesaria del diseño en la presentación de la información por lo que más que hablar de diseño cartográfico, ahora se exploran los canales para que el mapa pueda ser visto por más personas y les atraiga, porque descubren fácilmente cosas que en los mapas tradicionales no existían. Y entonces se logró que el producto cartográfico deje de ser lo más importante para ceder paso al diseño de imágenes del territorio (Taylor, 1994).

Lo que se traduce en una mejor comprensión de los fenómenos espaciales complejos, lo cual ha aumentado la fuerza de las geociencias al incrementar su potencial de aplicación en los diversos aspectos de la vida diaria por ejemplo simular una posibilidad de desastre y consecuencias en la población.

3. **Realidad virtual** es otra técnica usada para comunicar información espacial, la cual se encuentra un paso más allá de la visualización, ya que se encarga de la simulación del espacio por medio de imágenes, visión y sonido estéreo, para dar la sensación de estar físicamente en el lugar. A través de dispositivos el sujeto está conectado a un ordenador que le permite sentirse en un ambiente tridimensional que presenta mundos fantásticos e inaccesibles. Sumergido en este espacio tridimensional de síntesis puede viajar en todas direcciones y de todas las maneras (Cadoz, 1994).

En el campo de la cartografía, la realidad virtual usa al mapa como el instrumento de navegación, exploración y descubrimiento de los distintos temas representados en él. Así el usuario por ejemplo podría sentir como si caminara sobre una brecha. O podrá escalar montañas, caminar en diferentes planos o por diversos caminos, apreciar el oleaje, la precipitación, las posibilidades son ilimitadas.

El potencial de la realidad virtual en la cartografía está en ser el puente entre el mapa y la realidad, ya que permite definir las relaciones entre los símbolos abstractos en el mapa y lo que representan. También brinda la posibilidad de adquirir conocimientos sobre procesos tan complejos como la generalización cartográfica, o la evaluación de la situación meteorológica. Es la promesa de introducir al usuario dentro del mundo que se representa en el mapa (Peterson, 1995).

4. La **geocomputación** es otra técnica aplicada para tratar estudiar los problemas espaciales, mucho más avanzada que los sistemas de información geográfica y los cartográficos, que no se limita al uso de formatos de bases de datos ni a formas de almacenamiento, integra el análisis espacial, el análisis de imágenes remotas, el modelamiento, la visualización científica, la simulación y la implementación de múltiples metodologías además de facilitar la experimentación al hacer uso de bancos de información y emplear todo el potencial computacional.

Emplea a la estadística, a las matemáticas, la inteligencia artificial y las herramientas de la inteligencia computacional, para lo cual requiere del mejor equipo de cómputo y de los mejores geocientíficos e ingenieros.

La ciencia de la computación en sí misma involucra el estudio científico sobre los problemas que lo complementa con el uso de la teoría y la experimentación en la investigación científica. Lo que permite al investigador probar sus teorías por medio de la simulación y con ello la exploración de diversos modelos o posibilidades, que es su principal potencial como ciencia. En el caso de la geocomputación se estudian fenómenos que están en el rango geográfico y de los sistemas terrestres. Donde el término “geo” incluye aspectos humanos y físicos con la diferencia de las herramientas que le antecedieron que eran más de corte geográfico, en cambio está sirve para cualquier científico que estudie el espacio (Openshaw, 2000).

El potencial de la geocomputación radica en cuatro puntos:

- a) Incrementa la complejidad de los sistemas espacio-temporales, cuyo análisis requiere de métodos novedosos para el modelamiento no-lineal, de incertidumbre, de discontinuidad con una organización propia y en continua adaptación;
- b) La necesidad de encontrar nuevas formas de manejo y uso para el continuo incremento de datos geográficos;

- c) En el uso de la tecnología de inteligencia computacional (decisiones en árbol, redes neuronales y algoritmos genéticos) que se puede aplicar a las ciencias espaciales cuyo potencial sugiere mejores soluciones a los viejos problemas;
- d) Emplea un alto desarrollo computacional para la presentación de datos lo que estimula su uso para resolver problemas, analizar datos y modelar el territorio (Fisher and Leung, 2001).

La aplicación de la geocomputación en la cartografía y geografía ha mejorado los patrones de reconocimiento, la clasificación y las funciones de aproximación al ofrecer alternativas para resolver problemas no deterministas, con la combinación de técnicas estadísticas, y ofrece una compleja y multidimensional serie de datos al usar diferentes tipos de geodatos con mejores herramientas geográficas dentro de un contexto científico.

La limitante de esta técnica es la falta de recursos humanos para que la apliquen y que el nuevo geosoft ware debe contar con los modelos que emplean los paradigmas comunicativo, cognoscitivo y tecnológico para estudiar la realidad espacial debe contribuir con la cartografía comunicativa para optimizar el mapa diseñado con el objeto de transmitir un mensaje específico.

En tanto la visualización cartográfica deberá mejorar el mapa para encontrar mensajes que son desconocidos a simple vista, lo que contribuirá a descubrir patrones y relaciones entre los datos geográficos plasmados en el mapa.

Por su parte, la producción cartográfica automatizada deberá sumarse a la investigación de la realidad territorial a partir de modelos cartográficos que incluyan la visualización, la realidad virtual y multimedia, así como la definición de medios de comunicación gráfica para la información cartográfica.

En términos general es se debe llegar mediante un software determinado o al menos en un grupo de paquetes relacionados entre sí tanto a los objetivos que se persiguen con la cartografía comunicativa como con la cartografía cognoscitiva. Mientras esto no se tenga en cuenta, los productos derivados de los paquetes de cartografía automatizada siempre serán limitados y parciales (Franco, 1994).

Y tener presente que los cambios metodológicos implican tiempo, trabajo, modificación de modelos, materiales, equipos, y por supuesto un costo. Al que además se debe sumar el gasto por educación y reciclaje del personal. Cifra que puede resultar insustancial para que todas las partes de las ciencias geográficas y cartográficas incorporen el paradigma tecnológico, pero si no se invierte en equipo, materiales y capacitación, los cartógrafos y geógrafos seguirán con su labor artesanal lo que resulta mucho más costoso y poco productivo.

2.2 La cartografía y la tecnología

La revolución científico-tecnológica que se ha desarrollado en las últimas décadas abarca el complejo teleinformático (microelectrónica, informática y telecomunicaciones), la biotecnología, los nuevos materiales y productos de la robótica y la inteligencia artificial. Los cuales integran un cambio planetario que se ha plasmado también las preocupaciones geográficas. El uso de la información por medios tecnológicos es derivado del desarrollo de técnicas y raramente ha sido determinado por las necesidades sociales, debido a esto la mayoría de las aplicaciones se han dirigido al desarrollo de software y hardware para disciplinas de carácter físico, con muy pocas aplicaciones en cuestiones sociales provocado también por la dificultad en la implementación de sus técnicas y métodos.

La evolución que ha tenido la cartografía ha sido vertiginosa en los últimos decenios, sobre todo por el desarrollo de la fotogrametría y las posibilidades de la fotointerpretación que permitieron una revolución en la planimetría y en el análisis del territorio, en lo que también ha contribuido el desarrollo de las técnicas de percepción remota y de los sistemas sensores que abrieron una nueva perspectiva de alcance imprevisible para esta disciplina.

El inicio de la aplicación de la computación en la cartografía se remonta a la segunda guerra mundial, período en el cual el mapeo de datos fue usado para la evaluación de la Tierra y el planeamiento. Su aplicación estaba limitada al dibujo automatizado y a la preparación de mapas base, porque la computación aún no solucionaba los problemas cartográficos de comunicación; sin embargo, se convirtió en una parte importante de la disciplina, aunque no por ello cambiaron sustancialmente los procesos de elaboración de mapas (Burroughs, 1989).

La historia de la geotecnología esta en relación directa con el costo de los equipos de cómputo, ya que a pesar de que los principios matemáticos para el tratamiento de datos, el álgebra discreta y la topología habían sido descritos desde

siglos, fue hasta ahora que con los medios actuales se hacen más rápidos y aplicables en el análisis geográfico. La divergencia que se observa en la aplicación del geosoftware para elaboración cartográfica (temática o topográfica) es la misma que se perfiló en la cartografía tradicional desde los siglos XVII y XVIII.

2.2.1 Cronología de cambios en la cartografía por la introducción tecnológica

Durante las dos últimas décadas ha habido un gran desarrollo en el equipo y las técnicas empleadas han seguido un calendario de eventos significativos que resumen la introducción de la computación en la cartografía, la historia de la automatización de las tareas cartográficas y geográficas demuestra que ambas disciplinas siempre han estado al día en los adelantos científicos y técnicos, pero el uso de métodos tan complejos en su investigación ha complicado su automatización. A continuación se resumen los hechos significativos en la evolución que ha tenido la introducción tecnológica en la cartografía:

40's: Los procedimientos tecnológicos se transformaron en geotecnológicos, mediante las TI (tecnologías de información), que permitieron la automatización de la mayoría de los procedimientos cartográficos. Los primeros sistemas para el mapeo automatizado se basaban en el formato raster y se relacionaban con el procesamiento electrónico. Al mismo tiempo se desarrollaron las gráficas por computadora que dieron origen a la primera generación de sistemas de diseño asistido por computadora (Taylor, 1991).

El interés en esta década estaba enfocado en la integración de la electrónica con otras tecnologías, que provocó un período de imitación y réplica más que de verdadera innovación, ya que la cartografía no era una parte fuerte en la industria gráfica de la computación y sólo la digitalización del mapa es la que recibía atención.

50's: Los cartógrafos comenzaron a interesarse por las posibilidades de la electrónica en los inicios de los 50's para la mitad de esta década se iniciaba el acoplamiento de la tecnología mecánica y digital. El primer paso en el mapeo topográfico computarizado lo dio Suecia que digitalizó datos del terreno y después los redibujó usando el dibujo automático en la computadora. También fue el primero en incursionar en la cartografía temática con el trabajo del profesor Hägerstrand de la Universidad de Lund que en 1955 implementó una metodología para elaborar el primer mapa temático automatizado sobre población, para lo cual utilizó por primera vez un sistema de información geográfica con el que además registro las coordenadas, el propietario y la población de diversos edificios en una escala 1:10,000 (Taylor, 1980).

Otras aportaciones importantes en esta década fue la de Canadá que para 1958 Canadá ya contaba con un SIG que se usaba en el inventario del uso de la tierra según sus capacidades agrícolas, silvícolas, recreacionales y de mantenimiento de fauna silvestre en escala 1:250,000 y la otra fue la de Gran Bretaña que incursionó con el desarrollo la Unidad Experimental de Cartografía.

60's: En el inicio de esta década ya se había logrado la integración entre la tecnología fotográfica y la digital así como el desarrollo de algoritmos específicos para la cartografía asistida por computadora. Existía poco interés por el uso de estos métodos debido al desconocimiento de la nueva tecnología y a que las minicomputadoras aún no eran evidentes; en este período aún la cinta magnética era muy nueva (Morrison, 1980) lo mismo que el scanner.

El uso del ordenador desde este período, significó un apoyo para la elaboración de mapas, ya que hizo posible el tratamiento cartográfico de la información proveniente de la estadística, de la percepción remota y de los inventarios en los bancos de datos; lo que ha permitido como ninguna otra herramienta que se haya aplicado a la cartografía, plasmar los cambios que sufre el espacio de forma inmediata con la finalidad de que el mapa se convierta en un documento dinámico y que sirva en la toma de decisiones en situaciones de emergencia.

Otro hecho relevante es que muchos de los conceptos geográficos que se habían desarrollado por espacio de un siglo se empezaron a transformar para ser incorporados al espacio digital.

En 1961 se desarrolló el cursor libre con la tableta digitalizadora y empezó su distribución comercial. En 1964 los sistemas de cartografía automatizada dan su primer paso.

Entre 1964 aparece el Sistema de Canadá (Canadian Geographic Information System) conocido por sus siglas CGIS implementado por Tomlinson (considerado el padre de la tecnología SIG) aunque realmente desde 1958 Canadá contaba con el CLI que antecedió al CGIS.

También apareció el primer programa de cartografía asistida por computadora (1966) llamado SYMAP, el cual fue desarrollado por Howard T. Fisher siguiendo en parte las ideas del urbanista americano Mchaig contenidas en su obra *Design with Nature* (1969). Fisher trabajó en el laboratorio de gráficas por computadora y análisis espacial de la Universidad de Harvard (EUA), la cual es una de las instituciones pioneras que más ha aportado en esta temática. El sistema produjo diferentes tipos de mapas como los coropléticos e isopléticos e incorporaba algoritmos de interpolación, aunque los mapas producidos sobre todo en impresoras de línea tenían una apariencia burda por lo que fueron criticados por los cartógrafos tradicionales. Pero aún así los programas de SYMAP demostraron el potencial analítico del mapeo por computadora.

A Fisher (1963) también se le debe la idea de usar la computadora para hacer mapas para evaluación estadística.

A mediados de la década la incorporación de los procedimientos computacionales estuvieron destinados al almacenamiento de los datos y a reducir los tiempos de respuesta en los procedimientos de análisis espacial. También se inició la elaboración de mapas por medios totalmente digitales.

Entre 1965-70 se usó el primer mecanismo de ploteo de precisión. También se pusieron a disposición del público varios programas de digitalización y se realizó el primer experimento de despliegue visual y de edición. Lo mismo que el primer experimento en digitalización automática a los que siguieron el de línea y el de escaneo.

En 1969 Computervision desarrolla el primer trazador o plotter

Otras aplicaciones que aparecieron en esta década sobre todo en los países desarrollados que podían acceder a tecnologías costosas, estuvieron relacionadas con el proceso de impresión de mapas en color, el dibujo y cálculos. Posteriormente con la difusión de las computadoras personales otros países empezaron sus experiencias y la automatización entró en muchas tareas cartográficas, de esta forma los procesos manuales, repetitivos y tediosos, como es el caso del dibujo, la compilación y el grabado, que incorporan al producto cartográfico errores de precisión empezaron a cambiar.

En general a la cartografía en esta época le preocupaban dos aspectos básicos: la comunicación y el uso de la computación.

70's Se desarrolló software cartográfico utilizando vectores y plotters como la principal forma de salida para los mapas. Los geógrafos tuvieron la oportunidad de explorar paquetes de mapeo para el modelamiento, la representación de variables físicas, demográficas y socioeconómicas. Vieron la revolución de la computación gráfica de esta época, que influyó en el desarrollo de los periféricos. Se ha llamado revolución gráfica porque aparecieron diversos paquetes para elaborar gráficos, se transformaron e introdujeron una variedad de periféricos para hacerlos más amigables en su manejo y se hicieron considerables investigaciones en el desarrollo y aplicación de la computación asistida a la cartografía.

Hubó un gran desarrollo de algoritmos, creados por particulares, gobiernos o universidades los cuales se comercializaron y transfirieron para el uso de diferente hardware. Sin embargo, el primer intento de implementar las metodologías cartográficas en la computadora no funcionó, debido a que los productos obtenidos no eran de la calidad que los cartógrafos requerían, pero muchos de ellos fueron aceptados por otros especialistas, lo que propició su difusión.

En el avance de este período la reproducción sobrepasó la elaboración de mapas, su calidad mejoró y muchos cartógrafos que no habían aceptado la cartografía asistida por computadora ahora realizaban la reproducción de mapas con algunas rutinas automáticas. Muchos de ellos fueron conscientes de la oportunidad que provee al desarrollo de la computación al trabajar desde escalas pequeñas y obtener datos relativos a los fenómenos espaciales, así como la producción de mapas temáticos asociados con los bancos de datos.

En 1972, Brassel produjo el primer prototipo de impresión para producir mapas con diferentes tipos de rayados y con esto se demostraba que las formas cartográficas artísticas podían ser computarizadas.

Otra aportación en esta década fue la utilización de los datos mapeados para el manejo de recursos naturales, para tratar de evaluar los aspectos de la superficie terrestre de forma integrada para encontrar la “ocurrencia natural” de las unidades ambientales que pueden ser reconocidas, descritas y mapeadas, en términos de una interacción de los atributos bajo estudio. Esta idea fue adoptada para la conservación de recursos naturales y se realizaron con el lanzamiento que se hizo de los satélites Landsat que abrieron un nuevo campo a la cartografía (Chavarría, 1984).

Para fines de los 70's con el desarrollo de la estructura topológica para datos geográficos, se crearon sistemas en estructura vectorial que contenían amplias opciones de análisis espacial y garantizaban la precisión y la calidad gráfica en los mapas elaborados que los hacía más parecidos a los elaborados por los métodos tradicionales con lo que aumentó su aceptación entre los cartógrafos.

La limitante de memoria que hasta entonces tenían los equipos fue superada y se logró su acceso dinámico (DRAM) lo que contribuyó al desarrollo de las salidas raster para el final de esta década lo que permitió el análisis de las imágenes provenientes de los sensores remotos.

Tomlinson (1988) describe los 70's para la cartografía como un período de difusión más que de innovación, que se evidencia por el incremento de una cantidad de agencias utilizando las nuevas tecnologías, esto incluyó a gobiernos, militares, negocios de seguridad, manejo de suelo, estudios urbanos, organizaciones de la vida silvestre, etc.

Y también se produjo un incremento en el desarrollo y aplicaciones de la computación asistida a la cartografía, particularmente en Norteamérica, donde cientos de programas de computación se crearon para mapeo. Se estimó en ese entonces que para 1990 habría 4000 sistemas instalados relacionados con el manejo de información geográfica. En el caso de Europa el desarrollo ha sido de menor escala, aunque existen naciones que destacan como es el caso de Suiza, Dinamarca, Francia, Holanda, el Reino Unido y Alemania Occidental (Taylor, 1980).

80's: En este período, la cartografía asistida por computadora tiene su mejor aceptación, debido a los bajos costos en la reproducción de mapas, a su precisión y rapidez en su elaboración, con lo que nuevos productos cartográficos expanden su potencial, ejemplo de ello es el desarrollo de diversos geosoftwares como el SIG *The Map Analysis Package* (MAP) presentado como tesis doctoral por Dana Tomlin en *Yale University* (1983) y que dos años después lanzaría la versión para PC (Tomlin, 1985). Su estructura de modelado cartográfico *raster* sería la base para el sistema *OSU MAP-for-the-PC* desarrollado por *The Ohio State University* hasta llegar a su V.4 de mediados de los noventa.

Según Bosque Sendra (1992), la estructura de este sistema sería la base para el desarrollo de sistemas de gran difusión especializados en el procesamiento digital de imágenes satelitales como *IDRISI* (Clark University) y *ERDAS* (Erdas Inc), con la filosofía de “*toolbox*” (aplicación de comandos como si fuese una caja de herramientas) combinada con el desarrollo vectorial de *ODYSSEY GIS*, según Morehouse (1990) esto también, inspiraría las primeras versiones de *ARC/INFO*, sistema que sería la base para *ARCVIEW GIS* (ESRI) y que se convertirían en los SIG de mayor difusión con múltiples propósitos de la próxima década.

Otro suceso fue el inicio de las aplicaciones de los sistemas expertos (sistemas que utilizan el conocimiento sobre un área temática tal y como lo solucionaría un especialista, mediante un proceso de diálogo con un usuario que va proporcionando la información necesaria sobre un problema específico) que se han utilizado para el diseño del mapeo automatizado, para la generalización, para la extracción de rasgos del terreno, en las interfaces de los usuarios con las bases de datos digitales, como soporte en las decisiones geográficas y en el modelado del contenido temático de los mapas. En este caso, lo que se modela son los posibles marcos para el desarrollo de fenómenos geográficos sujetos a diversos factores, lo cual constituye la base temática de elaboración de los mapas y se provocó un énfasis en la creación de bases de datos especializados en información cartográfica (Trofimov & Panasiuk, 1982)

Todavía en los 80's las microcomputadoras eran lentas y difíciles de utilizar para el mapeo por computadora, porque disponían de memoria limitada y pocas capacidades de despliegue. Los periféricos de entrada como el caso de la tableta digitalizadora y los de salida como lo es el plotter o la impresora resultaban costosos y de poca calidad. Pero el avance en la tecnología de microprocesadores, en conjunción con el declive del precio y el desarrollo de múltiple software para el mapeo popularizó su uso en esta década. El énfasis de estos sistemas se basaba principalmente en la producción de mapas topográficos base que eran de poca calidad.

Este cambio tecnológico incidió en todos los aspectos de [redacted] también se reflejó en la definición de la disciplina, que se empezó a centrar en la transferencia de información derivada de procesos aplicados a la base de datos espacial, la cual es considerada, en sí misma, como un modelo multifacético de la realidad geográfica (Guptill y Startm, 1984).

Para 1984 se introdujo el término: "nueva cartografía", en atención al impacto que la tecnología había creado en la disciplina, esto provocó el desinterés por los estudios teóricos y conceptuales cartográficos, debido a la atención hacia el mapeo automatizado y los SIG. Aunque hay que reconocer que su aplicación está disolviendo las antiguas distinciones entre las diversas técnicas clásicas de elaboración de mapas (Robinson, 1995) y ha hecho urgente la integración de las bases de datos, la computación asistida, multimedia y la visualización científica para extender y dar más fuerza, a la "nueva cartografía", que no sólo es una cuestión de semántica y a que se le empezó a considerar a esta como la organización, presentación, comunicación y utilización de geoinformación en forma gráfica, digital o táctil. Lo que incluye desde la preparación de los datos hasta su uso en la creación de mapas y la realización de productos con información espacial. (Taylor, 1985).

Otros conceptos surgieron como mapeo automatizado, imagen digital, modelado geométrico, procesamiento digital de imágenes, geoprosesamiento, geomática, geotecnología, et cetera, lo mismo que nuevos modelos conceptuales como resultado de la convergencia de la cartografía asistida por computadora y el sensor remoto.

Un hecho significativo ocurrió en 1987 al organizarse la Primera Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica (San José de Costa Rica). Evento que favoreció la primera transferencia tecnológica y el apoyo a las instituciones que se iniciaban en su desarrollo o aplicación ya que las universidades de los países centrales participantes propiciaron la transferencia tecnológica a los países de la región. *The Ohio State University* a través del Dr. *Duane Marble* distribuyó gratuitamente el sistema *OSU MAP-for-the-PC* (versión 2.0) con la condición de que se utilizara en actividades académicas, a esto se sumó a los pocos meses las primeras donaciones a países en desarrollo el sistema *PC Arc/Info* (versión 3.2.1) de ESRI. Y a partir de entonces se inició un debate entre la efectiva implementación y utilización de esta tecnología que nos fue transferida desde los países desarrollados, e inició la lucha entre las compañías comercializadoras de geosoftwares por tratar de ocupar un lugar importante y establecerse en el nuevo mercado latinoamericano (Buzai, 1997), en lo cual no está considerado que las naciones latinoamericanas requieren de sistemas potentes pero a menor costo que el utilizado por los países desarrollados.

Y para finalizar la década, se publicó la primera revista internacional acerca de la tecnología de sistemas de información geográfica la "International Journal of Geographical Information".

90's: A este período se le ha llamado la década digital debido al impacto que la computación ha tenido en la cartografía, que se ve reflejado en la captura de datos, en la estructura de las bases, en la visualización científica, en el surgimiento de los modelos digitales de elevación derivados de la correlación estéreo de las imágenes de satélite, en la creación de algoritmos comerciales para la generalización, así como del software y hardware desarrollado para tal efecto (Taylor, 1989).

Al inicio de esta década se empezaron a utilizar modelos para formalizar el conocimiento cartográfico empleando sistemas expertos, métodos basados en reglas, redes neuronales y técnicas orientadas a objetos con la finalidad de obtener información que conserve las características inherentes de los sistemas de objetos espaciales (semántica espacial).

Así la cartografía pudo convertirse en una herramienta de comunicación disponible para todos, ya que ahora los mapas se encuentran ilustrando periódicos, libros, revistas y celulares.

Este despegue de la cartografía digital se debe al gran impulso que tuvieron la aplicación de los métodos y medios de realización y expresión, que se reflejaron en los mapas resultantes y en el hecho de la conformación de reuniones de usuarios de geosistemas, así como de diversas exposiciones, conferencias y publicaciones sobre la aplicación de esta tecnología.

Se creó también en la red (web) sitios donde se pueden intercambiar datos, mapas, aplicaciones e ideas referentes a la geotecnología entre usuarios que ni siquiera se conocen pero que comparten la misma área de estudio. Otro aspecto significativo es que en esta década se publicaron el mayor número de libros, revistas y periódicos especializados en geotecnología. Porque a hora las actividades anuales, óptico-mecánicas, fotoquímicas y

electrónicas pueden integrarse para una mayor eficacia en la elaboración de mapas con la idea de mezclar las diferentes tecnologías donde cada una aporta sus ventajas al proceso cartográfico.

Pero la ventaja que sin duda ha representado la cartografía automatizada respecto a la tradicional es la producción instantánea de documentos; ya que establece con rapidez mapas animados que pueden ser conservados, confrontados, modificados o simplificados. Además de que posibilita el almacenamiento en memoria de gran cantidad de datos y pone a disposición del investigador mapas potenciales, que pueden utilizarse directamente o permanecer en forma numérica como base de cálculos o de simulaciones (Joly, 1979).

Así como en la década anterior surgió el término "nueva cartografía", en los noventa se empezó a utilizar el término geotecnología, geosistemas, neocientíficos y geocomputación para hacer referencia a todo lo relacionado con la automatización, estudios, publicaciones, currícula académica, conferencias sobre geografía o cartografía automatizada, análisis espacial o cualquier otra actividad relacionada con el territorio analizado por medio de un ordenador con un punto de vista científico.

Siglo XXI: La tendencia en la tecnología computacional es el incremento en la capacidad de procesamiento y la reducción en el procesamiento y el tamaño del hardware que está permitiendo que cualquier dato pueda estar disponible en todo momento y lugar, y a que se ha logrado que los mapas, sus atributos, las herramientas de manipulación y consulta puedan estar disponibles en un medio que cabe en el bolsillo como es la tecnología Palm-top (Pocket) o el celular, la cual ha permitido que cada vez haya más usuarios puedan resolver sus problemas relacionados con el territorio mientras están en la calle o en campo a través de usar las herramientas espaciales que permiten capturar datos relacionados con cualquier fenómeno espacial.

Y el plus de este siglo es que hay herramientas gratuitas para que el usuario pueda crear sus propias entidades espaciales, tal es el caso del portal OpenStreetMap¹ que permite editar las calles y carreteras de cualquier mapa o el portal "Shapewiki"² en el cual se puede comenzar a partir información en formato de "shape"³ aunque hasta el momento su contenido cartográfico se centre en mapas de Estados Unidos está abierto a cualquier usuario.

O el fabuloso mundo de imágenes de la Tierra, no sólo en la visión desde el espacio, si no en el entorno urbano y natural real del portal Google Earth o el de Map viewer

Todos estos avances técnicos han sido de gran importancia para la cartografía, sobre todo en el proceso de elaboración de mapas donde se aplican las últimas novedades de los campos de la mecánica, la óptica, la química, la metalurgia, el electromagnetismo y la electrónica. Lo que ha propiciado que los cartógrafos de cada generación se beneficien de herramientas, máquinas y materiales mucho mejores que las generaciones que les precedieron y se han abierto nuevas incógnitas.

En la cartografía automatizada se ve plasmada la tecnología derivada de los avances científico-técnicos relacionados con la computación, que han posibilitado, no sólo el perfeccionamiento de los métodos de análisis y la transformación cartográfica, sino el surgimiento de la modelación cartográfico-matemática.

Cuando pensamos en la cartografía asistida por ordenador, sus efectos sobre la cartografía se revelan como revolucionarios. Se ha inventado e implantado una tecnología completamente nueva que se ha centrado en la realización automatizada de muchas operaciones que antes se realizaban manualmente. Esta revolución tecnológica ha cambiado los procesos de elaboración de mapas como y a antes lo habían hecho la revolución tecnológica manual, la óptico-mecánica y la fotoquímica. La imagen analógica es decir la del mapa visible bidimensional que caracterizó a estas tecnologías, esta siendo sustituida por registros y archivos digitales en los que todas las localizaciones y los hechos se están codificados. En este proceso lo que ha cambiado, básicamente es el modo como el cartógrafo, concibe los mapas desde su preparación, producción y reproducción, así como la recogida de los datos. Y el mapa gráfico convencional ha dejado de ser el único o último producto que se genera en el proceso cartográfico automatizado, para convertirse en una herramienta de análisis y síntesis (Vidal y Rojo, 1987).

La geografía, ha aportado su interpretación territorial de los diversos fenómenos que se estudian y ha introducido una nueva especialidad denominada "geoinformática" (cuando utiliza información geográfica) (ITC, journal 1991)

¹ <http://www.openstreetmap.org/>

² <http://shapewiki.com>

³ Formato gráfico vectorial nativo de Arcview

la cual está produciendo un desarrollo informático importante y se podrá hablar y a de una "revolución geoinformática" comparable a la revolución cuantitativa de la década 50's. Perteneciente a la praxis, ya que produce técnicas y herramientas con las que el investigador puede actuar sobre la realidad. Y es precisamente esta praxis la que puede ser compartida por diferentes campos del saber y es también de donde se desprende su carácter interdisciplinario al integrarse por diferentes sistemas (Cartografía Computacional, Computación Gráfica, Procesamiento Digital de Imágenes, Modelos Digitales de Elevación y Sistemas de Información Geográfica).

Por esto, la cartografía automatizada tiene el compromiso no sólo potencializar las posibilidades de generación de nuevo conocimiento geográfico, sino la simplificación de procesos de elaboración cartográfica y la obtención de mapas de alta calidad gráfica. Así como permitir la investigación de la realidad geográfica a partir de modelos cartográficos, para definir los medios de comunicación gráfica de información cartográfica y ampliar su potencial más allá de la compilación y las maquetas de autor que es lo que permiten los sistemas disponibles actualmente.

En general se puede decir que la introducción de la informática y de la cartografía automatizada han permitido concretizar y ampliar esa tendencia en donde el sistema cartográfico o geográfico sirve para agrupar o reducir las observaciones y lograr un mejor nivel de percepción en el usuario sobre el mapa. Mientras los procesos de análisis matemáticos que involucra revelan las correspondencias y componentes que antes las simples representaciones cartográficas no lograban.

Debido a esto, la cartografía se encuentra en una etapa de transición, lo que también ha provocado en ella, una madurez conceptual; exigiendo de los profesionales que la practican su creatividad para elaborar nuevos trabajos, pero además que sean capaces de continuar realizando antiguas tareas valiéndose de esta nueva tecnología. Porque la elaboración de mapas y obras con los medios automatizados, rebasa la capacidad individual del cartógrafo ya que ahora se vincula con los progresos en la expresión gráfica, en la impresión, en la informática y en los sistemas digitales de procesamiento, por lo que debe poseer conocimiento en campo, de gabinete y en el manejo de las nuevas herramientas para lograr representar diversos fenómenos de acuerdo con las diversas disciplinas a las que sirve (García, 1989).

La tecnología electrónica también ha posibilitado que el usuario del mapa tome parte directa en su elaboración, especialmente si el trazado del mapa se realiza sobre una pantalla. El resultado es que el usuario con buenos conocimientos cartográficos puede confeccionar 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 pretende dar al mapa y el grado de sofisticación que éste requiere. Así que ahora los cartógrafos en lugar de tener como objetivo la elaboración de un repertorio de mapas impresos y estáticos para una utilización potencial, necesitarán centrarse en la realización de bancos de datos de un modo más accesible para los usuarios de mapas y también se deberá incrementar el nivel de sofisticación de la cartografía por que aún requiere de una gran interacción humana para obtener productos de calidad aceptable, ya que muchos aspectos del proceso cartográfico requieren de la evaluación humana y de la aplicación de principios estéticos.

2.2.2 Cambios Metodológicos en la Cartografía como resultado de la introducción tecnológica

A comienzos de la década de los 80's se produce la aparición de un debate formal acerca de la posibilidad de aplicación de las tecnologías computacionales y su impacto en la cartografía. Las conclusiones fueron ampliamente optimistas, pero se vislumbraban algunos efectos negativos como la pérdida de rigor teórico eclipsado por el avance tecnológico o la limitación que puede surgir en la investigación al privilegiar el uso de variables de fácil cuantificación y automatización.

Con el avance científico-tecnológico se ha producido una creciente cantidad y variedad de información que ha provocado una búsqueda frenética por tener varias soluciones a un mismo problema.

Esta nueva concepción fue marcada por los avances en la cartografía, donde el mapa tomó un lugar de vanguardia dentro de la investigación geográfica porque se logró separar la base de datos alfanumérica de la gráfica y ello generó la ilimitada incorporación de datos y su consulta a fin de generar mapas de tratamiento y de síntesis.

En términos tecnológicos la Comisión Internacional de Cartografía identifica tres retos a partir de que la cartografía automatizó parte de sus procesos, como son:

- La adquisición de datos, la generación de bases de datos espaciales,
- La presentación y el análisis de operaciones.

Capítulo 2

-El uso del color, la secuencia y la animación de imágenes por computadora aunque el primero ha estado muy restringido en la cartografía digital, debido al alto costo que representa su impresión (Taylor, 1985).

Las formas para presentar el mapa se ampliaron porque ahora puede ser una imagen de video a la que pueden añadirse o sustraerse datos según se desee. En términos del diseño del mapa también existe un cambio ya que se incluyen nuevos elementos como el uso extensivo del color, las secuencias y la animación de imágenes en pantalla. Además se ha incorporado la noción de uso y manejo de los bancos de datos temáticos y geométricos, el uso de planillas de cálculo y programas de tratamiento estadístico que han permitido la aplicación de procedimientos de análisis multivariado (*linkage analysis*, *cluster analysis* o *factor analysis*) logrando la mayor eficacia tanto en el tratamiento alfanumérico de variables como en el de las unidades espaciales (Bosque Sendra y Moreno Jiménez, 1994), o directamente a través del uso de mapas estandarizados en la aplicación de evaluación multicriterio como la obtención de áreas a través de métodos de combinaciones lineales ponderadas (WLC) o promedios ordenados ponderados (OWA); un camino que avanza hacia los Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE) como lo ha mostrado Bosque Sendra (2001).

El mapa ahora que puede ser presentado temporalmente en pantalla el cual puede ser rotado, disectado o manipulado con diferentes métodos y lo mejor de todo es que esto sucede en tiempo real, lo cual repercute en la reducción de costos. Si embargo, para que esto sea un éxito la nueva tecnología se debe ajustar a los términos y métodos cartográficos específicos (Taylor, 1980).

Otra ventaja es que los mapas que se producen con la computadora tienen la misma autenticidad que los que se elaboran manualmente, la ventaja es que por medios automatizados se pueden reproducir, actualizar y corregir de forma precisa e inmediata las veces que se necesite. Con este giro en la cartografía, los usuarios han aumentado ya que ahora son más los que desean elaborar sus propios mapas de forma interactiva (Taylor, 1985). Y en términos teóricos se han desarrollado las teorías de la comunicación y el aprendizaje con referencia en las imágenes y el despliegue en video ya que los nuevos productos electrónicos son diferentes de los de papel y la percepción por el cerebro de estas nuevas imágenes digitales es diferente.

En este aspecto, la automatización para confección de mapas en condiciones de gabinete ha logrado la división de procesos en operaciones sucesivas y elementales. Las cuales dependen de la esencia de los fenómenos que se cartografían y de las características establecidas por ellos, su automatización ha sido factible porque son tareas que se pueden expresar en forma matemática.

En cuanto a los cambios en la creación e impresión de mapas temáticos por medios automatizados se han mantenido algunas tareas de la cartografía tradicional como es el proceso de compilación, edición y reproducción, pero otras se han simplificado tareas como por ejemplo los trabajos preparatorios, las indicaciones de redacción, en otros casos los pasos han variado su orden en la secuencia tecnológica. Ahora es posible la edición de las maquetas originales en pantalla y la eliminación de las partes con errores o con necesidad de modificación sin volver a repetir toda la obra, lo que representa un ahorro de recursos y tiempo y han determinado una productividad más alta.

Digitalmente se ha rotado con los bloques de hojas y temas en los cuales la cartografía tradicional (no automatizada) organizaba los mapas, ya que ahora el formato digital permite la selección de porciones del territorio sin tomar en cuenta las particiones en hojas ni temas, porque este formato permite incluir en un sólo mapa la información que se desee.

En términos generales la introducción computacional en la cartografía se agrupa en cuatro categorías como son: la recolección de datos y su almacenamiento, la compilación, la generalización, el rotulado y la producción. En el cuadro 10 que continuación se inserta se plasma el resumen de los cambios.

Cuadro 10. Cambios producidos en la cartografía por la introducción computacional

Categoría	El cambio fue:	Dio origen a:
Recolección de datos	La ampliación de formas para adquirir datos como son la digitalización, el escaneo, el sensor remoto, el radar, el video, la fotografía digital y la generación de bases de coordenadas	Estandarización de la información, de formatos, de escalas, de tiempo y cobertura. Se estructuró la forma para explotar datos para múltiples usos, usuarios y para elaborar distintos mapas por distintos usuarios de forma remota y al mismo tiempo.
Almacenamiento de Datos	La creación de las estructuras de datos para almacenar grandes cantidades de datos y el mapa digital: raster y vectorial lo que ha hecho rápido, robusto y sencillo el proceso, además de compactar los datos sin perder información con el objeto de que siempre sean accesibles.	Geosistemas que almacenan y permiten trabajar con ambos formatos en el mismo ambiente sin problema, e incluso combinarlos para crear mapas.
Compilación	La transformación de procesos tediosos por un método rápido y simple para compilar datos, con un incremento en la capacidad de procesamiento, siendo ahora posible el cambio continuo en la proyección cartográfica, en la gradícula y en la escala. Se ha rotado con los bloques de hojas y temas que la cartografía tradicional organizaba los mapas	Más tiempo para diseñar, planear y revisar las alternativas para un mismo mapa, para el que existen más opciones de modelamiento y se puede experimentar con múltiples representaciones cartográficas. Y se hace uso del color en el despliegue de alta resolución
Generalización	Se redefinió el proceso para que se elaboren mapas de forma objetiva. A través de varias alternativas como la ley radical : que selecciona el número de objetos a representar en una escala determinada o el Algoritmo de Douglas-Peucker que simplifica líneas o el Modelo de Brassel y Weibel que se aboca a cuestiones conceptuales del proceso descomponiéndolo en actividades específicas, involucrando datos descriptivos o el Modelo de Bases de Datos de Representación Múltiple que utiliza bases de datos que contienen representaciones con diferente nivel de detalle para propagar cambios entre diferentes escalas o la Manipulación estadística de datos que permite que los parámetros de clasificación se puedan utilizar una y otra vez, y redefinirse las veces necesarias, así como manejar un mayor número de variables, aplicar sofisticados esquemas de clasificación o en la Simplificación que ahora se aplica a los datos antes de almacenarse para facilitar su manejo o la Simbolización en la cual casi todos los símbolos pueden ser creados, a mayor velocidad, de acuerdo con la escala de trabajo. Estos se pueden almacenar y crear librerías de símbolos. Estos procesos disminuyen el tiempo de revisión en la ubicación de símbolos.	Múltiples algoritmos para hacer generalización de acuerdo con el rasgo espacial y al formato de los datos. Así como la utilización de más cálculos imposible de aplicarse con el método tradicional. El uso de librerías de símbolos para hacer más fácil el diseño del mapa. Surgió la modelación cartográfica matemática.
Edición	Edición de las maquetas originales en pantalla y la eliminación de las partes con errores o con necesidad de modificación sin volver a repetir toda la obra. El mapa puede ser presentado temporalmente en pantalla el cual puede ser rotado, disectado o manipulado con diferentes métodos en tiempo real.	Ahorro de recursos y tiempo. Detección de errores, estandarización de los procedimientos que han determinado una productividad más alta. El mapa ahora se reproduce, actualiza y corrige de forma precisa e inmediata las veces que se necesite.
Rotulado	La colocación automática de etiquetas y rótulos para los cuales existen diversos tamaños y estilos. Persiste el problema de la colocación de textos de acuerdo con la sinuosidad del rasgo geográfico, el espaciado correcto entre caracteres, así como la asignación correcta del espacio para símbolos en el mapa, para nombres de regiones y la simbolización de múltiples elementos que requieren rótulos de diverso tipo.	Un rotulado más rápido pero de poca calidad y a que hay una pérdida en la calidad de presentación de los mapas.
Producción	Generación de nuevos productos cartográficos como mapas virtuales, mapas en 3D, registro de coordenadas en bancos de datos, mapas temporales y secuencia de imágenes resultantes del proceso del sensor remoto. Incremento en la precisión y reducción del tiempo de producción.	Impresión de múltiples modelos del territorio, pero con poca calidad cartográfica. Propagación de imágenes del territorio en todos los medios de difusión. Así como de datos espaciales
Otros	El usuario del mapa puede tomar parte directa en su elaboración.	Aumento de usuarios que producen imágenes del territorio.

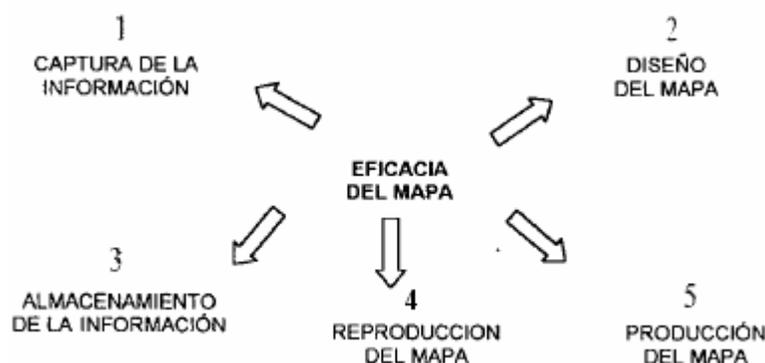
Elaboración propia con base en: Buzai, 1997; Fraser, 1991; Guptill, 1984; Joly, 1979; Douglas and Peucker, 1973; Taylor, 1980; Taylor, 1985.

Capítulo 2

Y aunque mucho esfuerzo se ha puesto en formalizar el conocimiento y las reglas heredadas por la cartografía tradicional para adecuarlo a los nuevos sistemas, este conocimiento expresado no ha sido suficiente, ya que aún no se conoce cuando el cartógrafo se apega a las reglas cartográficas y cuando aplica su juicio artístico al crear el mapa. Por esta razón, muchos de los procesos cartográficos en la creación de mapas no se han logrado automatizar, sobre todo los de la presentación final de los resultados cuando se trata de que el mapa sea artístico y logre su objetivo comunicativo. Afortunadamente, para que el cartógrafo continúe con su creación artística dentro de un ambiente digital existen los paquetes de dibujo y gráficos como Paintbrush, Corel Draw, Power Point, Adobe Illustrator, etcétera.

Para quedar una metodología cartográfica reducida a un número finito de pasos, por la estandarización de términos y procesos definidos por la propia cartografía. Los cuales han quedado agrupados en procesos automáticos que se llevan a cabo para obtener un mapa en el siguiente diagrama dos se esquematiza el proceso:

Diagrama 2. Procesos automáticos para crear un mapa automatizado



Fuente: Taylor, 1985. Education and training in Contemporary Cartography.

En este proceso la computación nos ha hecho conscientes de que existen componentes del mismo del cual se tiene poco asimilamiento conceptual, por lo tanto la búsqueda de una teoría para la cartografía ha tomado nuevas dimensiones, ya que esta tecnología ha alterado las etapas en la elaboración de mapas (Thomas and Peucker, 1973) en donde se ha logrado un manejo de la información geográfica tomando en cuenta su parte alfanumérica y gráfica, no importando el formato o estructura en que se encuentre.

Con el cambio tecnológico se han detallado las metodologías que ya existían y se han creado otras, como por ejemplo la clasificación de áreas, los algoritmos de interpolación y rutinas de simplificación, también existe la tendencia a incluir estos temas en la curricular escolar, porque los estudiantes deben conocer la nueva tecnología, programar rutinas, clasificar imágenes, hacer análisis espacial, conocer las estructuras de datos y construir bases.

Estos cambios han propiciado una lucha continua por mejorar la exactitud de los mapas, en tanto que ha ido evolucionando la tecnología, ya que mientras los procesos de elaboración de mapas se han acelerado ha crecido la demanda para que se plasmen cartográficamente los fenómenos que son de alta dinámica.

Sin embargo a pesar de estas realidades algunos especialistas se muestran escépticos. Por ejemplo Brasell (Brasell, 1988), opina que a pesar de que la automatización le ha introducido nuevas potencialidades a la cartografía, sus objetivos siguen siendo los mismos que los de la cartografía tradicional, aunque se estén usando nuevas tecnologías. Él ha expresado, que el fin principal de la automatización en la cartografía es el incremento de la productividad y de las ganancias y aunque se ha producido la agilización y la optimización de los procesos preparadores e impresores de los mapas se obvia la concepción que incluye la manipulación previa de la información geográfica almacenada, según opciones de la base de datos y el uso dinámico que tienen los mapas derivados de esto (Diaz, 1992). y ciertamente estos objetivos se logran a partir de las ventajas que ha representado la introducción de la computación en esta ciencia que permite aumentar la productividad en las etapas iniciales del proceso, y también en aquellas partes que están vinculadas con la obtención de las maquetas de autor y las relacionadas con la creación para su posterior preparación y edición.

Pero lo que es cierto es que el proceso de diseño y redacción cartográfica es ahora más creativo y ágil con el apoyo de la computación y a que se realiza a nivel de pantalla por medio de sistemas interactivos. Donde la precisión de los periféricos graficadores, la detección de errores y sobre todo la garantía de una estandarización de los procedimientos, determinan sin lugar a dudas una productividad más alta. Además la edición de maquetas originales en pantalla y la

Capítulo 2

eliminación de aquellas partes con errores o con necesidad de modificación sin volver a repetir toda la obra representan un ahorro considerable de recursos y tiempo. Y se ha comprobado que la calidad de los productos automatizados es al menos igual que los obtenidos por métodos tradicionales, pero en tiempos más breves y a un menor costo (cuando esta capacitado el usuario).

En esto ha sido importante la tecnología computacional que ha permitido un tratamiento exhaustivo de los datos ya que por medios lógicos, matemáticos y gráficos se les pueden ordenar, analizar, comparar; extraer de ellos todas las consecuencias racionales, declarar los absurdos y las imposibilidades, proponer las soluciones aceptables; transcribir los resultados bajo una forma permanente y archivable, en bandas, en discos magnéticos o en papel al imprimirlos. Gracias al computador una misma información puede ser considerada simultáneamente bajo ángulos distintos, como pueden ser estadísticos, geográficos, económicos, sociales, históricos o prospectivos, con la posibilidad de quedar plasmados en los mapas.

En la actualidad pocas horas bastan para resolver los problemas que antes hubieran necesitado meses ya que el ordenador permite suprimir, añadir o corregir información e introducir nuevos datos. Además ofrece la posibilidad de realizar automáticamente operaciones gráficas que sólo necesitan ser definidas una vez y para siempre, como puede ser la reproducción de imágenes, la construcción de redes o de curvas, el trazado de contornos, los cambios de proyección o escala, la localización de datos cualitativos o cuantitativos, etcétera. De ahí el interés que representa la aplicación de las técnicas informáticas en la expresión gráfica y en particular en la cartografía (Franco, 1994).

2.3 Situación actual de la cartografía en México

Resulta difícil describir un cuadro que refleje de modo claro la complejidad de la cartografía en México. La producción de mapas se muestra variada y anárquica cambia con los autores, con las contradicciones científicas y cartográficas locales, así como con las técnicas empleadas que dependen en gran medida de los medios financieros; por lo que la comparación entre la diversidad de obras cartográficas producidas resulta difícil.

La elaboración de estas obras cartográficas ha requerido en México de un esfuerzo técnico y de un asesoramiento de especialistas, investigadores y conocedores de cada tema involucrado. Del aporte documental que han hecho los especialistas como es el caso del Dr. Caire Lomeli quien ha escrito libros para facilitarle al alumno el aprendizaje del conocimiento cartográfico al traducirlo al español (Caire, 2002). También han sido importantes las aportaciones del gobierno, de los centros de investigación, y de algunas empresas privadas que producen cartografía de forma automatizada.

En el caso del gobierno se ha preocupado por tener los sistemas más avanzados para la producción de mapas, aún cuando los costos han sido altos, pero se justifican ante la urgencia de contar con una cobertura cartográfica completa del territorio, donde se involucren los resultados relacionados con la fotografía aérea, los sensores remotos, la videografía, los instrumentos de precisión, así como los datos de encuestas, censos y diversos bancos de información que generan las instituciones, con la finalidad de tener una cartografía actualizada, pero principalmente con el objeto de generar un documento dinámico que pueda ser usado para responder a las situaciones de emergencia que tienen que ver con la administración y planeación del espacio geográfico. Un ejemplo de esto es el área creada en la residencia oficial presidencial (Los Pinos) donde en el año 2002 se instaló un centro de investigación y monitoreo del territorio con la finalidad de tener información al momento, con énfasis en los desastres naturales y los riesgos, para lo cual se emplearon un conjunto de geosistemas que se complementan, y aunque su fin no es la producción cartográfica, la imagen del mapa es usada como herramienta para el análisis espacial y la planeación.

El gobierno también está involucrado en la creación de estándares cartográficos digitales, indispensables para explotar los productos cartográficos porque estos aún no se ciñen a las normas cartográficas. El avance que se ha logrado es la obligatoriedad de que todos los archivos cartográficos digitales cuenten con su metadato completo.

En la actualidad la aplicación de la geotecnología está presente en los niveles federal, estatal, municipal y regional, en los cuales hay una diversidad de proyectos donde destacan los de orden físico, de ordenamiento territorial, de planeación de rutas y en menor medida, los estudios de carácter social.

Cabe destacar los aportes de los gobiernos municipales que han puesto en sus portales electrónicos mapas mediante los cuales muestran su situación socioeconómica, de infraestructura, su medio físico, el resultado de su ordenamiento

Capítulo 2

territorial y lo más novedoso, su Atlas de riesgo., como ejemplo se puede citar el de Boca del Río⁴, Veracruz o el de Tlalnepantla, Edo de México⁵.

Al realizar la investigación para este trabajo se detectó que hay una tendencia en muchas instituciones por escanear o digitalizar los materiales cartográficos analógicos que han generado, por ejemplo el INEGI que ha hecho esto con el objeto de transferirlos a formatos explotables en sistemas cartográficos y/o geográficos; así como también se han dado a la tarea de generar imágenes de estos mapas para ponerlos a disposición del público a través de la Web o en discos ópticos.

Otro caso es el de las instituciones que produjeron Atlas en papel y ahora lo hacen en medios electrónicos y en algunos casos los distribuyen en discos ópticos, ejemplo de esto es el Instituto de Geografía de la UNAM

También se detectó que la mayoría de las instituciones gubernamentales (SEDESOL, SEMAR, entre otras) y los centros de investigación (CIEMAD) tienen áreas de geomática, de geoestadística, de cartografía automatizada, de percepción remota, e incluso de geografía donde se hacen estudios por medio de geotecnología.

El avance más relevante hasta el momento es la obtención de datos directos e inmediatos para generar mapas actualizados (como los de uso de suelo o los de deforestación) captados mediante la puesta en marcha de antenas receptoras de imágenes satelitales como es la que recientemente se instaló en el Colegio de la Frontera Sur (Chetumal, Qroo.) cuyo objetivo es el monitoreo del medio ambiente y de las condiciones atmosféricas. Otras antenas se encuentran en el Distrito Federal bajo custodia de la Secretaría de Marina, otra en el Instituto de Geografía y las de la Comisión Nacional del Agua distribuidas por todo el territorio.

En cuanto a las instituciones productoras de datos se encuentra el INEGI como el principal, después está Petróleos Mexicanos (PEMEX) institución que además es la que más aplicaciones ha desarrollado con esta tecnología.

En general en México existen sistemas automatizados de cartografía destinados a la elaboración de mapas geográficos, ya sea generales o de referencia como los topográficos, los náuticos, los planimétricos, los catastrales, o los batimétricos. Existe también la producción en escalas mayores que va de 1:50 000 a 1:250 000; a escala media desde 1:250 000 hasta 1:1 000 000 y en escalas pequeñas, menores a 1:1 000 000. Que se construyen prestándole importancia a la exactitud de la ubicación de los accidentes geográficos porque se consideran la base sobre la cual se construyen el resto de los mapas.

Este ha sido un trabajo conformado por varias instituciones como son el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, la Dirección General de Oceanografía, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, la Dirección General de Cartografía de la Defensa Nacional, la Dirección del Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Urbano de la sección de Desarrollo Social, la Dirección General de Informática y Registro Pesquero de la Sección de Pesca, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Instituto de Geografía, el Instituto de Ciencias del Mar de la UNAM y la compañía de Sistemas de Información Geográfica (SIGSA).

2.3.1 El caso de la Cartografía Automatizada en México

La historia de la geotecnología a nivel mundial se está acercando a los cincuenta años de vida considerando que el primer sistema (*Canadian Geographic Information System* (CGIS)) apareció en 1964. En el caso de México con relación a este suceso sólo hay un desfazamiento de nueve años, para cuando se registro el primer suceso sobre este tema, lo cual ocurrió con la realización del primer curso de "Cartografía Automatizada Aplicada a la Planeación" impartido en la Facultad de Ingeniería de la UNAM en 1975 (Chavarría, 1984). Al mismo tiempo entró en funcionamiento el programa SYMAP (Sy nagraphinc Mapping System) utilizado para el curso y en trabajos de investigación de la misma facultad.

Analizando estos hechos podemos citar algunas diferencias con los países desarrollados por ejemplo: disponemos de la misma capacidad de *hardware*, y *software* porque las compañías hacen lanzamientos mundiales de geotecnología, pero en México

⁴ <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/url/ITEM/1D347A43B682A70AE040A8C02E0011CA>

⁵ <http://www.tlalnepantla.gob.mx/prueba/descargas/atlas/Atlas.pdf>

tenemos un escaso desarrollo de geosistemas comerciales, sólo contamos con dos, uno de ellos es el sistema Micromap que hasta hace unos cinco años todavía tenía actualizaciones (pero que lamentablemente ya salió del mercado) y otro es el sistema IRIS V. 4.0.2 de INEGI. También nos diferenciamos en que no tenemos documentado la producción de desarrollos comerciales elaborados por las instituciones públicas que manejan aplicaciones ex profeso para sus tareas.

Otra diferencia la encontramos en el costo del geosoftwre que resulta más barato en el país de origen que en México; también la velocidad en el recorrido del cambio tecnológico ha sido diferente ya que México ha tenido que insertarse en esta carrera tecnológica lo que ha provocado problemas a las instituciones principalmente para la formación de recursos humanos.

Es en los recursos humanos donde, desde mi punto de vista, puede existir una distinción muy marcada ya que México genera muy pocos profesionales con una sólida formación teórica en cuestiones geotecnológicas, cada año en promedio se capacitan a nivel de especialidad un promedio de 40 profesionales (considerando los egresados de la especialidad en cartografía automatizada de la Universidad del Estado de México y los del Centro Geo) por año, y lo que se observa es la tendencia a una capacitación para la operación del geosoftwre, para que el personal maquile pseudomapas ya que la producción cartográfica adolece de la calidad cartográfica y que los mapas no cuenta con los elementos que lo distinguen.

Nos distinguimos de los países desarrollados en el nivel de producción cartográfica que en México es mucho menor. Por lo cual es necesario enfatizar que nos enfrentamos a un proceso de desarrollo tecnológico en continuo cambio derivado de la competencia que libran los países por mantener la vanguardia tecnológica y conservarse a la cabeza en el desarrollo de nuevo y sofisticado equipo y programas. Lo que ha provocado que la geotecnología avance con relativa rapidez y se haya convertido en una de las herramientas de mayor apoyo para el estudio del territorio lo cual se ve plasmado en el mercado nacional donde existen diferentes sistemas aplicados a la producción cartográfica de diversa índole, desde los especializados en la elaboración de cartografía de línea sobre todo con fines catastrales, hasta los relacionados con la producción de mapas derivados de las imágenes de satélite. Lo que también se expresa en el uso de diferentes plataformas desde las computadoras personales (PC), hasta los grandes y poderosos sistemas basados en el uso de estaciones de trabajo.

Sin embargo, para los países en vías de desarrollo, como es el caso de México, día a día se hace más grande la brecha y la dependencia tecnológica en el campo del hardware y software ya que la crisis económica, tecnológica y educativa que vivimos hace difícil que se pueda disponer de los recursos materiales y humanos para desarrollar una tecnología nacional que pudiera competir con este mercado.

Ante este panorama, la tendencia de las instituciones se ha centrado en la producción de datos básicos y en su organización, aspecto en el que también nos encontramos por detrás de países como Estados Unidos y Canadá donde las empresas ofrecen datos a gusto del consumidor. Y es que últimamente la tendencia de los distribuidores de programas como medida de apoyo para cerrar su negocio es producir datos generales que distribuyen gratuitamente. Por ejemplo a nivel mundial año tras año ESRI. Co, invierte en el desarrollo de cartografía digital, un ejemplo de ello es la Carta digital del Mundo 1:1,000,000, ArcWorld 91:3M y 1:25M y su proyecto de distribución de datos ARCDATA que engloba información de todo el mundo, desde imágenes de satélite hasta mapas digitales. Sin embargo, en México, las compañías que distribuyen este mismo geosoftwre no producen datos cartográficos digitales gratuitos y sólo lo hacen para la venta.

Otra situación que se presenta en México es que a pesar de que se reconozca que operaciones pueden realizarse con la automatización, la falta del capital o del conocimiento exacto de estas herramientas puede estar motivando que algunas instituciones aún no dispongan de él y que en muchos de los casos donde se ha adquirido no se exploten en todo su potencial, por la falta de capacitación en los recursos humanos.

Debido a este panorama las instituciones relacionadas con el ejercicio de la planeación en México, han concluido que la información geográfica debe manejarse en forma integral para que facilite la evaluación de la problemática de una región, el seguimiento de las acciones encaminadas a resolver la misma, así como la toma de decisiones lo que conduciría a la creación de un sistema automatizado de información en el ámbito nacional (Garcíarrivas, 1991).

Dicho sistema debería ser diseñado tomando en cuenta la variedad de software y hardware disponible en las diversas instituciones de México; sin limitarse a equipos o paqueterías específicas y tampoco circunscribirse a sus propias fuentes de información, sino que debe manejar los bancos de información geográfica generados en todas las instituciones.

Esta tendencia en el presente siglo ya es una realidad por que todos los usuarios de información geográfica digital pueden intercambiar información sin que el formato sea un problema, quedando pendiente el consenso para establecer las normas para el intercambio de bases de datos y mapas digitales. En este sentido hay que mencionar el aporte que hizo el Grupo de Desarrolladores y Usuarios de Información Geográfica en la Administración Pública Federal (GDUIG) que aunque sólo existió en el sexenio pasado logró uno de sus objetivos, al estandarizar la información geográfica y cartográfica digital producida por las instituciones federales para favorecer su intercambio y aprovechamiento. Otro aporte de este grupo fue que

favoreció el contacto entre las instituciones relacionadas con la geotecnología y producción de cartografía digital, las que lograron conjuntar sus esfuerzos para dejar de duplicar trabajos. Un ejemplo de esto fue el apoyo que brindaron al INEGI para corregir los límites y forma de la República Mexicana con el objeto de tener un mapa base que sirviera a la mayoría de los intereses de las instituciones y que los datos derivados en su uso pudieran ser intercambiados fácilmente y explotados con cualquier geotecnología.

Este grupo también logró que las empresas que venden imágenes de satélite aceptaran que cualquiera de las dependencias de gobierno federal que compraran una imagen, la pudieran compartir con otras instituciones federales y con ello se hizo anular la cláusula de estas empresas que señalaba que estaba prohibido compartir imágenes. Se les hizo ver que el que pagaba las imágenes era el gobierno federal no las instituciones por lo cual era una sola compra.

Aún cuando el grupo ya no sesionó dio lugar a la formación de los Comités de Información Geográfica y Estadística por sector gubernamental, a través de los cuales se continúa con el trabajo de estandarización de datos y el intercambio de información cartográfica y geográfica sin restricciones.

De esta forma, la cartografía automatizada en México ahora es vista como una herramienta práctica y eficiente al servicio de otras disciplinas con un aumento continuo de usuarios que, aunque con una sólida formación científica en sus propias disciplinas aún no cuentan con la adecuada formación en cuestiones cartográficas. Y esto se evidencia porque la producción cartográfica en las instituciones ha descuidado una parte medular del proceso respecto a la presentación adecuada de los datos. Y es que en mi opinión se requiere de un cambio respecto al perfil de la figura que administra o es responsable del uso de la geotecnología en las instituciones ya que los pseudo mapas publicados adolecen de calidad cartográfica, hay una pérdida de la riqueza de cartografía comunicativa y una dudosa veracidad de los datos plasmados, por lo cual es recomendable que el responsable de los geosistemas se interese realmente en explotar el potencial de la herramienta y que incluya como parte fundamental de su sistema la adecuada representación de los datos en el mapa, porque es a través del mismo como se muestran los alcances del trabajo que realiza la institución.

Vale la pena hacer un recuento de los sucesos más significativos que han acontecido en relación a la geotecnología y cartografía automatizada en México. No se puede ser exhaustivo en este punto ya que no existe registro acerca de las aplicaciones geotecnológicas que se realizan, del grado de avance o de sus resultados. Estos aspectos se van conociendo conforme se publican informes o se presentan resultados en reuniones científicas de la especialidad.

Sucesos significativos en México en relación a la geotecnología y cartografía automatizada:

1968. Se constituye la Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (CETENAP) con el propósito de fortalecer las actividades de captación, procesamiento, presentación y difusión de la información estadística y geográfica que el país demanda, así como determinar la política que en materia de informática debe seguir la Administración Pública Federal.

En 1969 se le suprimieron las funciones de planeación y se denominó Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL).

En 1970, alumnos egresados de la UNAM fundan la Escuela de Geografía, hoy Facultad, en el seno de la Universidad Autónoma del Estado de México, en Toluca donde se da importancia a la cartografía automatizada y los sistemas de información geográfica.

1975. Se realiza el Primer curso de Cartografía Automatizada Aplicada a la Planeación, impartido por la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

En 1976 y con motivo de la Reforma Administrativa, se creó la Coordinación General del Sistema Nacional de Información dentro de la Secretaría de Programación y Presupuesto, y con una vinculación estrecha con la Presidencia de la República; la CETENAL (antes CETENAP) pasó a ser una Dirección General de dicha Coordinación. Se caracteriza por el desarrollo de programas para cartografía automatizada, ajuste de bloques aerofotogramétricos para la elaboración de la cartografía nacional en las escalas 1:50,000 y mapas de la República.

En este mismo año se funda la empresa mexicana Equipos y Sistemas de México, SA de CV, mejor conocida como ESIMEX, ofrece Tecnologías de Información en México ofrece Tecnologías de Información en México en los ámbitos de consultoría informática, integración de sistemas, así como desarrollos en soluciones de cartografía digital.

1977. Se crea el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS), de la UNAM, entre sus funciones se encontraba la investigación, desarrollo e integración de las técnicas de computación aplicadas al análisis de información espacial (Chavarría, 1984).

En este mismo año también se crea el Laboratorio de Geografía cuantitativa y computación en el Instituto de Geografía de la UNAM.

1980. Se crea la Sociedad Latinoamericana en Percepción Remota, y México desde entonces forma parte de la misma y participa en las diferentes reuniones que organiza la sociedad y la División de Educación Continua de la facultad de Ingeniería de la UNAM, impartí el curso "Percepción Remota".

1982. Aparece una de las compañías mexicanas (GEOCENTRO) que con el tiempo se convertiría en la más fuerte en el ámbito nacional en cuanto al desarrollo de aplicaciones geotecnológicas de acuerdo con las necesidades del usuario para solucionar problemas espaciales, además de que oferta servicios relacionados con la geotecnología, produce diversos productos cartográficos y bases de datos.

1983. Se crea el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), entre sus tareas se encontraba la automatización de procesos para redactar mapas básicos sobre la base de fotografías aéreas, de donde surgieron mapas a escala 1:50 000, en cuya serie se encuentran temas como la topografía, la geología, el uso del suelo, la edafología, las condiciones y uso potencial del suelo; y mapas suplementarios con información para la planificación regional que son la base para elaborar mapas temáticos de interés sectorial.

1988. En el ámbito exclusivo de la cartografía automatizada se empezaron a trabajar los bancos de información y la percepción remota, con el propósito de reorientar su uso en microcomputadoras y posibilitar su empleo en las áreas de producción cartográfica.

90's. En esta década inicia en México el despegue de la aplicación de la geotecnología, no quiere decir que antes no hayan existido iniciativas de automatización geográfica, pero resulta claro que a partir de ese año comenzamos a vivir la incorporación populanzada de estas modernas tecnologías en diferentes proyectos de investigación, docencia, actividades públicas y privadas.

1991. Se crea la Asociación Mexicana de Sistemas de Información Geográfica y Estadística (AMESIGE) e inician las clases de la Especialidad de Cartografía Automatizada de la Facultad de Geografía de la Universidad del Estado de México, la única que se ha mantenido hasta nuestros días.

1992. Se realizó el Primer *Congreso de la Asociación Mexicana de Sistemas de Información Geográfica (AMESIGE)*.

A partir de 1993 el INEGI realiza sus proyectos con el apoyo de las nuevas tecnologías particularmente con el uso de sistemas asistidos por computadora, con sistemas de información geográfica y tecnología satelitaria tanto en lo que respecta a sistemas de posicionamiento como la interpretación de imágenes de satélite incluyendo el componente de análisis orientado al desarrollo de nuevos productos y aplicaciones girando alrededor de una gran base de datos geográfica donde lo más importante fue el cambio del formato analógico de la cartografía de 1978 al digital. En el ámbito de las bases de datos cartográficas, trabajó en la captura de información geodésica, así como en la relación de localidades y productos cartográficos en las escalas de 1: 50 000 y 1: 250 000. También ha generado la cartografía censal para georreferenciar los resultados estadísticos utilizando tecnologías digitales. De esta forma, los datos estadísticos derivados de los censos y encuestas están almacenados y ofertados en sistemas cartográficos de consulta los cuales toman como referencia las diferentes divisiones político-administrativas.

1995. Se realizó el I Forum de Aplicaciones de los SIG en la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

1996. Se celebró el I Simposium de Profesores de Cartografía de México para analizar la problemática de la enseñanza y el IV Congreso Latinoamericano de Usuarios de ARC/INFO y Erdas en la Ciudad de México.

1998. Se modificó el plan de estudios de la maestría y doctorado en Geografía de la UNAM en el cual ahora se incluyen materias sobre sistemas geográficos y percepción remota para apoyar la formación de estudiantes en tres vertientes: *Ordenamiento territorial, Sociedad y Territorio y Geografía ambiental*.

1999. Se funda el Centro de Investigación en Geografía y Geomática Ing. Jorge L. Tamayo cuyo objetivo es la creación de especialistas en geomática y en cibercartografía; a la fecha ha publicado varios "ciberatlas".

2001. Inician las clases de la licenciatura en Ciencias Geoinformáticas de la Facultad de Geografía del Estado de México cuya finalidad es formar recursos humanos que puedan diseñar, crear e innovar información geográfica a través de modelos y proyectos basados en las ciencias y tecnologías de la teledetección, la cartografía, y la estructuración de sistemas de información geográfica, aplicados a la solución de problemas de tipo físico ambiental y socioeconómico de México.

2003. Se pone en marcha la Estación de Recepción México de la Constelación de Satélites Spot: "ERMEXS", en las instalaciones de la Secretaría de Marina. Se obtienen imágenes para la resolución de problemas en las áreas de cartografía, planificación urbana, redes de cultivo, defensa y vigilancia del medio ambiente.

2005. La facultad de Ciencias de la UNAM inicia la impartición del Diplomado en Teledetección y sistemas de Información Geográfica y modelado espacial.

2006. Inicia la impartición de clases de la Ingeniería en Geomática de la Facultad de Ingeniería así como el Diplomado en Geomática impartido por el Instituto de Geografía ambas instancias de la UNAM.

2007. Se instaló en Chetumal la antena satelital de alta resolución con ayuda alemana para obtener información detallada sobre la orografía y vegetación de México, alteraciones en bosques, así como daños en manglares y arrecifes, así como para detectar y visualizar los cambios que sufre el medio ambiente, lo mismo que incendios en áreas remotas o analizar las corrientes oceánicas y la temperatura de la superficie marina.

Se conformaron los Comités de Información Geográfica y Estadística por cada sector del gobierno.

2008. La geotecnología se ha permeado en todos los niveles del gobierno, llegando hasta los municipios ejemplo de ello es el de Naucalpan del Estado de México que ha adquirido un georadar para encontrar fallas y minas. El Instituto Politécnico Nacional es quien proporciona el asesoramiento al área de Protección Civil municipal.

Y para continuar con el análisis de la situación de la cartografía automatizada también se analizó el tipo de software cartográfico utilizado en México para esto sólo se consideraron sus características generales y aplicaciones similares. Y según lo planteado por Franco (1993) existen tres tipos:

1. Los **CAD** (Computer Aided Design): usados principalmente para el despliegue, para la edición en pantalla de los archivos gráficos y para el dibujo electrónico de archivos gráficos. Por un buen tiempo los archivos generados por estos sistemas fueron el estándar de intercambio de la cartografía digital en México, y aún muchas instituciones los usan para producir cartografía base, como es el caso del área de Geomática de CFE que produce mapas topográficos mediante el CAD, pero hay que recordar que son archivos sin datos asociados, ni topología. Aunque son útiles porque realizan la descomposición en capas del dibujo haciendo su separación por color y calibre. Entre los sistemas más utilizados se encuentra AutoCad (Autodesk, me, 1982-1997).

2. Los que se usan para la generación de **cartografía de línea**: con frecuencia se les ha utilizado para la obtención de cartografía urbana (con fines censales y catastrales), para la digitalización de cartografía temática regional y para la representación de fenómenos físicos. Su ventaja es que permiten trabajar con diferentes proyecciones cartográficas, manejar rutinas para la yuxtaposición cartográfica, generar modelos de terreno y definir topológicamente las entidades cartográficas. En México el AU2, es un ejemplo de este tipo de software el cual ha sido de los de mayor uso sobre todo para la obtención de bases cartográficas a diferentes escalas.

A pesar de que estos paquetes no se ajustan con facilidad a los requerimientos específicos de los usuarios han resultado ser una alternativa para la obtención de paquetes de autor, aunque si se toman en cuenta los planteamientos de la cartografía automatizada en un sentido estricto presenta reducidas posibilidades cartográficas.

3. Los usados para la **cartografía estadística**: que permiten la ligadura entre las bases de datos y los sistemas de representación gráfica, posibilitan la asignación automática de simbología a unidades espaciales mediante el análisis de los atributos o variables contenidas en la base de datos. La mayoría de ellos producen mapas copléticos, utilizan cartogramas y cartodiagramas para representar los fenómenos. Tienen pocas opciones de representación cartográfica lo mismo que de análisis y modelación pero permiten ir más allá en la generación de nuevo conocimiento científico. Dentro de los paquetes estadísticos de mayor uso en México se encuentran Mapinfo, Atlas Pro, Mapmaker, Spans Map, Arcview, ArcGis.

También se analizó el tipo de instituciones y el trabajo que realizan en relación con la automatización en cartografía y geografía se detectó que en México existen unas 76 instituciones en tre facultades, escuelas, centros de investigación

universitarios y no universitarios, entidades paraestatales y empresas privadas que emplean alrededor de 20 diferentes sistemas (Bocco, 1996).

La importancia de las Instituciones Educativas radica en que fue a través de ellas como la tecnología SIG ingresó a México, pero los tiempos de respuesta dilatados en la realización de proyectos académicos han hecho que el ámbito universitario tenga poca participación en trabajos de asesoría y consultoría técnica. Sin embargo la aplicación de la geotecnología se encuentra presente en muchos planes de trabajo.

En cuanto al grupo de las instituciones Gubernamentales, estas se abocan principalmente a la elaboración y actualización de cartografía temática especial ya que almacenan un gran volumen de datos a nivel nacional y regional. Lo mismo que proyectos sobre temas análogos en otras instituciones. Ejemplos hay muchos como la SEDESOL, SEMARNAT, SAGARPA, entre otras.

Y por último las empresas privadas que en general son consultoras en temas como ordenamiento territorial e impacto ambiental (Bocco, 1996). La mayoría han desarrollado sus propios sistemas de información geográfica, pocas de ellas han llegado a la etapa de análisis espacial complejo, ya que muchas utilizan los sistemas para hacer sobreposición de temas y elaborar mapas digitales que pueden ser insertados en diversos documentos, pero el mapa no es utilizado como documento de análisis, ni los geosistemas son explotados en su principal potencial: el análisis espacial. Ejemplos CABLEMAS, ICA, BIMSA.

En el grupo de centros de investigación sus trabajos versan principalmente sobre estudios donde se aplica la geotecnología, pero sin conclusiones sobre el desempeño que ésta tuvo, es casi nula la producción de ideas acerca de la situación de la cartografía, o sobre la evaluación del geosoftwre, y muy pocos son los que desarrollan aplicaciones que solucionen los problemas que el software comercial o gratuito aún no resuelve como es el caso de la generalización. Este tipo de desarrollos o aplicaciones son costosas y no pueden ser asumidas por cualquier institución. Como ejemplo de desarrollo de aplicaciones está el módulo de cartografía para datos estadísticos STATMAP desarrollado en el Taller de Cartografía Automatizada de la Facultad de Geografía de la UAEM. Dicho módulo representa una interfaz con el software de SIG Genmap para realizar cartografía temática de datos estadísticos. Cuenta con una galería de más de 250 cartodiagramas y tipogramas complejos. Otro ejemplo son las aplicaciones desarrolladas por el Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional para resolver algunos problemas relativos a la generalización. Hay otros centros de investigación que incluyen entre sus tareas la capacitación sobre geotecnología, la asesoría, la elaboración de procesos y tareas específicas, así como la creación de productos específicos para el usuario tal es el caso del Laboratorio de Geoinformática del Centro de Geociencias de la UNAM o el Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (IPN) que a través de su laboratorio de Geomática genera los insumos de apoyo a la investigación y a la docencia a través de los sistemas geográficos y de percepción remota. Otro ejemplo es el Laboratorio de Sistemas Geográficos y Percepción Remota del Instituto de Geografía de la UNAM que entre sus líneas de investigación se encuentra la de la cartografía digital y la visualización, el modelamiento espacial y el sistema de toma de decisiones espaciales, entre otros.

Con el apoyo que los diversos geosistemas y el trabajo de las instituciones la cartografía nacional ha visto enriquecido su acervo sin importar en la actualidad la plataforma tecnológica. A continuación se resumen por medio de cuadros las obras cartográficas analógicas y digitales, así como los proyectos y sistemas producidos:

Cuadro 11. Producción de Obras Cartográficas Digitales en México

Obra	Contiene
Atlas Nacional de México. UNAM (1990) Formato analógico	Aspectos físicos, de recursos naturales, históricos, sociales y económicos en una escala 1:4,000 000. Se escanearon las cartas del Atlas y se pusieron a disposición del público en formato jpg.
Atlas de Salud, S.S.A (1994) Formato analógico	Muestra la distribución de enfermedades, número de hospitales, distribución de enfermos e infraestructura hospitalaria.
Atlas de la Salud, Instituto Nacional de Salud Pública con varias ediciones digitales 2000, 2003 y 2005.	El panorama epidemiológico por períodos, muestra las peculiaridades del estado de salud de la población Mexicana asociadas a un conjunto de variables que ilustran los principales factores de riesgo. Además presenta información sociodemográfica y de bienestar social, y la distribución de los recursos de atención a la salud de la SSA. Fue creado por la dirección de Informática y Geografía Médica.
Atlas de Riesgos y Desastres Naturales en Regiones Indígenas de México (1999-2000) CNDPI	Mapas digitalizados a nivel nacional con información sobre temporadas ciclónicas, incendios forestales, sismos, erosión hídrica, temperaturas máximas, heladas, nevadas, superficie forestal, precipitación pluvial y vegetación potencial.
Fondo Cartográfico del Instituto Nacional Indigenista (INI) Formato analógico y digital. Varios años.	La cartografía sobre los pueblos indígenas de México que se ha producido en distintas épocas y por diferentes áreas del entonces Instituto Nacional Indigenista. En este fondo se localiza material de dos colecciones: una de ellas, la más antigua es la elaborada manualmente desde los años sesenta hasta 1999 y la otra es la cartografía estatal, regional y nacional que se ha producido a partir de 1993 en medios electrónicos a través del Sistema de Información Geográfica. Dicho sistema es un instrumento cuyo potencial se sigue explotando en forma permanente.
Atlas de Infraestructura Cultura del México CONACULTA (2004). Formato Analógico y digital.	La ubicación y las condiciones de los recursos culturales de todo México, los contextos en que se divide son: sociodemográfico, diversidad etnolingüística, patrimonio, infraestructura cultural y televisión y equipamiento de las viviendas. Para ampliar las posibilidades de análisis, se adjunta al Atlas un CD ROM que contiene tablas de Excel con los registros de infraestructura por estado y municipio, con el objetivo de que puedan realizarse comparaciones por rubro o área territorial y construirse índices más complejos.
Nuevo Atlas Nacional de México. UNAM (2007). Formato analógico.	Mapas y textos que reflejan los niveles del desarrollo social y económico, así como el estado del medio biofísico del territorio. Cuenta con cinco secciones: Mapas generales de historia, sociedad, economía, naturaleza y ambiente; y mapas temáticos. La periodicidad de la información va del siglo XV a 1950 para los registros históricos, y del 2000 al 2006 en los sociales y económicos. Son una serie de mapas que muestran la situación física, social, económica y política de México de principios del siglo XXI.
Atlas de Peligro para distintos municipios 2005-2007. Formato digital.	Se calcula que un 70% de los municipios de México cuentan portales electrónicos donde muestran a través de mapas los riesgos naturales a los que está expuesta la población que habita en el municipio.
Atlas Nacional de Riesgos. CENAPRED (2007). Formato digital.	Ha evolucionado del conjunto estático de mapas que le antecedieron en los Atlas de 1994 y 2000 a otro que comprende un sistema integral de información sobre riesgos de desastres y rutas de ciclones. Empleando bases de datos, sistemas de información geográfica, cartografía digital, modelos matemáticos, herramientas para visualización, búsqueda y simulación de escenarios de pérdidas.
Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y municipales de Peligros y Riesgos, CENAPRED (2007).	Herramientas metodológicas para orientar y ayudar a evaluar los peligros y riesgos a los que está expuesta la población. Se discuten y analizan conceptos generales.
Atlas Nacional Interactivo de México, 2007	Desarrollado por INEGI con asesoría de SEMARNAT, es un servicio de información geográfica generada por instituciones gubernamentales puesta para el dominio público que se consulta a través de la Web.
Ordenamiento territorial estatal y/o por municipio Formato digital (2002-2007).	A través de mapas puestos en el portal electrónico del Gobierno estatal o de algunos municipios se muestra el trabajo del ordenamiento territorial.
Cartografía de Niveles Socioeconómicos de WILSA (2007) Formato analógico.	Agrupar y clasificar AGEB's de acuerdo con niveles económicos. Insumo básico en los estudios de mercado.
Cartografía Electoral del IFE Formato analógico y digital.	Produce la cartografía por distrito electoral, cuenta con los mapas urbanos más actualizados y que tiene la delimitación de colonias y la ubicación de domicilios con número exterior en planos.
Cartografía de CFE.	Cartografía que se ha actualizado por medio de imágenes de satélite y fotografía aérea para apoyar a todas las áreas y en los diversos estudios de la institución.
Cartografía del SAT 2006	Cartografía urbana en donde se ubica a los contribuyentes.
Cartografía Digital para el Desarrollo de México. SIGSA Varios años	Cartografía digital actualizada del territorio mexicano en distintas escalas, cubriendo tres ámbitos Nacional, estatal y municipal en formato vectorial y geoimágenes.
Cartografía Digital, varios años	INEGI Cuenta con acervo cartográfico digital más grande de México, cuenta con <i>La red digital geodésica, Imágenes satelitales y fotográfica, Red hidrológica del país, Cartografía topográfica a escala 1:50,000, Cartografías temáticas en escala 1:250,000 Marco geoestadístico nacional</i>
Mapas digitales de la Secretaría de Marina. 2009	Cartas Náuticas Electrónicas ENC S-57. Consiste en información digitalizada de características de la carta, como la línea de costa, ayudas a la navegación, peligros, topografía, etc.

Fuente: portales electrónicos de las diversas instituciones, elaboración propia.

Cuadro 12. Proyectos Geotecnológicos en México (uso de geotecnología para producir cartografía)

Proyecto	Propósito
Explotación de bancos de información y percepción remota (1988) INEGI.	Orientar el uso de bases de datos en microcomputadoras y posibilitar su empleo en la producción cartográfica. Con esta información se crearon espacio mapas en escala 1:250, 000.
Producción cartográfica de PEMEX. Varios años	Apoyar a todas sus áreas mediante cartografía actualizada, la cual puede ser generada al instante para atender emergencias. Esta empresa hizo el levantamiento de toda la topografía nacional a través de la digitalización y barrido de imágenes, así como la localización de yacimientos, infraestructura social vinculada a su actividad y la localización de sus instalaciones. También son notables sus aplicaciones de impacto ambiental y el desarrollo de alternativas ante contingencias, así como la simulación de propagación y niveles de afectación.
Producción cartográfica de TELMEX.	Apoyar principalmente la colocación de antenas en la telefonía rural.
Prototipo información cartográfica obtenida de la escala 1:1000 000, INEGI. 1998	Generar el prototipo sobre información cartográfica topográfica y temática sobre recursos naturales así como información demográfica.
Información Catastral de la Secretaría de la Reforma Agraria 2008.	Contar con la delimitación de todos los terrenos y ejidos de México en formato digital.
Mapas de carreteras por entidad (SCT). Actualizado a 2008	Muestra las carreteras, caminos, casetas, kilometraje total, tarifas, distancias, nombres de tramos carreteros por entidad federativa.
Cartoteca digital de CONABIO. Varios años	Integra dentro del subsistema de Geoinformación, los metadatos y la biblioteca digital así como imágenes de satélite en línea y los metadatos de estas.
Cartoteca digital de SEMARNAT. Varios años	Ofrece cartografía nacional a través de la Web sobre temas relativos a la Secretaría.
Inventario Forestal Nacional 2007	Por encargo de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos se llevó a cabo el mapeo de 50 millones de hectáreas de bosques en México por medio de imágenes del satélite Landsat TM con resolución espacial de 30 m. Se elaboraron 70 mapas 1:250 000 siguiendo la cartografía del INEGI. Cabe destacar que este proyecto se desarrolló en dos años usando esta metodología, mientras que el inventario anterior tomó un lapso de 24 años. Se generó un sistema de información geográfica que permitirá la renovación del inventario en periodos de 5 a 10 años
Desarrollo de Planes Catastrales (1997).	La compañía BEISA/GTT generó la cartografía para el Programa de las Cien Ciudades de SEDESOL, cuyo objetivo era orientar el crecimiento y desarrollo de ciudades medias.
México, (SIGSA) Compañía Sistemas de Información Geográfica. Actualizada 2009	Realizar el cubrimiento del territorio nacional con mapas digitales vectoriales en escala 1:20,000. Esta compañía además oferta cartografía topográfica y urbana en escalas diferentes a las de INEGI, como son: 1:200,000, 1: 5,000 y 1:1000 así como ortofotos digitales y ofrece diversos servicios relativos a la geotecnología y desarrollo personalizados de acuerdo con las necesidades del usuario.
Levantamiento de la Red primaria de carreteras (IMT). 2008 CONABIO	Levantar mediante GPS toda la red primaria de carreteras pavimentadas y caminos secundarios de México para integrarlos en un banco de datos cartográfico. Para exploración de su acervo geográfico, incluye aspectos como la división política estatal, la zona económica exclusiva de México, mapas de uso de suelo y vegetación, mapa de riqueza de especies de mamíferos terrestres, carta fisiológica-estructural de la vegetación de México, etc

Fuente: portales electrónicos de las diversas instituciones, elaboración propia.

Cuadro 13. Desarrollos geociberneticos en México

Sistema	Desarrollado por
Procesamiento de Imágenes digitales (SPIPR).	INEGI y el Centro Científico IBM, para explotar las imágenes satelitales y generar espacio mapas.
Nacional de Información Geográfica (SNIG) Escala 1:1,000,000.	INEGI. Para la captura, producción, organización, integración y análisis de toda la información que ha generado y para formar un banco geométrico y alfanumérico para la actualización permanente de datos fundamentales para México.
Catastral de Cartografía Automatizada.	Departamento del Distrito Federal. Se buscaba la implementación de un efectivo sistema de cobranza coactiva para acelerar los pagos, identificar propietarios, para lo cual se produjo la cartografía catastral del área metropolitana del D.F. y se actualizó la Cartografía Inmobiliaria en escala 1:1000 para apoyar las peticiones de construcción de inmuebles.
Integral de Información sobre Riesgo de Desastre.	CENAPRED. Integra información relativa a: la trayectoria de ciclones, riesgo sísmico, mapas de peligro volcánico y distribución espacial de sustancias peligrosas con el fin de apoyar la toma de decisiones a las autoridades de protección civil.
Corporativo de Información (SICORI).	PEMEX. Integra el uso de la información geográfica para la toma de decisiones, a través del manejo de herramientas con tecnología de punta, ofreciendo soluciones integrales. Su finalidad es cubrir las necesidades de información geográfica de Petróleos Mexicanos, ya que cuenta con datos de los activos e instalaciones a lo largo y ancho del territorio nacional.
GEO PEMEX 3D (2008)	PEMEX. Desarrollo del visualizador de información geográfica construido en a partir del código abierto de la NASA. El sistema permite observar y localizar instalaciones petroleras y más de 200 mil localidades del territorio nacional.
IRIS V.4.0.2.	INEGI. Ofrece herramientas para la consulta de información geográfica y estadística generada por el mismo instituto y cualquier otra unidad productora y usuaria de información. Con este software se pretende evitar al usuario la adquisición de programas costosos.
De Información Aerofotográfica. (2000).	INEGI. Publica las Normas Técnicas para levantamientos aerofotográficos y promueve la uniformidad en su generación por parte de cualquier institución.
De Información Climatológica.	INEGI. Establece las especificaciones para los datos de temperatura y precipitación que deben cumplir las unidades generadoras de información con el propósito de que los datos puedan ser explotados en la generación de cartografía climática.
De Información de Cartografía Ejidal (SICE).	INEGI. Controla el procesamiento automatizado de la información obtenida en campo y la elaboración de los mapas requeridos por el PROCEDE (Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos) cuyo propósito era medir y delimitar predios usando GPS y ortofotos para aproximadamente el 52% de la superficie del país.
De Resultados de las Elecciones del 2006.	El IFE ha puesto a disposición del público en general a través de la Web los mapas que muestran el comportamiento de las elecciones. Su ventaja es que permite mapear la misma variable nivel nacional, estatal y municipal.
De Información Ambiental y Recursos Naturales(SNIARN) 2007.	SEMARNAT. Conjunta datos geográficos, estadísticos y documentales de diversas dependencias para generar reportes, mapas, indicadores, obras cartográficas e informes sobre la situación del medio ambiente en el país. Con la estandarización que logró en las bases de datos creó otros sistemas como: Espacio Digital Geográfico, el inventario de imágenes Satelitales, la publicación del Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales, el SIG para la Evaluación de Impacto Ambiental, el SIG de la Zona Marítima Terrestre, el Atlas Interactivo de México.
De Información Geográfica de Apoyo y Servicios para la comercialización de productos del campo.	ACERCA-SAGARPA. Coordina la información del análisis geográfico de P. ROCAMPO, así como la comercialización y los programas que se establezcan, con el fin de que se cuente con la ubicación geográfica de todos los productores utilizó en ello imágenes satelitales y fotografías aéreas de sembradíos para contribuir en el análisis y evaluación que hacen las distintas áreas de la institución.
De Información Geográfica del Agua (SIGA).	CONAGUA. Utiliza información cartográfica y alfanumérica en una geobase de datos relacional distribuida a nivel Nacional para procesar información de los recursos hidrológicos de una manera gráfica, haciendo posible consultar las características de estos a través de intranet e Internet.
De Información Geográfica de Salud para la Frontera Norte y el sistema nacional de salud.	Instituto Nacional de Salud Pública. Ofrece información sobre infraestructura sanitaria, riesgos sanitarios y un panorama epidemiológico para contribuir en el análisis y modelamiento espacial en la frontera norte de México y en el ámbito nacional.
GEMA (1995).	INEGI. Genera modelos digitales de elevación y es posible exportar los datos de coordenadas y altitud para cada punto del modelo, con la finalidad de exportarlos a otro geosistema.
Nacional de consulta para la Información Censal Estadística y Cartográfica (SCINCE) 1995 y 2000.	INEGI. Facilita la consulta de indicadores a nivel de estado de los 2 mil 443 municipios de México, y para grupos de manzanas (AGEB) de las localidades con 2 mil 500 o más habitantes, así como de las cabeceras municipales. Ofrece mapas de la República Mexicana, con división estatal y municipal, así como planos urbanos con división de AGEB, donde el usuario puede seleccionar los indicadores de su interés y estratificarlos en dicha cartografía.
Integral de Información Geográfica y Estadística (SIIGE) 2002.	INEGI. Facilita el uso, análisis e interpretación de la información para contribuir al conocimiento y estudio de las características del territorio nacional, desde los puntos de vista estadístico, geográfico y cartográfico que propicie una toma de decisiones basada en elementos técnicamente sustentados para su inmediata aplicación.
Para la Consulta de Información Censal y Estadística por Colonias (SCINCE) (2000).	INEGI. Relaciona la información estadística de Censo de Población y Vivienda de forma agregada por colonias para 201 localidades urbanas del México.
Digital de Cartografía Topográfica.	INEGI. Actualización de los mapas topográficos 1:50,000 tomando como base ortofotos 1:20,000 e imágenes SPOT y TM. Entre los temas que destacan están el topográfico que incluye las curvas de nivel, las carreteras, las vías de conducción eléctrica y oleoductos; así como la información geológica, climática, hidrológica, de suelos, agricultura y vegetación, turismo, demografía y división político-administrativa. En el trabajo también se hizo la edición digital de fotomapas a escala 1:20,000 y la vectorización de cartas topográficas 1:1,000,000 y 1:250,000.
Sistema de Información Georreferenciada y Estadística Oportuna	Procuraduría General de la República: Relaciona los delitos de alto impacto social con su ubicación geográfica. En consecuencia, se tiene un mapa del crimen para analizar patrones, predecir tendencias y mejorar la procuración de justicia.
Sistema de consulta de mapas digitales sobre planificación territorial y biodiversidad	INE. Tiene por objetivo difundir los resultados de los proyectos sobre Ordenamiento Ecológico, Conservación de los Ecosistemas y Manejo Integral de Cuencas Hídricas, relacionados con el manejo de los recursos naturales y la planificación territorial.

Fuente: portales electrónicos de las diversas instituciones, elaboración propia.

El último tema que se analizó fue sobre la formación de geotecnólogos, la situación de la enseñanza de la teoría y metodologías que la geotecnología ha traído en la geografía y cartografía. Y sobre esto, hay que empezar por mencionar que los cambios tecnológicos no se han reflejado por completo en las aulas tal es el caso de la licenciatura de geografía en la UNAM, donde no se incluye la enseñanza de la automatización de los procesos que antes eran manuales, ni los fundamentos teórico-metodológicos en las ciencias geográficas y cartográficas como producto de la automatización. En mi opinión esto se puede deber a que los profesores tienen poca o nula experiencia en relación con lo que implica enseñar geografía y cartografía que incluya el paradigma tecnológico, porque si no es así ¿a qué se debe que no ejerzan su libertad de cátedra e incluyen estos temas?

Esto provoca que los geógrafos egresados de la licenciatura en la UNAM no estén capacitados para el mercado laboral donde se usa geotecnología para resolver problemas que tiene que ver con nuestra disciplina de estudio y se encuentren en franca desventaja frente a egresados de geografía de las Universidades de Guadalajara, de San Luis Potosí y de la del Estado de México donde entre la currícula de las materias se encuentran las de utilización de herramientas geoespaciales, metadatos y análisis espacial con sistemas de información geográfica, fundamentos de los sistemas de información geográfica y de la percepción remota, elaboración y análisis de cartografía temática, además de contar con talleres de atlas temáticos, de sistemas de información geográfica y de posicionamiento global. Esta situación se repite frente a los egresados de la licenciatura en Ciencias Geoinformáticas, que imparte la Facultad de Geografía de la UAEM en una carrera que tiene un corte de aplicación tecnológico hacia la geografía y cartografía. Lo mismo sucede frente a los egresados de las licenciaturas de Biología de la UNAM y de la UAM porque sus planes de estudio también incluyen la geotecnología.

También estarán en desventaja frente a la primer generación que en cuatro años egresará de la Ingeniería en Geomática que recientemente abrió la UNAM, que aunque la carrera tiene un carácter ingenieril topográfico, al final de la misma hay aplicaciones en geomática.

En el Colegio de Geografía de la UNAM, no hay laboratorios geotecnológicos, ni acuerdos de prácticas con las instituciones productoras de geodatos, ni visitas a los centros de investigación del territorio con medios automatizados y las áreas de especialización en la carrera no incluyen los nuevos métodos automáticos para hacer geografía.

El surgimiento de estas carreras se debe a que el área geográfica en la UNAM (Colegio de Geografía e Instituto de Geografía) no ha respondido a las necesidades del país en cuanto a la asimilación geotecnológica a nivel de superior ya que no está formando los recursos humanos con este perfil.

Y es que resulta inverosímil que los estudiantes de geografía aborden los problemas del Siglo XXI con el enfoque de teorías y métodos señalados en un plan de estudios aprobado en 1971. Se les enseña para el pasado. Porque la nueva generación que está cursando el nuevo plan de estudios a penas está cursando el segundo año de la carrera.

Por otra parte este nuevo plan involucra sólo en apenas un 10% materias obligatorias relacionadas con la geotecnología, las cuales están en casilladas en la orientación de cartografía, deja fuera a la percepción remota, el muestreo y análisis espacial con computadora entre más temas.

Con tres materias obligatorias en este nuevo plan de estudios no se puede aprender ni las bases de la geomática, a esto hay que sumar que se requieren docentes calificados para que realmente haya un cambio en lo que se enseña y esperar tres años para que egrese la primera generación y dos o tres años más para que se pueda ver su desempeño laboral.

Y aunque hay otros centros como la facultad de ingeniería y el Instituto de Geografía de la UNAM que “ofrecen asesoría” sobre programas, explotación de información espacial no se encuentra al alcance de todos los estudiantes, ni egresados.

Las opciones educativas “gratuitas” como es la maestría y doctorado en Geografía, o la maestría en Ciencias impartidas en la UNAM donde es posible conocer las geotécnicas y su metodología para abordar el estudio del espacio requiere estudiantes de tiempo completo y no existe la opción de cursarlas a distancia.

Por otro lado están las opciones educativas con costo, entre ellas se encuentra la Especialización en Cartografía Automatizada, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica de la (UAEM) con un nivel técnico y académico avanzado, pero que no es para estudiantes de licenciatura porque entre sus requisitos se encuentra el título universitario, el mismo requisito que se solicita en el Diplomado en Geomática del Instituto de Geografía (UNAM) cuyo nivel de conocimientos es básico.

Desde mi punto de vista el que se requiera un título universitario para acceder a este tipo de oferta educativa es una limitante, porque es bajo el porcentaje de titulación en geografía en la UNAM, no obstante hay una alternativa de muy buen nivel como

es el Diplomado de Teledetección y SIG impartido por la Facultad de Ciencias de la UNAM, la cual cuenta con el nivel básico y avanzado para servir para atender las diferencias de profundidad en el aprendizaje que requiere el estudiante.

Otra opción educativa la ofrece el Centro Geo con la maestría y doctorado en Geomática, la Fundación Geoware con la Carrera Técnica Universitaria en Geoinformática, la maestría en Geociencias aplicadas a los recursos naturales del Instituto Politécnico Nacional o las maestrías y cursos a distancia sobre Sistemas de Información Geográfica de la Universidad de Alcalá y la de Girona en España o la que imparte el portal “Geocampus¹”, pero que lamentablemente no está avalada por ninguna universidad.

El principal inconveniente que observo para acceder a esta oferta educativa es su elevado costo considerando el poder adquisitivo de los posibles interesados en la especialización geotecnológica, que generalmente no tienen puestos bien remunerados, que les permita como a otros profesionales especializarse y lamentablemente no existen créditos para realizar este tipo de estudios. Y es que en el inicio de este siglo hubo una mayor demanda de geoespecialistas que consiguieron empleo antes de terminar sus cursos, lo que en la actualidad les impide ocupar puestos de alta cualificación y decisión y las cargas de trabajo les dificultan tomar una educación formal para profesionalizarse.

Es cierto que un sector de ellos ha tenido la oportunidad de aprender nuevas técnicas cartográficas y geográficas durante su desempeño laboral, porque han estado sometidos a una continua educación y nuevo conocimiento. Pero son muy pocos los que han tenido la oportunidad de especializarse, ya que han tenido que sortear una serie de dificultades financieras y lingüísticas para lograr su capacitación en Holanda, Estados Unidos, Canadá o Francia así como otros países de alto prestigio en estas técnicas como el Instituto Augusto Codazzi en Colombia o las Universidades Complutense y la de Alcalá en España.

Con este panorama se entiende porque el conocimiento sobre estos tópicos vuelve a quedar en un sector reducido y porque en las instituciones públicas los tomadores de decisiones no tienen el perfil relativo a cuestiones espaciales. Por ello es urgente que en los centros educativos relacionados con fenómenos espaciales se desarrollen talleres, diplomados, cursos de verano, a distancia. Donde geógrafos, cartógrafos, demógrafos, urbanistas, ambientalistas o cualquier otro profesional puedan recibir una enseñanza formal sobre geotecnología y explotación de información geoespacial, sin que medie de por medio el título profesional porque hay que recordar que se forman recursos humanos autodidactas o por la práctica profesional.

Y es que con la geotecnología la reputación de la Geografía, está mejorando pero no así la de los geógrafos que pierden las oportunidades de empleo que se han incrementado. Y es que hay que tener en cuenta que mientras en los 70's y comienzos de los 80's eran muy pocos los que reclamaban los servicios de los titulados en Geografía, ahora son muchas empresas e instituciones que demandan geógrafos, pero que realmente conozcan de geografía y geotecnología, porque el mercado laboral exige de especialistas en geociencias, que realicen su antiguo trabajo por medios automatizados, pero que además sean capaces de implementar nuevos análisis territoriales que ahora son posibles con la tecnología.

Al hacer este análisis me quedé con la inquietud de: ¿cuál es la motivación o interés que tiene el estudiante por cursar la licenciatura en Geografía en la UNAM? ya que al egresar la formación académica que reciba no le facilitará insertarse fácilmente en el mercado laboral (Inquietud que después atenderé). Y es que es real que existe un cuello de botella en el mercado de trabajo: el área en la enseñanza básica ha cerrado numerosas opciones; la estructura universitaria no es alternativa por ser mínimas las plazas tanto en la UNAM como en las universidades de provincia y sólo quedan los ámbitos extrauniversitarios; donde se requiere la especialización técnica en los sistemas de información geográfica y en programas para cartografía digital. Esta es un área peligrosa porque se confunde muy fácilmente el medio tecnológico, con el fin buscado: el conocimiento, la síntesis, y es frecuente escuchar que con la aplicación mecánica de tal o cual programa, se “hace” geografía (Coll, 2008).

2.3.2 El caso de la cartografía Temática Automatizada

Esta ha sido el resultado del desarrollo en la ciencia y la técnica, que sustenta el proceso de la creación de mapas y de la producción cartográfica en su conjunto. La geodesia, la fotogrametría y las técnicas poligráficas, así como el desarrollo de la teledetección y recientemente de la cartografía asistida por computadora le han permitido este progreso, el cual se ha visto plasmado en la realización de obras temáticas que son imprescindibles en el desarrollo económico y en la ampliación del conocimiento y del universo científico-técnico y cultural de México (De Castro, 1994).

Su desarrollo se puede observar en su nivel de automatización, en la difusión de los materiales provenientes de los sensores remotos, así como sus correspondientes facilidades de interpretación y el auge de la cibernética tanto a nivel de hardware

¹ <http://www.egeocampus.com/>

como de software (Candeau, 1993). A esto hay que añadir que se ha incrementado el número de instituciones que producen datos con los que se pueden crear mapas temáticos digitales, además del crecimiento que han tenido en general las bases de datos. Así como la reducción en el costo para convertir archivos, almacenarlos y capturarlos y la reducción en el costo del hardware y software para gráficos.

Aunque predomina la producción cartográfica orientada a la confección de mapas topográficos que actualmente cubren a México en diversas escalas aunque en menor medida, se han generado bases cartográficas actualizadas para producir cartografía temática.

La cual ha mejorado como resultado de los recursos empleados en el campo científico y los procedimientos técnicos, sobre todo en la representación gráfica logrando estandarizar símbolos y colores. Con este apoyo se elaboran mapas topográficos de buena calidad en escalas grandes o medianas, que harán posible la creación de mapas temáticos actualizados. Esta tarea aún tiene dos retos: primero resolver los problemas que se enfrentan con la integración de la fotografía aérea, de la fotointerpretación, de las técnicas de ortofotografía, de la interpretación de imágenes de satélite así como la automatización de los diversos campos geográficos; y segundo los geógrafos y geocientíficos deberán esforzarse por conocer y aplicar las técnicas más recientes en el desarrollo de la cartografía, principalmente los fundamentos matemáticos, los aspectos de producción y análisis, así como las técnicas y los modernos métodos de organización y gerencia (Karl, 1979).

El crecimiento de la cartografía temática automatizada en México también se ha debido a la demanda de las ciencias sociales y económicas de técnicas analíticas y metodologías automatizadas que permitan analizar el espacio.

Aunque todavía se está lejos de resolver muchos de los problemas que presenta la introducción de la computación en el proceso de elaboración de mapas porque a pesar del auge de los sistemas automatizados, las instituciones han tenido que generar su propia cartografía, produciéndose en ocasiones duplicidad de mapas, debido en un inicio a los formatos utilizados para los mapas digitales por los diferentes sistemas cartográficos automatizados y después por la falta de estandarización de los datos y documentación que les diera confiabilidad en el intercambio. Situación que lentamente va mejorando a pesar de que desde 1968 el gobierno impulsó el proyecto de producción cartográfica que comenzó con un inventario de los recursos naturales y el levantamiento de la infraestructura y que culminó con la elaboración de la carta topográfica del país y diversas cartas temáticas. Después en 1992 se lanzó el reto de actualizar el Sistema Nacional de Información Geográfica y a partir de esta fecha hubo un repunte en el desarrollo de la Cartografía Temática Nacional y el INEGI logró el cubrimiento de casi todo el territorio (99.18%) en escala 1:250 000 y 1:1 000 000 con cartas geológicas, hidrográficas de aguas subterráneas, y superficiales, de uso del suelo, de vegetación y efectos climáticos regionales. En este mismo lapso también se realizaron guías turísticas estatales, con un total de 44% de cobertura nacional, así como la elaboración de cinco guías turísticas urbanas, con mapas a diversas escalas.

Hay que mencionar también el trabajo de cartografía temática que se ha elaborado con Micromap entre lo que se encuentra el mapa de Densidad de Población Rural (1990), el de Estructura de la Población (1990), el de Distribución de hablantes de lenguas indígenas todos en escala 1:4 000 000 que fueron incluidos en el Atlas Nacional de México.

En el campo de la geografía física, se asiste a la renovación de antiguas series y a la aparición de otras nuevas. Los mapas de vegetación son los que más han progresado. En el área de la geografía humana la diversidad es mayor por ejemplo los mapas políticos son concebidos cada vez más como una herramienta en los estudios socio-políticos actuales, ya que dan una nueva dimensión al análisis de las sociedades. En este sentido, se puede mencionar el Sistema de Democracia Nacional que ayuda en el análisis de la geografía electoral el cual fue elaborado por la Fundación Arturo Rosenblueth (1992).

En cuanto a la cartografía temática especial su elaboración y actualización está a cargo de las instituciones gubernamentales y paraestatales las cuales se apoyan principalmente en los SIG y, en menor medida, en los paquetes cartográficos.

A nivel estatal, las preocupaciones están ligadas a problemas de la planificación económica y la ordenación del territorio, existe el interés por poner al día, rápido y por todos los medios, incluyendo la automatización, los mapas que han sido creados en las diferentes instituciones, que aunque resulten con limitaciones estéticas, son eficaces y operacionales para los fines que se persiguen con su elaboración. Sobre el tema del ordenamiento territorial a nivel estatal ya existe el compromiso por parte de más de 20 entidades en el país para realizarlo, cuyo innovador es que se realice con geotecnología que los resultados además de informes escritos deben culminar con la producción de diversos mapas que permitan al gobierno estatal tener una conclusión del territorio que administra. Esto ha legado a nivel municipal y muchos de ellos ya han puesto en el portal electrónico del gobierno estatal el resultado del ordenamiento a través de mapas y gráficos.

Así que sin duda la cartografía temática en los umbrales del siglo XXI en México estará vinculada a las tecnologías modernas de la teledetección de la Tierra y a los sistemas de información geográfica. Del examen de los mapas temáticos publicados, se

pueden obtener algunas conclusiones por ejemplo en cuanto a los métodos empleados se constata la originalidad en la búsqueda de medios de expresión utilizando los recursos técnicos poligráficos modernos. También se observa una preocupación por la elección lógica de los símbolos y colores que tienden hacer a los mapas más expresivos, mejor adaptados a su objetivo y por lo mismo, más eficaces.

Y aunque existe un avance real en la cartografía automatizada, aún no se perfila un proyecto en el ámbito nacional donde se trabaje temas de cartografía temática, ya que aún se están elaborando los bancos de datos digitales topográficos, geográficos y geodésicos y falta mucho para tener una base de datos digital temática a nivel nacional.

En el caso de las empresas privadas, éstas son las que más explotan las bases cartográficas y alfanuméricas y ofertan la generación de cartografía temática. Algunas de ellas han puesto en el mercado productos, aunque en algunos casos su información sólo puede ser consultada y visualizada a través del software que ofertan por ejemplo: Guía Roji, cuyo software permite trazar rutas, puntos de ventas etc., pero la cartografía no se puede exportar para explotarla en un geosistema y tampoco la ofertan en formato digital; BIMSA (agencia de estudios de mercado operando en México) es otro ejemplo empresarial que vende soluciones para el manejo de mapas mercadológicos en un ambiente digital, pero estos sólo pueden ser visualizados y consultados adquiriendo Mapinfo.

Lo que podemos concluir es que en este siglo la riqueza de la cartografía temática automatizada seguirá creciendo porque cada vez son más instituciones que ponen en la Web y servidores de mapas, la producción cartográfica temática que han generado con la ventaja de que cualquier usuario la puede consultar. Lo único que queda pendiente para estos mapas es mejorar su calidad cartográfica, considerando en esto los elementos del diseño cartográfico. En el caso de las instituciones de investigación vale la pena mencionar la publicación de la Revista en Línea de Cartografía Geocientífica Electrónica llamada *Digital Geosciences* del Instituto de Geofísica de UNAM, la cual está dedicada exclusivamente a la publicación electrónica de cartografía digital a través de la Web integrando elementos de interactividad. La información científica de cada material cartográfico se integra a una base de datos espaciales, la cual queda accesible a los autores y usuarios.

Perspectivas

El fin del milenio servirá como punto para estimar el balance de la geotecnología aplicada a la geografía y cartografía y quedarán pendientes el reto de la completa incorporación de la geotecnología en los centros de investigación académica, lo mismo que en el ámbito educativo superior y medio superior, esto requiere de la capacitación de docentes a nivel medio y superior. Así como la formación de recursos humanos con un perfil profesional sólido en cuestiones de geotecnología. Se requiere la ruptura de los usuarios con el geosoftwre monopolio para optar por software libre. Es urgente la realización de cursos de verano, los cursos de grado y postgrado en Sistemas de Información Geográfica; así como la aparición de cursos formales de postgrado universitario como Especializaciones, Maestrías y Doctorados; la realización de reuniones científicas de la especialidad con periodicidad, y el desarrollo de geosoftwre nacional.

Hasta el presente, en el nivel universitario se han proporcionado cursos que resultan de extensión y profundidad variable, pero ninguno de ellos se ha sistematizado como para que alguna de estas instituciones se aboque a la realización de Maestrías o Doctorados en el área de Sistemas de Información Geográfica. El tema de la educación formal en los niveles superiores es algo que está totalmente pendiente siendo uno de los puntos que se vislumbran como claves para poder marcar un rumbo futuro en el desarrollo de la geografía y cartografía del Siglo XXI en México.

Se debe crear el vínculo entre el Colegio de Geografía y el Instituto de Geografía de la UNAM para fortalecer la formación de geógrafos con la finalidad de que mejore su nivel académico, su reputación en el mercado laboral, puedan competir contra los homólogos de otras universidades y realmente sean la base de donde surjan los futuros investigadores.

El panorama expuesto en este capítulo nos ha permitido ver que los problemas de la cartografía tradicional no se logran superar ni con el apoyo de la geotecnología, lo que sirve para reflexionar que al ser un arte la cartografía y requerir del intelecto humano en su creación, la tecnología no es nodal. Aunque muchos de los cambios producidos en los procesos por la geotecnología son han sido radicales y han favorecido la producción.

En cuanto al resumen que se mostró sobre la situación de la cartografía automatizada en México nos permite identificar las áreas de oportunidad que tenemos para apuntalar a la cartografía, a las instituciones de educación e institutos que deberían normar ciencia, educación, sociedad y vida profesional desde el punto de vista geográfico y cartográfico. Y a la formación de recursos humanos porque es lamentable que aún las nuevas generaciones continúen enfrentándose a la geotecnología sin bases teóricas, ni metodológicas en tanto que el mercado laboral se lo está exigiendo al geógrafo.

Participar en las iniciativas tanto mundiales como regionales y locales significa estar preparado e informado. Un gran proyecto, quizá ambicioso, es que los geógrafos seamos parte de los esfuerzos globales hacia el desarrollo sostenible, definir

Participar en las iniciativas tanto mundiales como regionales y locales significa estar preparado e informado. Un gran proyecto, quizá ambicioso, es que los geógrafos seamos parte de los esfuerzos globales hacia el desarrollo sostenible, definir nuestro papel en él y prepararnos para el cumplimiento de las tareas necesarias para este fin por medio de los métodos y herramientas cartográficas apropiados. Por ejemplo, en relación con las herramientas tecnológicas, la cartografía puede finalmente hacer realidad uno de sus viejos sueños de ser cognitiva e individual. Y podría resolver muchos problemas existentes y potenciales con el apoyo de las tecnologías más recientes, produciendo resultados de mayor calidad. Pero las aportaciones decisivas implican conocer la tecnología y también comprender las grandes consecuencias de los problemas que hay que resolver. La cartografía tiene que ser capaz de definir su propio posicionamiento en la sociedad de la información y el conocimiento, y adaptar las técnicas y conocimiento cartográficos a las nuevas condiciones y presentarse con sus propias soluciones. Es muy importante para las organizaciones cartográficas nacionales u otras agencias que estén orientadas hacia los usuarios, ofrecer nuevos productos cartográficos digitales o aplicaciones de fácil acceso, a menudo en colaboración con el sector privado.

Tenemos que tener una idea de qué hacer con nuestros datos y de cómo usar nuestros métodos y técnicas cartográficos para resolver los problemas contemporáneos de la humanidad.

Y debemos ser capaces de enseñar a los usuarios de todas las generaciones, incluyendo a los pequeños, cómo analizar y cómo interpretar la información cartográfica de una manera atractiva. Porque muchos de los mapas contemporáneos preparados por usuarios no educados en cartografía son sencillamente incorrectos y en ocasiones distorsionan la realidad de modo significativo.

Esta revisión de la situación mexicana de la cartografía nos sirve para que en el capítulo cuatro ubiquemos el papel de Arcview 3.2 en el contexto de la cartografía automatizada nacional. En tanto en el siguiente capítulo veremos las ventajas de la automatización en el diseño cartográfico, como es contar con múltiples capacidades y opciones ya que a diferencia del diseño tradicional se pueden combinar imágenes, diseños o textos para generar unacomposición del mapa y hacer múltiples combinaciones, lo que le provee el usuario la alternativa de explorar diversos diseños antes de la decisión final del mapa.

3. Conceptualización de la cartografía automatizada

Las bases teóricas y metodológicas para el surgimiento de la geografía automatizada se empezaron a esbozar desde la geografía racionalista de Richard Hartshorn de finales de los treinta para continuar hasta la geografía cuantitativa sistematizada por William Bunge al inicio de los 70's, llegando a su máximo desarrollo con el trabajo de Cole y King (Buzai, 1999). Al inicio de los ochentas apareció la primera reflexión sobre el rol de la automatización en la Geografía, y no se vislumbraba que traería consigo la pérdida del rigor teórico que ha quedado empañado por el potencial técnico y la limitación del investigador o usuario que prefieren las variables de fácil automatización.

Es afines de la última década del siglo pasado (XX) en que se comenzaron afianzar en la geografía tres perspectivas para el análisis de la realidad, que corren de forma paralela y que han sido descritas en una Geografía Global (Buzai, 1999).

- La primera se basaba en la de Ecología del paisaje sistematizada por Naveh y Lieberman (1984) que revaloriza la geografía tradicional a través de la interdisciplina de las ciencias naturales.
- La segunda tomando aspectos de la actualidad, denominada Geografía Posmoderna, sistematizada por Edward Soja (1989) la cual surge ante la crisis de la aproximación marxista en la geografía, y la necesidad de revalorizar los aspectos espaciales que la Geografía Crítica había dejado de lado en sus estudios que podrían considerarse más de corte sociológico.
- La tercera denominada Geografía Automatizada, conceptualizada por Jeroen E. Dobson (1983a, b, 1993) la cual se basa en el desarrollo tecnológico que se incorporo a la geografía. Para presentar una versión digital del mundo para su tratamiento y análisis.

La automatización se integra en nuestra ciencia a través de la nueva especialidad llamada “geoinformática” (Dobson, 1993a) y mediante el correcto uso de la información geográfica científica. Esta geografía ha difundido sus métodos y conceptos en el ambiente computacional impactando en el resto de las ciencias y prácticas que propicia el surgimiento de un campo teórico y metodológico de aplicación generalizada, llamada: Geografía Global (Buzai, 1999) ciencia que se expande hacia el resto de las ciencias a través de la geotecnología.

En la actualidad es inevitable no enfrentarse en las actividades con elementos Geográficos digitales para resolver cuestiones de la vida diaria. Y esto es posible gracias a que la geotecnología permite solucionar problemas donde aparece como fundamental la variable espacial, lo que facilita enseñar conceptos y producir conocimiento científico. Y es que la geografía ofrece desde el método de sobreposición de mapas para obtener nuevas áreas, hasta la aplicación de modelos de análisis espacial, que toman en cuenta la perspectiva racionalista y la cuantitativa, para servir de sustento teórico y metodológico a la actual geotecnología.

La difusión geotecnológica y su uso generalizado en actividades de amplia valorización contextual han posibilitado la aparición de muchos profesionales provenientes de diferentes disciplinas, que a través del uso de los geosistemas pueden hacer geografía sin conocer aspectos conceptuales incorporados en estos sistemas. Por ello sigue siendo importante la labor del geógrafo ya que este valoriza la percepción de la geografía y ofrece una amplia difusión de como representar el espacio. En tanto la geotecnología podría acabar con el divorcio al seno de la geografía y con ello fortalecer la posición de esta su última como ciencia sintetizadora de los fenómenos espaciales (Taylor, 1989).

3.1 Concepto

La Cartografía Automatizada esta definida como un conjunto de instrumentos orientados hacia la representación cartográfica de información espacial. Se le considera como nueva vertiente de la cartografía porque retoma sus conceptos y principios (cartografía matemática, confección y redacción cartográfica, composición e impresión definitiva, etc.), para garantizar la transformación de la información espacial en información visual mediante mapas y gráficos. Lo cual se relaciona con las técnicas y metodologías de mapeo en un ambiente automatizado.

Esta es una nueva forma de pensar la realidad, porque es posible la representación digital de cualquier objeto basada en su estandarización, que permite su tratamiento mediante un nuevo ambiente computacional.

Su desarrollo ha sido vertiginoso, gracias a la aportación de la tecnología, lo que ha provocado que los ciclos de producción sean más rápidos y eficientes. Se calcula que la ventaja en tiempo usando la computadora en los procesos cartográficos y geográficos es de 20 a 1, además de la mayor precisión dada por máquina, lo que ha justificado el uso de la tecnología como un auxiliar en la preparación y diseño del mapa, que ahora es de forma más interactiva, ya el usuario puede realizar tareas automatizadas mucho más eficientes que si las llevara a cabo de forma manual, además de que puede participar en todas las

partes del proceso, desde el diseño conceptual hasta la presentación efectiva del objeto señalado. Por lo cual estos sistemas han resultado ideales para desarrollar salidas cartográficas y han propiciado grandes cambios en el uso de los mapas.

Candean (1993) afirma que "la cartografía automatizada está concebida como un proceso de transferencia de información a partir de datos espaciales que pueden ser considerados como modelos multifacéticos de la realidad geográfica, los cuales pueden variar de acuerdo con la dinámica espacial y temporal de la información que los describe". Esto implica que ya no se puede hablar sólo de la creación de mapas estáticos sino de "generar mapas dinámicos y dialécticos a manera de modelos del mundo real".

En base a esta concepción clásica es que parte la cartografía automatizada para permitir la manipulación de la información territorial, incorporando la noción de uso y manejo de bases de datos que almacenan la información temática y geométrica de los mapas, con lo cual estos han dejado de ser simples soportes visuales o meros archivos estáticos de datos, para conferirles nuevas posibilidades como herramientas dinámicas de análisis, modelamiento y síntesis.

Aunque esta nueva cartografía no niega el estudio de los mapas cartográficos sino que más bien retoma los métodos espaciales de representación de la realidad así como los procesos para su elaboración (Vidal y Rojo, 1987). Atrás han quedado las otras definiciones de cartografía clásica expresadas por Salitchev, Raisz y otros, las que centraban su atención en el estudio de los mapas cartográficos, sólo como métodos espaciales de representación de la realidad y en la creación de procesos para su elaboración y uso (Salitchev, 1979).

Y como es aceptado que la cartografía busca la generación de un nuevo conocimiento geográfico y la comunicación del mismo, a partir de las técnicas de modelación cartográfica, considerando su representación gráfica; en donde el papel de la cartografía automatizada será el de potencializar tales posibilidades de análisis y representación cartográfica mediante el auxilio de modernos sistemas de cómputo.

El concebir únicamente a la cartografía automatizada como respuesta a la necesidad de registro y seguimiento de los cambios naturales y sociales que ocurren en un espacio geográfico, le niega todo valor científico y supedita su acción a fungir como una herramienta práctica y eficiente al servicio de otras disciplinas. Es posible que esta forma de entender a la cartografía automatizada este en relación con la aparición en el mercado de paquetes y usuarios, que aunque con una sólida formación científica en sus disciplinas, no cuentan con la adecuada formación en cuestiones cartográficas.

Sin lugar a dudas la aparición de la cartografía automatizada es el acontecimiento más importante y el que más consecuencias ha aportado a la historia de la cartografía en los últimos decenios. Su originalidad consiste en su capacidad de integrar simultáneamente el concepto cuantificado de los datos que definen su localización en el espacio, así como las instrucciones para representarlo. al realizar la simbolización automática facilita el diseño del mapa así como la producción de alta calidad en las salidas en el formato vectorial, en el cual la precisión espacial, el registro de coordenadas y la alta resolución gráfica han jugado un papel importante (Cowen, 1988).

Es importante destacar que las salidas a ploter han resultado básicas para la cartografía automatizada, porque estos sistemas no admiten de forma directa la estructura raster. Así que para manejar los mapas digitales, hace uso de los bancos de datos cartográficos que ahora pueden ser operados y manejados en dependencia de las necesidades concretas de los usuarios. Un mapa creado de esta forma, sólo refleja la información y la región que el usuario ha seleccionado, con la finalidad de llegar a resultados más aplicados y complejos que por los métodos de elaboración cartográficos tradicionales, confiriéndole a los mapas un uso más amplio. Sin embargo, esto ha llevado a una contradicción dentro de la cartografía entre lo que es en la actualidad y lo que debería ser, si se consideran los fundamentos teóricos que la definen como ciencia.

Esta cartografía pone énfasis en el despliegue, recuperación y análisis de los procesos en los que utiliza simples estructuras de datos sin considerar las relaciones topológicas, por lo que el análisis se restringe a las relaciones implícitas, visibles y evidentes, debido a la complejidad cibernética que representa el manejo de datos en el formato vectorial. Por esta razón, no se puede decir que la cartografía automatizada realice análisis espacial ya que este implica la manipulación simultánea de la información temática almacenada en distintas capas, las operaciones lógicas y conjunturales entre los atributos, y la manipulación de acuerdo con criterios geométricos espaciales y análisis complejos.

Para su correcto funcionamiento requiere mínimo de una base de datos con coordenadas, los métodos adecuados para el manejo de datos, la construcción de modelos para la manipulación del mapa, así como el equipo adecuado para la entrada y salida de la información.

De esta forma, es posible distinguir al producir mapas dos tipos de cartografía asistida por computadora:

- a) Mapeo automatizado: que sugiere la automatización de los procesos para la elaboración de mapas con diferentes estilos en su diseño. Por ejemplo con autocad.
- b) Mapeo por computadora: cuya función es definir la producción de mapas utilizando la fuerza analítica de la computadora la cual se aplica principalmente a lo temático o socio-económico, con la finalidad de obtener productos visualmente atractivos y semánticamente correctos y, sobre todo, para facilitar la confección de mapas convencionales. Un ejemplo es Mapinfo o Arcview.

Rhind (1977), en este sentido, sugiere usar el término de cartografía asistida por computadora (CAC) porque cubre todos los aspectos al elaborar mapas usando el ordenador donde el potencial de cada sistema es el mapa que además es parte de la base de datos de estos nuevos sistemas y al mismo tiempo una herramienta para la organización de la información y parte del resultado de los mismos.

Aunque existen sistemas donde se combinan elementos de ambos y teóricamente es posible adicionar al mapeo por computadora elementos del mapeo automatizado. En general, el término de cartografía asistida por computadora se usa para englobar a toda la variedad de sistemas especializados en la elaboración de mapas por medio de la computadora que es la denominación más apropiada para describir el estado actual de la cartografía automatizada.

Recientemente se han tomado medidas encaminadas a lograr una elaboración cartográfica totalmente automatizada. Ya que aún se ha alcanzado una automatización completa en los procesos de elaboración de mapas (Robinson, 1995) tampoco realiza el cambio apropiado del tipo de representación cartográfica según las necesidades del fenómeno estudiado (coroplética, símbolos proporcionales, cartogramas, etcétera) ni el cambio de escala, ni de generalización de acuerdo con esta última (Caro, 1991).

Actualmente la dificultad de la cartografía automatizada estriba no tanto en la realización técnica de mapas mediante ordenador, sino más bien en la compilación de la información. En este sentido, coinciden los diversos autores al señalar las ventajas de la cartografía automatizada con respecto a los métodos tradicionales de producción y manejo cartográfico, que se resumen en el cuadro siguiente:

Cuadro 14. Resumen de ventajas de la cartografía automatizada respecto a la cartografía no automatizada

-Eficiencia
-Mejores decisiones
-Cambio en la organización institucional
-Beneficios intangibles como una mejor comunicación entre el personal de la organización, mejora la imagen pública
-Libera al personal de tareas tediosas y repetitivas
-Eliminación de algunos procesos manuales
-Mayor producción por hombre
-Generación de mapas de acuerdo con los requerimientos del usuario
-Producción repetida e instantánea de mapas
-Diseño y redacción de las maquetas de autor (compilaciones) por sistemas interactivos ágiles y poderosos
-Flexibilidad en el ensayo de diferentes alternativas de representación cartográfica para el mismo dato
-Cruce y manipulación simultánea de información gráfica y temática
-Facilidad en la actualización de la información
-Extracción y manipulación simultánea e interrelacionada de información geográfica
-Creación de mapas con criterios predefinidos y por consiguiente mejor organización del trabajo cartográfico
-Agilización en los procesos preparatorios para la edición cartográfica
-Facilidad para el análisis de información que requiere la interacción entre análisis estadístico y cartográfico
-Producción de mapas en situaciones en las cuales el personal entrenado no está disponible
-Facilidad en la producción y actualización de mapas cuando la información ya se encuentra en formato digital
-Creación de mapas que son difíciles de hacer manualmente, como mapas tridimensionales y estereoscópicos
-Creación de mapas en los cuales los procedimientos de selección y generalización están definidos explícitamente y son ejecutados de manera consistente
-Revisión de todo el proceso de construcción de mapas, lo cual puede llevar a ahorros y mejoras
-Conversión a archivos digitales de diversos datos producidos por diferentes instancias
-Beneficio a la sociedad ya que se puede publicar o darle a conocer los resultados de investigaciones y trabajos de forma casi inmediata con lo que conoce la realidad en que vive
-Aumento de productos derivados de análisis automatizados en comparación con el método tradicional
-Facilidad en el manejo de grandes volúmenes de información geográfica proveniente de diferentes fuentes
-Reducción de tiempo, recursos materiales y humanos
-Minimización en el uso de mapas impresos como almacenadores de datos lo que disminuye los efectos de clasificación y generalización sobre la calidad de los datos
-Reducción en el costo del hardware y software
-Crecimiento en las ciencias sociales y económicas al usar las técnicas analíticas y metodológicas de la cartografía
-Una organización institucional con menos personal
-Creación de nuevos escenarios
-Uso de bancos de datos geográficos para utilizarse en diversos mapas al mismo tiempo

A pesar de estas ventajas, el despegue de la cartografía automatizada ha sido lento por el alto costo en su implementación, así como la investigación del hardware y del software para adaptarlo a las necesidades del mapeo por computadora (Candeau, 1993).

Aún se requiere la simplificación de múltiples procesos de elaboración cartográfica y la obtención de mapas de alta calidad gráfica cuidando que el mapa logre de forma efectiva la comunicación del mensaje plasmado en él. Y reconsiderar que estos sistemas contienen muchas posibilidades de representación cartográfica que pueden ser usadas mediante la capacitación de los usuarios.

Queda pendiente contar con un sistema que incluya las herramientas de análisis y modelación cartográfica y las alternativas para la generalización cartográfica, la manipulación, la reclasificación, la determinación de áreas de influencia, la yuxtaposición y el modelado.

A continuación se analiza el distinto geosoftware que existe para elaborar mapas temáticos.

3.2 Geosoftware para elaborar mapas

Es todo aquel programa computacional capaz de procesar información geográfica con la finalidad de producir mapas caracterizado porque reemplaza varias formas de la actividad manual asociada con la producción de mapas.

En el momento actual, dada la diversidad de productos cartográficos disponibles y el rápido crecimiento del nuevo geosoftware resulta difícil detallar una revisión de todo lo que es puesto en el mercado porque difieren en funcionalidad y aplicaciones ya que cada uno representa de forma diferente la misma serie de datos, lo mismo ocurre con el uso que hacen de ellos, así como con la forma en que los almacenan y los modelos que usan, los cuales están de acuerdo con las aplicaciones que permiten (Movafagh, 1995). Hay una tendencia de los programas por especializarse en función del tipo de datos que utilizan (raster o vector), el tipo de aplicaciones y la lógica de trabajo.

Sin embargo, es posible hacer una distinción entre ellos según sus requerimientos de operación, su funcionalidad, su capacidad, la calidad de los productos que permiten obtener, por su precio o por los requerimientos de equipo. Variedad de posibilidades que ha influido en el desarrollo del mapeo y en el estudio del mundo real ya que ahora existen mejores técnicas de modelamiento dentro de un ambiente espacial que permiten tomar decisiones para un uso más racional del mundo.

El geosoftware refleja las diferentes teorías sobre el espacio procedentes de diversas disciplinas científicas (geografía, ecología, etc.). Por tanto, utilizar una determinada herramienta para resolver un problema implica la aplicación de una teoría así como de una hipótesis acerca de los datos que manejamos. Este hecho ha provocado debates acerca de si el geosoftware debe considerarse tan sólo como una herramienta neutra o como parte de una disciplina científica (geomática). Debates con consecuencias profundas al seno de la geografía y cartografía que tiene impactos en el modo en que la docencia y práctica con la geotecnología debe plantearse en las universidades.

Las diferencias que presenta el software para mapeo hacen que se clasifique bajo diferentes denominaciones dependiendo del tipo de cartografía que permitan obtener. En el caso de este trabajo se toma en cuenta su funcionalidad, debido a que es la que mejor explica la situación de la generación de mapas por medios automatizados. Hay que señalar que ningún geosoftware es mejor que otro, ya que ninguno cubre todas las posibles expectativas. Y elegir entre todos ellos dependerá de los problemas a resolver los cuales están ligados con las investigaciones físico-geográficas, socioeconómicas o medioambientales. En donde los sistemas son utilizados como herramientas para el proceso cognoscitivo.

En el cuadro 15 se muestra una síntesis de los principales programas para elaborar mapas.

Cuadro 15. Tipo de geosoftware para elaborar mapas

Tipo de programa	Sistemas	Descripción	Formato de archivos	Funciones	Aplicaciones	Desventajas
Para dibujo	Corel Draw, Paintbrush, Photopaint.	Asume la pantalla como el papel, para la simulación y creación de dibujos.	jpg, gif, pxc	Edita píxel por píxel, incluye líneas, arcos, polígonos, letras y otros elementos gráficos.	Para la adecuación estética del mapa porque cuenta con las utilerías. Para las tareas de diseño y preparación de las partes del mapa. Permite explorar con figuras y sus relaciones. Facilita el cambio de patrones, el peso de las líneas, los textos. Auxilia en la parte artística del mapa para los sistemas que no cuentan con herramientas de edición.	No es su fuerte la descomposición en capas, no cuenta con topología y sus salidas no son de buena calidad.
Para análisis estadístico (PAE) y geoespacial	SAS/Graph, SPSS.	Contiene funciones estadísticas cuyos resultados puede graficar y mapear.	dbase, xls	Hace análisis descriptivo de las distribuciones y medición por agrupamientos.	El análisis de correlación de variables es útil en la geografía porque apoya el análisis multiespacial. Combina el manejo de datos geográficos y su análisis para generar mapas coropléticos, tridimensionales de superficie y de bloque y mapas temáticos con cartodiagramas. Los agrupamientos de datos se pueden exportar a un SCA o SIG.	Son limitadas sus opciones de edición de mapas.
Diseño asistido por computadora (CAD)	AutoCad, Auto Cad-Map, AutoCad-Gis y MapGuide.	Facilitan la digitalización de entidades vectoriales, cuenta con un módulo para el manejo de mapas relacionados con bases de datos, así como el soporte de datos raster y la facilidad para importar y exportar coberturas de Arc/Info. Son básicos para el dibujo, el diseño, la preparación y edición de mapas a gran escala.	Vectorial (dxf, dwg)	Tiene funciones escalables, el módulo Map es una de ellas que se suma al AutoCad, la cual cuenta herramientas de edición de mapas. Edita en dos y tres dimensiones. Cuenta con biblioteca de tipos de letras y creación de símbolos propios. Cualquier cambio al mapa se observa en pantalla sin tener que rehacer toda la obra porque se actualizan todas las partes implicadas.	Para creación de planos, diseño de objetos geométricos con una precisión muy alta. Se usan para generar cartografía base o trabajos finales cuando no se requiere el análisis espacial. Útil en la preparación del original de autor realizado a la escala de impresión final del mapa con colores y detalles. Para obtener los originales positivos de línea y relleno o sus correspondientes separados para la impresión. Útil para la cartografía por su facilidad para cálculo de áreas, rayados, creación de perímetros, superposición y duplicado de entidades, conexión con la tableta digitalizadora y excelente calidad de impresión cartográfica. Los CAD junto con una base relacional pueden ser usados para el trabajo vectorial y suplir el alto precio de un sistema vectorial (SIG).	No incluye proyecciones cartográficas, ni relaciones topológicas. La información temática no se relaciona con el objeto espacial. Las relaciones entre objetos son evidentes y visuales por ello las operaciones matemáticas deben realizarse en otros paquete y sólo el módulo Map contiene opciones para el análisis espacial.
Sistema de mapeo asistido por computadora (CAM)	Au2, Micromap.	Surgen de los CAD que los transformó en herramientas aplicadas a la producción de mapas	vectorial	Incluye procesos de síntesis y edición que se ampliaron a procesos de compilación de datos adquiridos por métodos fotogramétricos o geodésicos. Permiten la recuperación, clasificación y simbolización automática. Resuelven los problemas tradicionales encontrados en la producción cartográfica digital para reducir el tiempo de producción, garantizar la calidad de los mapas y generar productos en formatos intercambiables con otros sistemas. Son flexibles, veloces con facilidad para organizar, modificar, almacenar, localizar y desplegar información espacial para producir gráficos de alta calidad.	Para la producción de mapas topográficos, estadísticos y temáticos. Almacenan un sin número de capas donde cada una puede tener asociada una simbología particular. Ofrece una variedad de proyecciones y facilita la elaboración de simbología. Permiten una verdadera cartografía por computadora, debido a la flexibilidad para composiciones complejas utilizando los recursos técnicos en la cartografía topográfica y temática.	No tiene topología, no maneja los atributos, no realiza análisis espacial y la información no puede ser relacionada ni manipulada geoméricamente.
Sistema de cartografía asistida por computadora (CAC)	AutoCad, Arcgis, Intergraph	Se le conoce como mapeo automatizado y es una integración computarizada de un sistema de manejo de bases de datos y mapas.	vectorial	Permite la captura, el almacenamiento, la recuperación y el despliegue de información gráfica. Facilitan la creación, la edición de entidades, la agregación o desagregación, la generación de modelos de los mismos, y la representación en 2D y 3D. Se basan en las capacidades gráficas que tienen los programas de diseño para aplicarse con fines cartográficos ya que permiten visualmente mejores representaciones y almacenan la información espacial por tipo de rasgo lineal, puntual o areal los cuales asocia con información topológica.	En la recuperación de datos, la clasificación y simbolización automática. También para el diseño de mapas y para producir salidas de alta calidad en formato vectorial. Los usan principalmente las agencias o instituciones gubernamentales involucradas en la producción de mapas de gran escala.	No maneja la topología, no realiza análisis espacial, se tienen que programar las rutinas que involucran varios procesos.
Sistema de cartografía automatizada (SCA)	Arcview, Arcgis, Intergraph.	Sistema para la producción de mapas que se caracteriza por sustituir todo el proceso manual que sea posible. Se diferencia de cualquier otro sistema por acortar los procesos cartográficos para mayor producción.	vectorial	Incluye ciertas operaciones de la manipulación geográfica. Se centra en el producto final que es el mapa. La geometría, está presente pero la topología y la conectividad de la red no. Se conecta a bases de datos.	Fundamental para los SIG porque sentó las bases para su desarrollo. Son usados para la elaboración de mapas topográficos a escalas chicas; para trabajos fotogramétricos, para estudios viales, para desarrollo de catastro y otros. Y para la elaboración de mapas temáticos a diferentes escalas. Además permiten la producción de imágenes por separación de color tal y como se requiere en la impresión por litografía.	Los atributos, las localizaciones y las relaciones entre puntos y líneas no pueden ser sujetas a operaciones matemáticas complejas ni lógicas de acuerdo con los criterios espaciales. Y no cuenta con herramientas para el análisis cuantitativo o estadístico de los datos, ni para la obtención de nueva información.

Cuadro 15. Tipo de geosoftware para elaborar mapas

Tipo de programa	Sistemas	Descripción	Formato de archivos	Funciones	Aplicaciones	Desventajas
Mapeo temático	Los de Contorno (Surfer) y los de tercera dimensión, Mapinfo.	Sistema para microcomputadoras que cuenta con la técnicas cartográficas para producir mapas temáticos.	vectorial	Para la exploración de datos y con herramientas, cuentan con proyecciones cartográficas, con la alternativa de visión de la Tierra, convierten coordenadas esféricas de latitud y longitud en coordenadas planas. Incluyen herramientas de dibujo con la posibilidad de adición de símbolos. Algunos permiten crear archivos asociados a datos, otros hacen uso de gráficas como barras o histogramas asociadas con el mapa.	Se utilizan en los trabajos de mercadotecnia, en la selección de lugares y en el planeamiento.	No ofrecen la posibilidad de una cartografía de calidad. Pocos de estos paquetes soportan la digitalización.
Paquetes para despliegue, exploración y análisis de datos (desktop mapping)	AtlasGis para Windows, ArcView. Para la exploración ArcExplorer (ESRI), Geomedia de Intergraph y Viewer de Mapinfo. Y el software utilizado en las Palm y Pocket con algunas funciones de despliegue, consulta y aplicaciones analíticas simples de datos espaciales.	Son visualizadores de datos producidos en otros sistemas o para los datos del SIG que les dio origen. Son sistemas que se consideraron en el inicio de los SIG su complemento porque su función consistía en que de forma ágil, sencilla e interactiva el usuario podía manipular la información para lograr una rápida presentación de resultados a través de mapas, gráficos o tablas, porque en el SIG era muy laborioso.	vectorial	Cubren los requisitos para el manejo de datos tabulares, creación, simbolización y tematización de mapas según los métodos de clasificación de datos, etiquetado de mapas con texto y gráficos. la generación de gráficas basadas en datos, soporte para diversas proyecciones, layouts (plantillas) para composición de mapas de impresión, búsqueda de entidades con atributos particulares, localización de objetos en función de su topología y soporta la tableta digitalizadora. Permiten visualizar y manipular datos raster. Cuenta con un editor gráfico con lenguaje postscript que mediante un dispositivo de impresión en color de alta calidad, permite la producción en color de originales separados para la producción de placas de impresión.	Su mercado esta creciendo más que el de los SIG porque tiene un uso más amplio porque no son tan especializados. Se usan para la producción inmediata de mapas debido a la sencillez con que filtra información y aplican la simbología temática. Produce mapas coropléticos usando como simbología los cartogramas, los círculos, los puntos, los prismas tridimensionales, los círculos graduados y otros símbolos puntuales.	Incorpora pocas funciones estadísticas y son limitados para manipular datos.
Sistemas de Información Geográfica	Arc/Info, ArcGIS, Geomedia.	Sistema para el análisis y modelamiento espacial y geográfico principalmente de estructuras vectoriales. Comprenden funciones sintetizadas de la cartografía automatizada, de la gestión de las bases de datos, y de los sistemas de ayuda a la toma de decisiones. Se consideran como "IGIS" sistemas de información geográfica integrados por aceptar de forma directa datos raster y contener funciones para su análisis.	vectorial topológico	Realiza manipulaciones cuantitativas, lógicas y sintéticas. Efectúa funciones de planificación, integración y relación en forma selectiva de información disímil. Único por sus funciones de espaciales complejas.	Enlazan a la geografía y la informática. Se puede usar para el mapeo temático, la cartografía automatizada, el dibujo electrónico. Para la manipulación y análisis topológico simultáneo de información contenida en distintas capas de información.	No plasman con todo el rigor cartográfico en los mapas los fenómenos estudiados, son limitados sus métodos de representación cartográfica. Pueden ser de interfases no amigables, difíciles de aprender.
Sistemas de Análisis de Imágenes	ERDAS, GRASS, GRID, PCI, IDRISI	Analizan las imágenes digitales de la superficie terrestre.	Raster	De análisis y metodologías para el tratamiento de las imágenes para registrar las características del área de estudio. Pueden incorporar datos vectoriales. Colectan. Almacenan y despliegan datos de sensores remotos, video y fotografía digital.	Aumento en la objetividad, capacidad y actualización del contenido temático de los mapas. Contribuye a la precisión cartográfica para la evaluación de la transformación del territorio.	Se puede obtener un modelo de los fenómenos estudiados, pero no cumple con el rigor cartográfico.
Sistemas de geoprocamiento	GeoMedia	Es un sistema de arquitectura abierta que conjunta los diferentes procedimientos y algorítmicos funcionales genéricos para capturar, seleccionar, acceder, analizar, transformar y desplegar elementos de una estructura o base de datos espacial en cualquier formato.	todos	Neutralidad del sistema con respecto a los formatos de exportación e importación de datos, las opciones de interfaces (menú o sistema de iconos), la comunicación con los periféricos, los diversos sistemas operativos, así como cualquier marca de hardware. Contiene funciones de análisis espacial y de manejo de bases de datos.	Son lo último que se ha generado para la automatización del manejo de información geográfica de forma oportuna, amplia y dirigida a resolver los problemas prácticos de carácter geográfico y cartográfico permitiendo el mapeo temático.	Ninguna

Elaboración propia con base en: Atencio, 1994; Burrough, 1986; Buzai, 1997; Candeau; 1993; Coppock, 1987; Cowen, 1988; Douglas, 1995; Garciarivas 1991; Goodchild, 1996; Peterson, 1995; Rhind, 1989; Taylor, 1991; Veliz, 1994.

En esta revisión el geosoftware podemos observar que todos tienen opciones para elaborar mapas, sin embargo los sistemas de cartografía automatizada son los que posibilitan la producción de cartografía de calidad, en tanto los SIG son el máximo representante para el análisis espacial y en la automatización de cálculos, en donde la producción cartográfica no es su objetivo sino más bien una de las alternativas de expresión de los resultados obtenidos a partir del análisis espacial.

Es importante conocer sus limitantes y ventajas para evitar se desarrollen o adquieran sistemas que aunque trabajan con información geográfica sus aplicaciones pueden ser muy limitadas y no resuelven la tarea planteada, o por el contrario que los problemas y necesidades para los que son usados son insignificantes en comparación con sus posibilidades.

Y es que los problemas geográficos son de diferente naturaleza y que de acuerdo con su grado de complejidad y objetivos, algunos de ellos podrán ser resueltos tan sólo con la elaboración automatizada de mapas complejos concebidos como modelos de la realidad en donde por medio de métodos de representación cartográficos se muestren las relaciones causa-efecto a nivel territorial o las dependencias e interrelaciones entre un grupo de variables. Estos resultados son recuperaciones o consultas a las bases de datos alfanuméricas y no manipulaciones características del ambiente de los SIG.

También se debe considerar en la elección de un geosoftware los tipos de aplicaciones o problemas que han resuelto, el número de licencias y usuarios, ya que un sistema con mayor uso y aplicaciones facilita el intercambio de información, de rutinas o programas, el disponer de personal que maneje el sistema y la posibilidad de no depender del desarrollador del sistema para resolver problemas a los que se enfrentan en el trabajo con ellos, ya que el mayor número de usuarios y aplicaciones que se les han dado a los sistemas han permitido que entre la comunidad se puedan intercambiar experiencias y soluciones de toda índole.

A continuación se listan los puntos que se deben considerar al elegir un geosoftware para mapeo:

- Transparencia entre la base de datos gráfica y la de atributos.
- Trabajo en diferentes escalas de representación integradas geográficamente en forma coherente.
- Productos de acuerdo con el estándar pre definido por los usuarios.
- Posibilidad de integración de diferentes tecnologías (geoprocesamiento) y de aplicaciones para consultas, análisis o creación de salidas cartográficas específicas.
- Garantizar la utilización de los equipos ya existentes y el software así como aplicaciones en uso.
- Crecimiento de acuerdo con la dinámica de los requerimientos de los usuarios y la existencia de un presupuesto adecuado.
- Soporte técnico adecuado
- Forma en que administra la información, los trabajos con multiusuarios en red, la captura de datos geográficos, la transformación de coordenadas variantes de búsquedas y consultas espaciales, tipos de análisis territorial, opciones de procesamiento de imágenes y la producción de mapas base y temáticos según los criterios de la modelación cartográfica compleja.
- Programación de rutinas (operaciones de entrada, detección de errores).
- Capacidad y forma de almacenamiento de datos.
- Preparación de datos.
- Representación de datos.
- Interpretación de datos.
- Salidas de datos.
- Funciones de análisis espacial.
- Funciones topológicas.
- Diferencias en los patrones de comunicación.
- Capacidad de procesamiento del equipo donde se instala.

En la actualidad no existe una tecnología dominante, y más bien se tiende hacia la integración tecnológica lo que ha permitido la conexión entre el diferente software que trabaja con información geográfica como pueden ser los sistemas de procesamiento digital de imágenes, los SIG vectoriales y/o raster, los (DBMS), los CAD y los sistemas de modelación tridimensional de superficie (3D). En muchos casos, estos sistemas se complementan entre sí para la producción cartográfica.

Se destinan esfuerzos en lograr que cada producto le brinde al usuario la oportunidad de trabajar con cualquier dato sin importar en qué sistema se haya generado, para que en un ambiente amigable facilite la conversión del formato original de los datos al de almacenamiento correspondiente con el formato de entrada del sistema con el cual el usuario cuenta. No se trata de crear un súper producto en una sola tecnología sino más bien, de que se trabaje en un ambiente computacional común de intercambio, orientando hacia la producción de imágenes gráficas para desplegar información que permitan al usuario obtener información del espacio geográfico a partir del análisis visual. También se trabaja para lograr una conexión entre todo el geosoftware disponible para obtener mapas de mejor calidad cartográfica.

Es un hecho que los sistemas hoy en día ofrecen un efectivo ambiente para representar y manipular gráficos, con la ventaja de que principalmente corren en PC's y aplican técnicas ergonómicas al diseño y desarrollo del software para buscar mejoras en el manejo, aprendizaje y comodidad para los usuarios, ya que estos son guiados por interfaces de menús de presentación, figuras o iconos, preguntas y respuestas sencillas así como comandos memotécnicos en lenguaje casi natural que facilitan el trabajo (Prado, 1992).

La tendencia es que cada tipo de geosoftware incluya topología estructural en las bases de datos relacionales e incorpore las posibilidades de redacción cartográfica interactiva y facilidades para la preparación y edición a gran escala de los mapas. En donde cada herramienta deberá reforzar su papel comunicativo, mejorando y diversificando las herramientas de representación y edición cartográfica.

En tanto la interconexión operacional entre el geosoftware se debe concebir a través del trabajo con módulos independientes, que cuenten con funciones y opciones incluidas que se puedan seleccionar para trabajar de acuerdo con los objetivos del trabajo o con la fase en que el mismo se encuentre. Y se debe avanzar en el proceso de aproximación entre las distintas geotecnologías a través de la conversión de archivos de comunicación externa, para determinar los métodos de intercambio universales incluyendo los métodos de representación cartográficos propios de la cartografía temática (Atencio, 1994).

3.3 Funciones genéricas de los sistemas automatizados de Cartografía

En este inciso se abordan los componentes funcionales de los sistemas de cartografía automatizada, también se hace una distinción de lo que es el análisis espacial, el modelamiento y la geoestadística con la finalidad de acotar en lo más preciso posible, las funciones genéricas de estos sistemas.

Podríamos empezar por mencionar que los SAC deben poseer una interfase para la entrada, la edición de atributos y para el intercambio con archivos previamente almacenados en otros medios magnéticos con diversos formatos. Esta interfase debe ser capaz de transferir aplicaciones desarrolladas en otros productos (DIME, TIGER, ASCII) para lograr la conversión de formatos, con la finalidad de que sean compatibles con el sistema en uso.

Los SAC se organizan por módulos que se descomponen en una serie de operaciones sencillas, que puede ejecutarse de forma independiente, lo que incrementa su sencillez y flexibilidad. Cada módulo incorpora funciones estándar sin las cuales no se lograría obtener un buen resultado cartográfico, aunque no todas tienen que estar contenidas en un producto. Más bien las funciones presentes dependerán de los objetivos propuestos aunque existe un mínimo de ellas que deben estar presentes para que se les considere como cartográficos, entre las que se encuentran las siguientes:

1) Entrada del componente de información geográfica, incluye diferentes métodos y procesos de captación que se aplican a los atributos temáticos de naturaleza alfa-numérica, al conjunto de coordenadas de localización que es denominado como "geometría" y a las relaciones espaciales denominado como "topología".

2) El almacenamiento incluye el control físico de los datos en disco o cinta y garantiza la permanencia de la información geográfica captada en forma digital de manera accesible para la recuperación, actualización y transferencia a las diferentes opciones de análisis y salidas, así como para la implementación del cálculo de los parámetros de construcción de los métodos de representación cartográfica incorporados.

3) La recuperación selectiva y el análisis: la primera se refiere a la búsqueda y extracción de aquellas regiones que son de interés para el usuario a partir de la geometría que representa todo el territorio almacenado. Lo mismo ocurre con la recuperación selectiva de la información temática que permite obtener subconjuntos de datos según los niveles de diálogo previstos. En cuanto al análisis de los datos, incluye cálculos, interpolaciones, análisis estadísticos y heurísticos espaciales, reconocimiento de patrones, regionalización tipológica y evaluaciones, entre otros. Así como la determinación de las superposiciones según las reglas de la semiología gráfica aplicadas a la cartografía.

4) Edición: comprende las operaciones de diseño cartográfico (selección de la escala, la generalización, el color y la simbolización), las de actualización y corrección de la información almacenada (temática y gráfica). Y en esta etapa se hace el diseño total del mapa y se establece la simbolización de los objetos tal y como será usada en el mapa final.

5) Elaboración de salidas cartográficas automatizadas estas pueden ser analógicas, virtuales y/o digitales formadas por textos y/o gráficos que se pueden denominar como esquemas cartográficos o mapas concebidos como maqueta de autor. Estas salidas cartográficas son una reproducción automatizada de la imagen digital, a partir de una imagen gráfica para lo cual se sigue un determinado esquema tecnológico de edición y en su reproducción se usan periféricos graficadores como impresoras o ploters.

Además de estas funciones hay algunos aspectos que deben ser considerados en los sistemas de cartografía automatizada como son:

-La estructura vectorial con que trabajan, el volumen de datos de coordenadas, el volumen de datos de centroides, así como los datos temáticos, que generalmente son considerables en tamaño lo que influye negativamente en la ejecución de los programas, aún en microcomputadoras de alta velocidad como las AT y las máquinas de 32 bits. Por tal razón, se debe hacer uso moderado del acceso a discos y a ficheros en forma secuencial.

-La posibilidad de impresión sobre papel, base estable o emulsionada para el proceso de preparación en la edición de mapas.

-La separación de la imagen conjunta resultante, en sus elementos componentes por sus calibres y colores en la pantalla o en los periféricos de salida.

-El software utilizado que debe ser suficientemente flexible, como para cubrir diferentes esferas de aplicaciones, trabajar en diferentes microcomputadoras, con las principales tarjetas gráficas de pantalla y sobre todo, garantizar la comunicación con los periféricos de entrada y salida de la información gráfica (digitalizadores y plotters) más difundidos, sin necesidad de hacer modificaciones sustanciales ni adaptaciones de última hora.

-Garantizar la compatibilidad de los ficheros y los resultados con nuevas versiones programadas, tomando en cuenta que la vida útil de un software, es mucho más prolongada que la de muchos equipos de hardware.

-La transformación de coordenadas geográficas a planas rectangulares y viceversa.

-El suavizado y generalización de polígonos.

‘El capital humano que es el que le da vida al sistema cartográfico por lo cual debe conocer el uso del software, hardware y lo más importante comprender y conocer los datos para poder explotarlos.

- La retroalimentación con el usuario al interactuar con el sistema, para saber si por ejemplo, la lectura de los datos de entrada es correcta, y puede continuar trabajando o es necesario esperar un tiempo para que termine de procesar la información. Si en alguna parte del proceso se presenta un retardo significativo (algunos autores plantean de 10 segundos en adelante) es necesario informar que el sistema está trabajando y que no existe ningún problema con su funcionamiento.

- Las respuestas a los errores por parte del sistema deben ser útiles y constructivas. Proporcionando información sobre su naturaleza a partir de la descripción concisa de la causa e incluso, sus soluciones. También se propone hacer referencia al manual de usuario donde se describe con detalle el error y como repararlo. Incorporando mensajes a manera de advertencias o consejos sencillos y concisos.

- Y los niveles de ayuda del programa deben adaptarse al usuario que es cada vez más experto, pero a la vez debe regresar a los niveles más bajos. En este punto existe un desafío para los diseñadores de estos sistemas porque deben trasladar los términos geográficos del inglés a otros idiomas, porque una simple traducción no resulta suficiente y es necesario explorar el verdadero significado que tienen los conceptos geográficos en el lenguaje cotidiano con el fin de que estas tecnologías puedan ser aplicadas prescindiendo de conocimientos especiales sobre la ciencia geográfica (Gould, 1991).

3.3.1 *Entrada y captura del componente temático y geométrico*

El espacio geográfico real y el espacio geográfico digital incorporados al ambiente computacional resultan distintos por lo que pasar de uno a otro requiere simplificaciones cuyas consideraciones teóricas sólo pueden comprenderse a través de los procedimientos intelectuales mediante los cuales el mundo real se transforma en un modelo digital.

En un sistema cartográfico la entrada de datos es un proceso mediante el cual se convierten los datos estadísticos (información temática) e imágenes gráficas (base topográfica) en registros digitales que se almacenan en forma accesible. El proceso de almacenamiento y entrada son interdependientes, donde el hardware captura y almacena los datos en una variedad de formas, mientras que el software los maneja en función de la estructura de su almacenamiento asociadas a la geometría (Taylor, 1991). Los datos introducidos al sistema deben ser compatibles entre sí, alojarse en el mismo soporte, con el mismo formato o en todo caso que el sistema cartográfico tenga la capacidad de transformar a este último a un sistema de referencia común. También se deben garantizar las fuentes de información y que los datos puedan ser sustituidos a través de mecanismos de captura activos, con el objeto de que los mapas estén vigentes permanentemente y que las futuras reimpressiones del mapa sean más baratas y rápidas.

3.3.1.1 Entrada

Este módulo se caracteriza por contar con procedimientos para depurar los errores durante el proceso de captura (Candeanu, 1994). Por lo cual debe contar con utilerías que permitan transformar los diferentes formatos en que pueden estar los datos antes de introducir los datos al sistema cartográfico o geográfico. Ya que los formatos nativos de cada sistema en muchos sistemas no pueden introducirse sin que hayan pasado por un proceso previo que les da la topología necesaria para que puedan ser introducidos en el sistema.

El proceso de entrada de datos resulta complejo debido a que la parte temática es de naturaleza alfanumérica y la parte geométrica gráfica. Razón por la cual ambas entran por separado, la de tipo temático puede ser por medio del teclado o por la lectura de un fichero elaborado en otro sistema. Mientras que la entrada del componente geométrico principalmente se realiza a través de la digitalización que transforma la imagen gráfica del espacio geográfico en una imagen digital del que resulta un par de coordenadas X, Y o que también puede ser introducida a través de un archivo digital.

La entrada también incluye la definición gráfica, la conversión de formatos, la corrección geométrica, la rectificación del mapa, el cálculo de errores, la interfase con los datos existentes y la aplicación de los sistemas. En términos generales la entrada de datos se encuentra condicionada por los métodos de captura.

3.3.1.1.1 Métodos de captura

Muchos de los datos útiles cuando se empezó hacer uso de la cartografía automatizada se encontraban en papel y el convertirlos a formato digital fue costoso, tedioso y con grandes errores. El primer paso para cambiar esta situación sucedió en los 60's, con el desarrollo el cursor libre en la tableta digitalizadora que permitió la captura de los rasgos contenidos en los mapas. Aunque resultaba inadecuado cuando el volumen de éstos era muy grande o contenían líneas irregulares, además de que su costo era muy elevado. Situación que mejoró cuando apareció la técnica del escáneo (1976) que logra una buena calidad, a un menor costo, capta los rasgos irregulares y la separación de los componentes del mapa (Taylor, 1980).

A partir de que estos grandes cambios, surgieron nuevos procesos o métodos para generar mapas digitales y el contar con datos digitales ha permitido elevar la eficiencia de los estudios geográficos y ampliar las fronteras de la geografía, ya que ahora se pueden construir mapas de forma inmediata sobre lo que esta ocurriendo en el territorio, diversos profesionales hacen uso de la geografía para complementar sus estudios, se abordan nuevos temas de estudio como pueden ser los relacionados con cuestiones de género, hay facilidades para que una diversidad de mapas puedan ser construidos por cualquier usuario ya que ahora hay sistemas en Internet paa tal fin, y ha aumentado el grado de automatización de la cartografía. Desde mi punto de vista la geografía aún cuando es la disciplina que describe fronteras, ahora al poner a disposición del público tantos datos, esta contribuyendo a que esas fronteras se entiendan no como límites sino como una organización del espacio lo que facilita que la población pueda entender su realidad y además esta contribuyendo con la democratización de la información.

En el siguiente cuadro 16 se describen los principales Métodos de Captura.

Cuadro 16. Métodos de captura

	Definición	Proceso	Ventajas	Desventajas	Importancia para la cartografía	Variantes
Digitalización	Fue el primer método de captura y es con el que se han creado la mayoría de las bases cartográficas.	Se realiza sobre una mesa digitalizadora que tiene una malla fina de líneas ortogonales en su superficie con un sistema de coordenadas las cuales son usadas para detectar los datos del mapa indicados a través del cursor. A estas señales eléctricas, la computadora asigna números binarios. Los puntos, líneas y áreas son convertidos en coordenadas x,y ordenadas en formato vectorial.	Flexibilidad y adaptabilidad. Requiere una curva de aprendizaje orta, porque es un proceso interactivo en el que se captura y edita el mapa al mismo tiempo. Permite verificar la correspondencia de los datos descriptivos con las unidades gráficas y facilita la elaboración de símbolos complejos.	Muy costoso, requiere mucho tiempo, y cuidado en su realización de lo cual depende el potencial de la información en el sistema.	Facilita la representación integrada y visual para que el usuario realice la redacción en cualquier momento, sin la necesidad de sistemas para entrada de datos, para revisión o para compilación del mapa.	Digitalización vectorial automática y semiautomática que permiten el seguimiento automático de trazos, donde el usuario puede tomar la decisión de cual recorrido es el correcto en la digitalización.
Escaneo		Conocido como rasterización, barre punto por punto los rasgos del mapa analógico, los cuales son capturados y almacenados en cuadrículas micrométricas. Descompone la imagen en píxeles para su posterior tratamiento cartográfico. Separa por colores la información captada y toma en cuenta la resolución y la radiometría del mapa.	Útil para gran cantidad de datos por digitalizar porque ofrece velocidad, y exactitud, requiere poca adecuación manual y las correcciones son mínimas en relación con la digitalización manual. Es eficaz su calidad, y resultados, es de bajo costo, separa los colores captados y provee de alta precisión y calidad de línea. Separa los rasgos del mapa por ancho. Capta las variaciones de la escala. El usuario puede hacer la redacción visual junto con la base de datos.	Presenta problemas en la clasificación de los elementos gráficos, en la velocidad de procesamiento, en la resolución gráfica y radiométrica, en la imposibilidad de crear estructuras topológicas, así como en la conversión a formato vectorial y para almacenar los mapas escaneados debido a su gran tamaño. Durante la captura se tiene que elaborar los rótulos porque no son captados. El equipo es costoso y se requiere de prolongados trabajo de postproceso en la corrección interactiva.	Es una forma rápida para obtener un mapa, pero no es la mejor alternativa para la construcción de bases cartográficas, debido a la poca calidad de los originales cartográficos.	Vídeo digitalizadores que producen imágenes raster a partir de vídeo tape o vídeo cámaras.
	Los sistemas "eyes and hands" que captan los datos alfanuméricos en los sistemas cartográficos.	Por medio de la definición de columnas y renglones y de los encabezados de los campos se escanean los documentos, para los cuales se genera un archivo ASCII	Rápido, económico.	Se debe tener cuidado en diferenciar entre renglones y filas.	Contribuye en la rápida captura de atributos de los objetos espaciales.	
Geodésico	Método de observación de las formas terrestres.	Se realiza a través de una plataforma remota o directamente en campo, de lo que se obtienen coordenadas de puntos que conforman el terreno y conservan al curvatura terrestre. El método tradicional realiza el levantamiento del terreno con un teodolito óptico, cinta métrica y cuaderno de campo.				
		El método automático utiliza el teodolito electrónico que almacena datos como la libreta tradicional de campo, contiene un distanciómetro integrado a la estación total topográfica, un taquímetro que aglutina las mediciones de ángulos y obtiene medidas de distancia electromagnéticas que después de ser captadas se transmiten a la computadora donde se transforman en un sistema de coordenadas.	La producción de datos es costosa y la fase de levantamiento de campo consume mucho tiempo .	La cartografía digital que genera es compatible con cualquier geosistema.	Los datos que genera se convierten en coordenadas, distancias verticales y horizontales, ángulos, direcciones y determinación de desniveles que se usan en operaciones analíticas para dar solución a la producción cartográfica, al diseño, al tipo de proyección, a la definición de límites, al modelo digital del terreno, al análisis y la interpretación de resultados.	El GPS capta las formas terrestres a través del rastreo en campo, mediante la recepción de señales satelitales, que son computadas para obtener coordenadas, que pueden ser introducidas a los sistemas cartográficos o geográficos para generar cartografía digital.
Sensor Remoto	La observación remota de la superficie terrestre constituye el marco de la teledetección.	La teledetección detecta y registra a distancia las ondas electromagnéticas de la superficie terrestre por medio de sensores remotos. La tendencia actual es combinar las propiedades espaciales y espectrales de los patrones de la imagen, de lo que resulta un modelo cuantitativo que traducido se integra a los SIG.	Los datos que produce son consistentes, con alta resolución espacial y temporal, con el mínimo de error humano, tienen una mayor accesibilidad temporal y con menores errores geométricos. Se pueden introducir a los sistemas vectoriales.	Alto costo del software, requiere de importantes recursos para almacenar las imágenes, y de recursos de hardware para trabajar con las imágenes. Y se requiere de personal muy calificado.	Capta cambios en el espacio geográfico, su formato digital ayuda a generar mapas de forma rápida sobre todo los que tienen que ver con desastres naturales. La información contenida en la imágenes contribuye a la elaboración y actualización continua de mapas temáticos y topográficos dentro de los geosistemas con una periodicidad de hasta 2.5 días (con imágenes SPOT).	Videografía y fotografía digital proporcionan mejor nivel de detalle espacial que el sensor remoto, logran una resolución del terreno o pixel de 25 cm, con mayor frecuencia y tiempo se pueden coleccionar las imágenes, por un menor costo. La posibilidad de visión estereoscópica en color natural, la obtención de imágenes a baja altura que eliminan la influencia de las nubes, o la posibilidad de elegir la resolución temporal, espacial y espectral. el uso de filtros multiespectrales: las imágenes captadas pueden ser vistas en tiempo real. Y en el caso de la videografía la posibilidad de hacer anotaciones en el sonido de la cinta.
Fotogramétrico	Permite obtener datos espaciales precisos sobre las características del terreno a partir de fotografía aéreas.	A partir de un par estéreo de fotografías aéreas se identifican formas, variaciones de la escala en la geometría de la superficie terrestre, se determina la posición y forma tridimensional de los objetos y se convierte esta información a una proyección cartográfica ortogonal para alimentar los mapas.	Los equipos fotogramétricos aceptan las imágenes de sensores como fotogramas rasterizados, cintas de satélite, e imágenes. Permite la visión estereoscópica en el monitor de la computadora, la restitución tradicional y asistida con guiado automático en el eje Z y la generación de perspectivas fotográficas.	Las fotografías aéreas para producir mapas carecen de resolución espectral y generalmente son producidas en copias duras, lo que requiere de su escaneo.	Complementa el conocimiento previo del terreno, gracias a la visión global que proporciona. Permite obtener mapas de forma rápida, hace el modelamiento digital del terreno, la rectificación de las imágenes de satélite y la producción de ortofotos.	

Elaboración propia con base en: Atencio, 1994; Boyle,1974; Candeau, 1996; Chuvieco, 1990; Ducher, 1980;

Una vez que se ha llevado a cabo cualquiera de los procesos anteriores y se ha capturado la información entonces se pasa al trabajo en los bancos de datos donde se encuentran almacenados los atributos, para los cuales se realiza principalmente su actualización y corrección.

3.3.2 Almacenamiento del componente geométrico y temático

Antes de iniciar con lo que es el almacenamiento, es conveniente mencionar qué y cómo son los datos que el geosoftware almacena.

Un dato es la unidad mínima de información con una estructura específica cuya calidad esta determinada por el mínimo nivel que se requiere de precisión, de tiempo, de actualidad y de cobertura. Son el antecedente necesario para llegar al conocimiento exacto de un objeto, los cuales pueden ser: continuos o discontinuos, y expresarse como numéricos (nominales, ordinales, en intervalos, por radios) geográficos o boléanos.

En la figura 5 se muestran los tipos de datos numéricos y geográficos.

Tipos de Datos Numéricos y Geográficos

...todos los mapas digitales están compuestos de conjuntos de números organizados. Los tipos de datos utilizados para almacenar dichos datos determinan qué tipo de operaciones pueden ser realizadas con un mapa digital o un conjunto de capas cartográficas



Los datos que la ciencia utiliza se refieren a hechos objetivos y en el caso de la geografía son de índole biofísica (ecogeográfica), socioeconómica y cultural y están relacionados con la descripción del territorio, que se definen como entidades espacio-temporales que describen o cuantifican la distribución, el estado y los vínculos de los distintos fenómenos naturales y sociales. Y que gracias a la tecnología ya no sólo se muestran de forma numérica o textual sino también visual y participan de las propiedades inherentes a los fenómenos que cuantifican o califican y en la dinámica de la envoltura geográfica, y no sólo tienen connotación espacial, sino que son un espacio evolucionando y cambiando en el tiempo, que se manifiesta en los procesos geográficos y se expresan gráficamente en mapas y se representan por signos convencionales especiales denominados signos cartográficos (Lee, 1995).

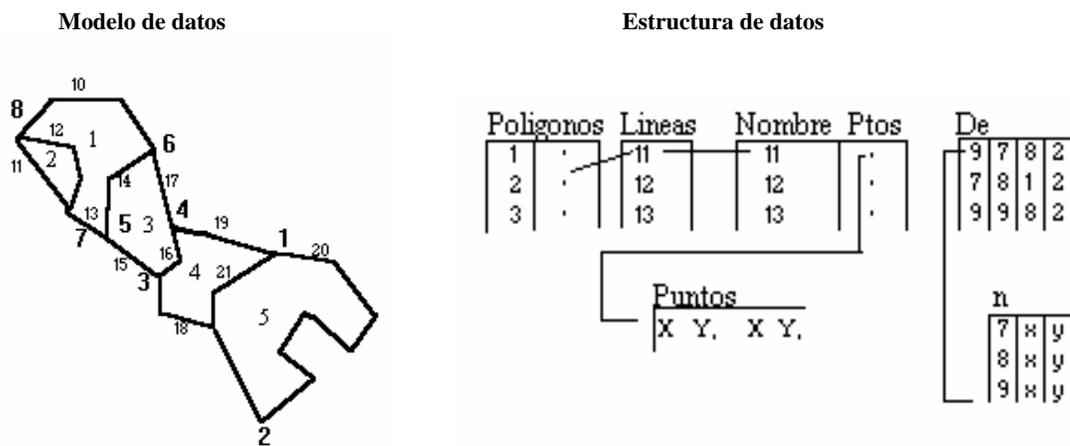
Por ejemplo los sonidos pueden ser escuchados, pero además medidos como puntos localizados en decibeles y desplegados en un mapa como contornos de colores.

Alimentan a los sistemas cartográficos y geográficos como proposiciones empíricas de la realidad la cual es representada en los sistemas como una serie de características geográficas definidas de acuerdo a su elemento geográfico (que tienen que ver con la localización en 2D o 3D) y de acuerdo a sus atributos (llamado estadístico). Que pueden ser interpretados con ayuda de alguna teoría (Bunge, 1972) y que al integrarlos en un sistema manejador aumenta la calidad y cantidad de información ofertada para potenciar con ello la generación de ideas en la toma de decisiones. Aunque debido a su heterogeneidad no existe una estandarización de estos y aún se carece de una correcta organización que permitan un manejo más complejo que facilite la liga entre las decisiones y las acciones, lo mismo que el modelamiento que permite entender la estructura de las decisiones (Cassettari, 1993).

Los componentes de un dato geográfico son:

Espacial:	<i>Geometría:</i> posición absoluta de cada objeto respecto a un sistema de coordenadas (x, y) <i>Topología:</i> relaciones espaciales entre los objetos (cercanía, yuxtaposición, conectividad, etc.).
Temático:	atributos ligados a cada objeto (clima, población, contaminación).
Temporal y dinámica:	es el tiempo en que ocurren los hechos o fenómenos, los cuales están en constante cambio (dinámica).

Los datos almacenados son percibidos por el usuario mediante un modelo de datos (representación espacial), una estructura de datos que se expresa en términos de diagramas o listas diseñadas para reflejar el registro de los mismos mediante un lenguaje computacional (estructura de bases de datos); y una estructura de archivos (implementación en el hardware) que es su almacenamiento físico (Berry, 1996), lo cual se ejemplifica con las siguientes figuras:



3.3.2.1 Almacenamiento de datos gráficos.

Los mapas se almacenan en los sistemas, como entidades y atributos geométricos, topológicos, temporales y temáticos (Muller, 1991). En una estructura que es la organización de la información geográfica dentro del sistema, donde el carácter espacial de ésta juega un papel importante y constituye el puente entre las funciones del sistema y la base de datos y, a su vez, determina la manera en que sus elementos componentes se relacionan.

Influye en esta estructura la distribución espacial de los fenómenos, ya sea que se representen en forma areal, puntual o lineal ya que el diseño del modelo para los datos está en función de la naturaleza del fenómeno que éstos representan y con los procesos de manipulación que serán llevados a cabo. De acuerdo con esto existen dos tipos de estructuras de datos: una es la unidimensional (vector) o multidimensional y la otra es la raster (matrices desde dos hasta 'n' dimensiones); ambas se organizan en forma jerárquica y están asociadas con las entidades del mapa base.

La organización de los datos se hace respetando su semántica, de acuerdo con el enfoque sistémico aplicado a la geografía que comprende los niveles: cartográfico, físico, del medio ambiente, de la población y la economía. De tal forma que los mapas digitales se almacenan en los bancos de datos en forma similar a las librerías de mapas tradicionales y se registran de acuerdo con la serie nacional y regional y se indexan en función de su contenido y se clasifican de acuerdo con su topología (Cebrián y Marks, 1986).

Así la información gráfica es almacenada en una base de datos espacial estructurada, que también comprende las características de sus rasgos, pero no así sus atributos temáticos que son almacenados en otro tipo de archivo. En algunos paquetes la distinción es explícita y el almacenamiento de la estructura usada para los atributos puede ser a través de un sistema de manejo de datos comercial. Esta desintegración al almacenar atributos y gráficos se está solucionando con las geobases.

La cual es una base de datos objeto-relacionales, que almacena información geográfica, en columnas de la base de datos (vectores, raster, cad, imágenes de satélite, etc.) que toma en cuenta el componente geométrico o espacial y se diferencia de las otras bases porque en la misma tabla contiene atributos alfanuméricos y gráficos (geográficos y cartográficos).

A continuación se listan sus ventajas:

- Manejo conjunto del gráfico y sus atributos.
 - Simplifica el soporte, el mantenimiento y reduce costos porque usa paquetes comerciales como IBM DB2, Informix, Oracle, or Microsoft SQL Server. Y corre bajo el manejo de un sistema de información geográfico.
 - Múltiples usuarios pueden tener acceso a la geobase a través de SDE.
 - Permite el acceso a multiusuarios, para datos geométricos y atributos, que pueden o modificar el mismo archivo.
 - Ofrece un soporte inteligente para reglas y relaciones. Su modelo de soporte es estándar, con una colección de objetos (filas en las tablas) y rasgos (objetos con geometría).
 - Soporta redes lógicas y geométricas, curvas verdaderas, complejas polilíneas y rasgos definidos por el usuario.
 - Los rasgos vectoriales ahora pueden tener dos o cuatro dimensiones (X, Y,Z, y M).
 - El usuario puede definir la topología, las relaciones asociadas y definir las reglas de las clases que integran los rasgos.
 - Las capacidades de acceso son construidas usando los estándares de la industria APIs.
 - Soporta archivos y bases de datos de diferente tipo.
 - Permite consultas que incluyen el componente espacial, ya que cuenta con conjunto de operadores para determinar relaciones topológicas, además de estadísticas y lógicas.
 - Almacena las relaciones topológicas entre los elementos en reglas geométricas.
 - Las respuestas pueden ser gráficas (un mapa donde muestra el resultado de la consulta) o listados.
 - Se pueden generar mapas temáticos inmediatos a la consulta de datos espaciales ligados con cualquier atributo.
- La infraestructura con que cuenta soporta la creación de mapas simples o sofisticados.

Aún con estas ventajas todavía faltan que los datos espaciales sean robustos, confiables y estén disponibles. Aunque es cierto que se carece de ellos porque son difíciles de conseguir, son caros debido a que su elaboración lleva mucho tiempo y se producen con equipos costosos. Pero con ellos se podrán formar geobases y superar la situación actual en que al geosistema sólo se le usa para describir el territorio o para el análisis espacial de vecindades o influencia, ya que se carece de datos que permitan analizar y tomar una decisión que considere múltiples aspectos de la misma, por lo cual se requiere datos que hayan sido investigados y recopilados durante un gran período de tiempo.

Enseguida se describen los dos tipos de almacenamiento para datos gráficos:

3.3.2.1.1 Almacenamiento Vectorial

Fue el primer tipo de almacenamiento y procesamiento para datos cartográficos, en la actualidad es el de mayor uso, debido quizá a la predominancia histórica de los algoritmos vectoriales y a su mejor adaptación para retener las entidades cartográficas lógicas conocidas por los usuarios (ríos, traza urbana, etc.). Se le conoce como modelo de relación de entidades.

La estructura vectorial asume un espacio geográfico continuo. La información se corresponde con entidades representadas por puntos, líneas y superficies obtenidas a partir de coordenadas cartesianas conectadas con líneas de diferentes dimensiones. Sus salidas son las únicas que pueden considerarse como mapas automatizados de precisión y con una simbología temática.

Utiliza bases de datos de tipo relacional, donde los campos contienen información espacial y los registros representan la totalidad de las unidades consideradas. En esta estructura sólo se requiere de un archivo para almacenar el mapa, ya que los datos son del mismo tipo y se listan las coordenadas asociadas con cada etiqueta de los objetos espaciales. Los datos están asociados a estos y en el despliegue, se pueden sombrear en función de cualquier atributo. Por esta razón la estructura vectorial es de las más usadas en los paquetes de mapeo.

La técnica de vectores también se usa para la codificación de los fenómenos socioeconómicos debido a la natural precisión en la definición del área, aunque existe el problema en la definición de los límites del fenómeno.

Este método involucra cierto grado de subjetivismo e inexactitud en las estructuras del paisaje o terreno, pero es muy útil en situaciones donde se requiere de precisión en las coordenadas que fueron almacenadas. Ya que para incrementar a ésta, tan sólo se tienen que mejorar los valores registrados sin aumentar el tamaño del archivo lo cual es una ventaja en comparación con el formato raster que para aumentar su precisión incrementa el número de cuadros para los datos que fueron registrados y con ello el tamaño del archivo.

En el almacenamiento vectorial existen tres variantes que a continuación se mencionan:

a) El modelo spaghetti o en lista de coordenadas o gráfico o sin liga: asume un espacio geográfico continuo, en el cual las líneas que describen las regiones de los mapas se declaran explícitamente a partir de coordenadas X,Y que se encuentran conectadas entre sí con líneas de diferentes dimensiones, siendo implícita la región como tal. Así el trazo es obtenido por la conexión sucesiva de coordenadas con líneas rectas (Taylor, 1980). Es el sistema de almacenamiento más sencillo para superficies planas.

Con base en esta serie de coordenadas X,Y se localizan los tres tipos básicos de características del paisaje (línea, punto y área). Los límites comunes entre polígonos adyacentes pueden ser registrados dos o tres veces. Por lo que éste modelo es ineficiente para el análisis espacial ya que las relaciones espaciales no son registradas y la representación del análisis resulta costosa, aunque el modelo resulta útil en la reproducción y despliegue digital de mapas.

b) El modelo con estructura topológica basado en la organización arco/nodo o modelo topológico, es eficiente para guardar las coordenadas y segmentos de línea llamados arcos. Donde ningún elemento gráfico se repite por lo que se reduce el almacenamiento de coordenadas, (x, y) al eliminar la duplicidad de puntos entre polígonos adyacentes y facilita la sobreposición de mapas, ya que está se realiza mediante la relación entre arcos que definen a los polígonos (Peterson, 1995). Es la mejor forma de almacenamiento porque soporta de forma más eficiente los conceptos topológicos de conectividad, adyacencia y ruteo. Facilita las operaciones de manipulación y preguntas complejas involucrando en ellas criterios espaciales o geométricos.

El análisis con este modelo se convierte en operaciones complejas desde el punto de vista cibernético porque se deben implementar algoritmos booleanos (agregación, escisión, partición), operaciones matemáticas, lógicas y conjunturales aplicadas a polígonos que están estructurados a partir de nodos, un conjunto de coordenadas XY que conforman su diseño espacial y las relaciones con los otros elementos geométricos vecinos y con los atributos temáticos que ellos representan.

c) El modelo topológico de red irregular de triángulos (TIN) se basa en una serie de triángulos interconectados, para cada vértice se registran las coordenadas XY (localización geográfica) y la coordenada Z (elevación). Los triángulos varían en tamaño, que depende del detalle que se requiera. Los datos de coordenadas y la topología se almacenan en una serie de tablas: una de nodos, otra de límites que lista los triángulos que son adyacentes y una tabla más de coordenadas (x, y, z). Este modelo es ideal para representar datos de la superficie del terreno (sombreados, análisis de formas, mapas de pendiente o aspecto del terreno y aplicaciones en hidrología) Su ventaja al representar los datos es que elimina las redundancias, el tamaño y la densidad de los polígonos que varían sobre el espacio, además de que ahorra espacio en disco ya que sólo hace el registro donde existen datos.

Las estructuras topológicas no ignoran el contexto geográfico ya que ponen atención en las entidades geográficas vecinas al codificar los segmentos de línea e integrar la configuración natural de las características presentes en el mapa, además de proporcionar la información necesaria para facilitar la edición y manipulación automática de la base de datos. Es un modelo eficiente para realizar las operaciones espaciales a diferencia de los modelos que no son topológicos que requieren de complicados algoritmos y de considerable espacio para almacenar el resultado del análisis como un atributo más en las bases de datos.

En el cuadro siguiente 17 se listan las ventajas y desventajas del uso del modelo vectorial:

Cuadro 17 ventajas y desventajas del uso del modelo vectorial

Ventajas	Desventajas
Conveniente para el almacenamiento ya que cada unidad se define por sus límites y no por todas las cuadrículas que engloba.	Compleja estructura de datos.
Realiza una buena representación de estructura de datos fenomenológica.	Dificultad en la combinación de varios mapas vectoriales o mapas de polígonos para su sobreposición.
Tiene una estructura de datos compacta.	La simulación es difícil porque cada unidad tiene diferente topología.
La topología puede ser descrita con el eslabonamiento de la red.	El despliegue y el ploteo son caros, particularmente por la calidad y el color.
Genera gráficas exactas.	La tecnología es más sofisticada en cuanto a programas y equipo de cómputo.
Es fácil la recuperación, actualización y generalización de gráficas y atributos.	El análisis espacial y el filtrado son imposibles dentro de los polígonos.
Los rasgos que se presentan como áreas pequeñas se pueden vectorizar delimitándolas con una poligonal que sea cerrada, y es posible colorearlas y ligarlas a la base de datos.	La sobreposición y el despliegue son más difíciles de lograr.
Sus salidas cartográficas constituyen verdaderos mapas, con todos los atributos de precisión, legibilidad y simbología temática que se requieren en las tareas de lectura y comprensión	Los rasgos lineales deben sectorizarse.
Puede registrar millones o billones de localizaciones en una capa.	El tiempo de manipulación es mayor porque requiere de gran volumen de cálculo.
Puede hacer consultas como cualquier administrador de bases de datos pero su diferencia es que las respuestas son espaciales.	

Fuente: Candeau, 1994; Taylor, 1980; Peterson, 1995; Burroughs, 1986

3.3.2.1.2 Almacenamiento raster

Asume un espacio geográfico discreto que se establece al dividir el mapa original en celdas contiguas y mutuamente excluyentes cuyos límites son independientes del fenómeno que representa. A partir de estas celdas se puede crear la imagen cartográfica la cual es almacenada y registrada en una variedad de formatos binarios.

Para las celdas existen diversas formas de almacenamiento como son:

- a) Mallas o celdas regulares: que son de igual tamaño y forma la cual puede ser a triangular, hexagonal y rectangular.
- b) Matrices anidadas: es la unión de mallas rectangulares y triangulares. La unión establece una subdivisión de celdas que solucionan problemas de generalización para permitir análisis jerárquicos y mayor presentación de fenómenos.
- c) Matrices irregulares: existen diferencias en las formas y tamaños de las celdas, con la intención de eliminar los datos redundantes. De tal forma que en los lugares donde la homogeneidad espacializada de una variable alcance una gran extensión, se utilizan celdas de mayor tamaño (Zarate, 2001). Tal es el caso del modelo quadtree, que en una única composición cartográfica se puede contar con diferentes tamaños de píxel. Con ello se ahorra espacio en disco aunque no mejora los tiempos de respuesta porque los cálculos son complejos (Buzai, 1999).

La estructura raster almacena cada cuadrícula que representa el área total de estudio, a cada celda le corresponde una localización espacial definida en un sistema de coordenadas X,Y o geográficas y la información contenida proviene de la asignación de ND (nivel digital) a cada píxel como unidad mínima de representación, este valor es numérico y tiene rango de 0 (blanco) a 255 (negro). Esta matriz se organiza en forma similar a la de los sistemas manejadores de bases de datos, y en el sistema cartográfico se le puede incorporar información, asignando a cada registro sus entidades gráficas. Eventualmente se le puede asociar una tabla de valores o atributos (VAT *Virtual Attribute Table*) que se pueden personalizar agregando más columnas. Para identificar cada píxel se usa un registro puntual que es similar al campo llave en las bases de datos vectoriales o temáticas.

En el cuadro 18 que se inserta a continuación se presentan las ventajas y desventajas de esta forma de almacenamiento

Cuadro 18: Ventajas y desventajas del modelo de almacenamiento raster

Ventajas	Desventajas
Simple estructura de datos.	El gran volumen de datos gráficos dificulta su almacenamiento.
Fácil cubrimiento con la combinación del mapeo de datos del sensor remoto.	Las celdas grandes reducen el volumen de los datos pero fenomenológicamente la reorganización de la estructura puede ser pérdida, lo mismo que la información.
Facilidad para realizar diferentes tipos de análisis espaciales.	Los mapas son de menor calidad en comparación con los vectoriales.
Fácil simulación porque cada unidad espacial tiene el mismo tamaño y son del mismo tipo.	Las ligas en red son difíciles de establecer.
La tecnología es barata.	Para mejorar la calidad de los mapas producidos se incrementa considerablemente el espacio en disco.
La sobreposición de un mapa topográfico sobre una imagen de satélite puede proporcionar una excelente visión de un fenómeno de estudio.	Es lento el procesamiento cuando aumenta la resolución y radiometría y se dificulta la transferencia de datos.
Facilita la implementación del análisis estadístico y espacial, así como los métodos heurísticos de clasificación taxonómica, las técnicas de evaluación y el modelado tridimensional, la jerarquización, el análisis de componentes, el establecimiento de densidades.	No es posible crear topología.

Fuente: Candean, 1994; Taylor, 1980; Peterson, 1995; Burroughs, 1986

La estructura raster puede ser convertida en información discreta, que aunque pierde exactitud y detalle, gana sencillez y rapidez para la obtención de esquemas cartográficos (Candean, 1994).

Podemos concluir después de analizar los modelos de almacenamiento gráfico que ninguno es mejor que otro porque todos presentan ventajas e inconvenientes, lo cual se debe entender para conocer las implicaciones que se derivan del uso de cada uno de ellos, ya que la elección de alguno afectará la manipulación y el análisis de los datos. La ventaja es que en la actualidad en un mismo geosistema existe la posibilidad de integrar ambas partes y terminar el trabajo en forma conjunta.

3.3.2.2 Almacenamiento de datos no gráficos o estructura de la base datos

El modelo de almacenamiento de datos se conforma de unidades lógicas de datos, que expresan las relaciones y variaciones entre ellos de acuerdo con su abstracción e interpretación del mundo real, donde cada modelo representa una realidad con diferentes niveles de implementación y dicta las reglas para el manejo de los datos no espaciales.

La realidad representada por la información geográfica es continua y siempre infinitamente compleja, por lo que tiene que ser abstraída, generalizada, interpretada, y considerada su naturaleza para almacenarla en las bases de datos y así poder analizarla (Martín, 1991).

En el caso sistema cartográfico o geográfico, el modelo de datos involucra el almacenamiento de datos (atributos) en asociación con las entidades cartográficas (puntos, líneas o polígonos). Y debido a esto existen dos bases (espacial y temática) se han generado distintos modelos de organización, uno de ellos es el híbrido el cual utiliza dos bases: una espacial y otra temática, lo que le ha dado el mayor éxito, difusión y uso en los SIG y SCA ya que su manejo es más rápido y no requiere de ordenadores potentes (Atencio, 1994). A esto se han sumado los desarrolladores de geosoftwre que han contribuido en su explotación al crear sus propios majadores de bases de datos como es el caso de ArcSDE de ESRI, el Vision de Autodesk o el Spatial Ware de Mapinfo.

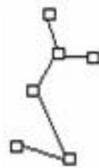
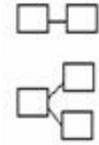
Otro modelo es el llamado integrado, que incluye datos espaciales y temáticos en una única base de datos mixta, lo que la hacen la de mayor uso en el modelo topológico vectorial ya que están integrados los datos. Algunos otros modelos unifican los dos componentes de los datos geográficos (espacial y no espacial) como es el caso de los modelos orientados a objetos y los multidimensionales (Oracle_Multidimensional).

La implementación del modelo también implica la creación de la representación operacional del sistema por medio del diseño físico, el establecimiento de diccionarios, la entrada, la captura, la conversión, la administración, la manipulación, el análisis, las preguntas y la visualización de la colección de datos espaciales, que pueden ser organizados en función de un tema, tiempo, posición y de acuerdo con la naturaleza del fenómeno que representan. Y se debe considerar no usar un modelo de base

propietaria del sistema cartográfico o geográfico porque lo limita en las entradas y salidas de información y lo retrasa en su integración empresarial.

Hay que puntualizar que los atributos de los gráficos no se almacenan en modelos específicos como ocurre con los datos gráficos y más bien se habla de cómo estos se organizan en tablas dentro del sistema, que es lo que llamamos *modelo estructurado de datos* para la cual existen tres tipos: el reticular, el jerárquico y el relacional, cuyas características, uso, ventajas y desventajas se muestran en el cuadro 19 siguiente:

Cuadro 19. Modelos de almacenamiento de datos no gráficos

Tipo de	Descripción	Uso	Ventaja	Desventaja
Jerárquico 	<p>Se accede a la información a través de un campo único o llave partiendo desde la raíz hasta la información más compleja, con la posibilidad de varios caminos. Representa siempre relación de uno a varios.</p>	<p>Para datos que tienen una o más relaciones, ya que facilita que cada parte de la jerarquía pueda ser buscada por una llave que describe la estructura de la base de datos.</p>	<p>Eficiente en estructuras taxonómicas. Las relaciones son fáciles de entender y actualizar.</p>	<p>Las relaciones son difíciles de modificar, las búsquedas no son eficientes, ya que se respetan los niveles jerárquicos. Es difícil establecer las relaciones de varios a varios. Las operaciones de supresión e inserción son complejas. No son flexibles las consultas y hay redundancias. Es difícil asociar los atributos, la estructura de datos requiere de un largo índice de archivos y los valores de los atributos se pueden repetir, y se incrementa el espacio en disco y los costos de accesos.</p>
Red 	<p>Modela la correspondencia de muchos a muchos, interconecta las entidades de una red. Las relaciones son registradas en la base de datos, esto da velocidad en la búsqueda.</p>	<p>Con datos con una o más relaciones, facilita que cada parte de la jerarquía pueda ser buscada por una llave que describe la estructura de la base de datos. Se usa para características gráficas donde hay rasgos adyacentes como mapas y cuando se conocen las relaciones dentro del modelo.</p>	<p>Las búsquedas se realizan a través de un puntero que navega por la estructura topológica a través de la interconexiones de la red. Flexible para consultas, son rápidas y sin redundancias. Cualquier registro puede participar en un sin número de conjuntos, jugando el papel de registro propietario.</p>	<p>Cada elemento puede tener múltiples relaciones superiores o subordinadas que no son requeridas, pero se debe conocer de antemano para manipular la bases. Ya que las relaciones son difíciles de modificar. La construcción de nuevos punteros para búsqueda requieren mucho tiempo. Es compleja la organización de la base, porque se puede perder la independencia de los datos. La manipulación de los datos esta restringida por la estructura construida.</p>
Relacional 	<p>Pone atención en la interdependencia y las relaciones entre las entidades. Los datos se almacenan como simples registros y se agrupan en tablas conocidas como relaciones que se establecen a través de las columnas. Tiene una interfase con el usuario en un lenguaje sencillo.</p>	<p>Es el modelo de mayor aplicación en los geosistemas, para los objetos espaciales registra información, ya sea de forma matricial o de doble entrada en que las filas pueden ser objetos geográficos y las columnas son las variables temáticas asociadas a ellas. Se puede hacer cualquier tipo de pregunta.</p>	<p>Es el único que en su estructura incluye datos topológicos para analizar objetos espaciales, así como información temática y manejarlos con criterios espaciales. Se pueden realizar "n" relaciones entre las tablas y no se pierde la liga entre las mismas. Por medio de un identificador único (id) asignado a cada unidad espacial se busca y relaciona la información espacial y la temática y con la unión relacional se funden dos o más tablas. Las uniones de tablas pueden ser temporales evitando la duplicidad de datos y aumentando la flexibilidad en las bases. Los datos se extraen mediante reglas de la lógica booleana y operaciones matemáticas.</p>	<p>Las operaciones involucran una búsqueda secuencial para encontrar el dato, requiere tiempo y de recursos para el procesamiento en comparación con los otros métodos, ya que las preguntas involucran múltiples uniones de relaciones.</p>

Elaboración propia con base en: Atencio, 1994; Bracken, 1990; Codd, 1970; Rhind, 1991;

Es fundamental que las geoherramientas después de almacenar tanto datos gráficos como atributos cuenten con herramientas que respondan a consultas básicas, simples, y a las complejas donde se incluya información (espacial, descriptiva y la estadística) que permita visualizar el territorio y los objetos de importancia en el análisis espacial. Y es que debido, a que los problemas espaciales son "complejos, mal definidos, y semi-estructurados", se necesitan sistemas que pueden manejar gran variedad de problemas en un ambiente de usuario amigable en donde se integre el software especializado con un SIG, que parece ser la respuesta. Esto es el corazón de los sistemas de apoyo de decisión espaciales, que ayudan a indagar fuera de percepciones, creencias, y preferencias el orden para hacer una selección de la información (Grimshaw, 1996)". Y es que el geosoftwre en el momento actual aún no ofrece verdaderas capacidades de modelado por lo que no se pueden considerar como sistema para la toma de decisiones.

3.3.2.3 Base de datos cartográfica

La estructura que se genera con los datos es una serie de relaciones, donde cada una de ellas tiene componentes cuyos valores son la estructura de la base de datos espacial. Estas estructuras básicas van conformando estructuras de nivel superior y a su vez estas últimas son elementos de otras estructuras más complejas que con forman una superestructura dinámica y es lo que llamamos base de datos.

La Base de Datos (BD) es una colección de datos interrelacionados y almacenados en conjunto sin redundancias, independientes de los programas que los usan con el objetivo de sistematizar el acceso a la información.

En el caso de la base de datos geográfica, se forma por un conjunto de datos georreferenciados descriptivos y numéricos correlacionados entre sí por una misma identificación geográfica que actúa como un modelo de la realidad, que incluye datos topográficos y planimétricos, en varias escalas y sólo contiene los datos que permiten formar el mapa como son sus coordenadas extremas, los anchos de líneas, los tipos de las mismas, los tipos de entidades (puntos, líneas, áreas), y sus relaciones topológicas (Candeau, 1996).

A partir de este tipo de bases de datos cartográficas se diseñó lo que ahora se llama "geobase" la cual contiene en la misma tabla atributos, información raster, tin y/o vectorial, utiliza reglas, relaciones y asociaciones topológicas, las que también son almacenadas en la misma base. Se basa principalmente en un modelo orientado a objetos, que mantiene varias estructuras para organizar la información espacial.

La BD de los sistemas cartográficos y geográficos es su espina dorsal la cual es de tipo jerárquica y relacional lo que facilita búsquedas complejas, mediante sencillas reglas de la lógica booleana (and, or, not, xor y sus derivados). Su ventaja es su sencillez, ya que facilita la construcción de búsquedas selectivas "a medida del usuario". Su diferencia con las otras bases de datos relaciones DBASE reside en que en los primeros campos contiene la información de la localización espacial de las entidades geográficas, una tabla topológica que guarda las relaciones e información alfanumérica y el campo llave que se usa en las BD geográficas es el único identificador de los rasgos que están ligados con los atributos (Buzai, 1994).

Es conveniente puntualizar que una base de datos cartográfica contiene todos los datos cartográficos (Muller, 1991) necesarios para producir un mapa o gráfico en cualquier formato con la finalidad de que pueda ser reproducido fácilmente, además contiene una representación interna específica de lo que los mapas necesitan para su producción así como modelos de mapas o modelos cartográficos. En tanto que una base geográfica de un SIG contiene modelos de los objetos o modelos de la realidad, que pueden ser usados en el análisis espacial. En la práctica puede ser admitido que hay distinción entre ambas y que muchos SIG sean anunciados como que poseen una mejor base de datos cartográfica y que algunas de las actuales bases de datos cartográficas se anuncien como que permiten una flexibilidad extra en su uso para permitir el análisis espacial tal y como lo hacen los SIG.

Me parece importante señalar que los datos espaciales que alimentan las bases cartográficas requieren obligadamente del metadato para hacerlos más fáciles de explotar. Para lo cual hay formatos ya establecidos a nivel mundial como son: The Graphic Representation NBII Content of Standard (diciembre 1995), the NBII Content of Standard for National Biological Information Infrastructure Metadata (diciembre 1995), the FDGC Content of Standard for Digital Geospatial Metadata (junio 1994). Y a pesar de la importancia que reviste el contar con metadatos muchos usuarios de la geotecnología no han querido iniciar esta tarea, porque es muy laboriosa.

Y finalizo este inciso con las reflexiones siguientes:

-Los datos se deben poder usar con cualquier herramienta con el objeto de generar nueva información porque un dato geográfico no es diferente de ningún otro dato, lo que ha venido ocurriendo es que los productores de software y hardware han tratado de mantener esta diferencia con el objeto de tener un mercado cautivo (Barajas, 1999) porque son

más difíciles de conseguir y son más caros, debido a que su elaboración lleva mucho tiempo y en su generación requieren de equipos costosos.

-Las bases de datos no se deben almacenar en los sistemas cartográficos o geográficos, sino en sistemas más potentes para administrarlas y manejarlas, ya que la gran cantidad de información implica sobrecargarlo, ampliando los tiempos de ejecución junto con las posibilidades de error. Por esto las bases de datos externas resultan una solución para el almacenamiento, además de que pueden ser usadas en otros procesos estadísticos, y de esta forma la base de datos del sistema geográfico o cartográfico se usa sólo para importar la información necesaria que será utilizada (Buzai, 1997).

-Es preciso mencionar que tanto el SIG, como el SCA no se deben considerar sólo como un medio para almacenar información geográfica, sino como herramientas para el conocimiento tanto cualitativo como cuantitativo de los fenómenos espaciales. Al almacenar cualquier dato se debe garantizar que con él se pueda generar nueva información y que los datos no sean simplemente un atributo más en la BD.

-Por más sofisticado que sea un sistema cartográfico o geográfico es sólo una herramienta y su fuerza radica en la concepción de las BD gráfica y no gráfica situación que se olvida en nuestro país, ya que aún no se ha logrado estandarizar entre los diferentes usuarios las bases de datos no gráficas, ya que las elaboran de acuerdo a sus necesidades sin que se prevea el posible intercambio con otros usuarios y cuando esto llega a suceder es imposible unir las BD ya que sus campos tienen diferentes estructuras aún cuando estén estudiando el mismo fenómeno.

-Se debe aprovechar lo que se tiene en términos de información alfanumérica capturada, digitalizada, imágenes aéreas o de satélites interpretadas, la experiencia que se tiene con el software utilizado así como las herramientas cartográficas como base para la toma de decisiones. Para optimizar los actuales recursos conceptuales, metodológicos y tecnológicos en función de una automatización del manejo de la información geográfica oportuna, eficaz y sobre todo, aplicada en los problemas espaciales y cartográficos.

-Es urgente contar con un índice o inventario nacional de datos geoespaciales que sirva de guía las instituciones y usuarios y se eviten los esfuerzos aislados en la construcción de datos. También se requiere que se regule el intercambio de datos, se determinen los formatos, los sistemas computacionales, los equipos y se acabe con la duplicidad de los mismos y se procure que regresen con un valor agregado.

-Hay que capitalizar el esfuerzo realizado por las instituciones gubernamentales del país que formaron en el año 2000 el Grupo de Desarrolladores y Usuarios de Información Geográfica de la Administración Pública Federal que entre sus objetivos estaba fomentar el uso y desarrollo de metadatos geoespaciales, así como facilitar el intercambio de información entre las instituciones de gobierno y desarrollar el clearinghouse para el registro de los metadatos y enlazar a los productores y usuarios de datos.

-Y es necesario que se fortalezcan los Comités de Información Estadística y Geográfica recientemente creados para cada sector gubernamental para consolidar en un formato intercambiable las bases de datos geográficas y cartográficas.

3.3.3 Explotación de geodatos

En la cartografía automatizada la explotación de datos se hace mediante la recuperación selectiva, porque no existe en sentido estricto el análisis espacial, diferencia que no es en muy conocida entre los usuarios, por lo cual es importante hacer la distinción no sólo entre ambos procesos, sino también entre lo que es el análisis cartográfico, el manejo, la manipulación, el tratamiento de datos, y distinguir entre modelamiento cartográfico y espacial con la finalidad de aportar el sustento teórico que define a cada uno de estos conceptos, y estar en posibilidad de evaluar las opciones que ofrece Arcview 3.2.

En el cuadro 20 que a continuación se inserta, se muestra el resumen de los tipos de explotación que se hacen a los geodatos.

Cuadro 20. Tipos de explotación de geodatos

	Procesos	Operaciones	Consideraciones	Resultados
Manejo	<p>Aplica operaciones lógicas y conjuntas que se ejecutan sobre los datos considerando sus atributos. Involucra criterios geométricos espaciales y análisis complejos.</p>	<p>Son generación, extracción de datos y operaciones de interpretación que se realizan por temática y en las distintas capas almacenadas. También considera las funciones de almacenamiento y recuperación a partir de la base de datos y de los objetos espaciales.</p>	<p>Geométricas introduciendo un dominio espacial</p>	<p>Puede ser el mismo archivo o generar otro.</p>
Tratamiento de datos	<p>Adecuación de datos para su posterior uso dentro de los gesistemas o geográficos para exportar datos a otros sistemas.</p>	<p>Que auxilian en las tareas de entrada, salida y almacenamiento de datos, las cuales están presentes en los básicos ejercicios de análisis de datos y/o recuperaciones selectivas. Incluye la conversión de formatos, la reducción, generalización y reconstrucción de datos, la generación de líneas y polígonos a partir de otros elementos, combinación gráfica y de atributos entre límites de mapas y los métodos de preprocesamiento.</p>		<p>Puede ser el mismo archivo o generar otro.</p>
Manipulación	<p>Se ejecuta en los datos después de que han sido codificados y almacenados para adecuar su formato con el objeto de mejorar su comparabilidad y facilitar su explotación en las tareas de recuperación, análisis, modelamiento y presentación. se usa para el cálculo de atributos, para el cálculo espacial, para combinar atributos y objetos espaciales y para la adecuación de los datos cuando estos se van a analizar visualmente o para prepararlos para su presentación final.</p>	<p>De transformación de datos para darles otra forma o apariencia lo cual facilita su recuperación o análisis, también integra, realiza medidas como la distancia, la dirección, el cálculo de índices, la determinación de relaciones, aplica la reestructuración, la transformación y la generalización de datos.</p>	<p>Se cree que la manipulación tiene más relación con la cartografía asistida porque usa el despliegue y la presentación de imágenes del mapa aunque con algunas limitadas retroproyecciones. Hay sistemas que permiten llevar a cabo mucho mejor la manipulación vectorial y otros la raster.</p>	<p>Los mapas que se generan pueden almacenarse en formatos diferentes a los que originalmente se cargaron en el sistema.</p>
Recuperación selectiva	<p>Se selecciona ya sea por acceso individual o directo los datos de forma selectiva, mediante una variedad de especificaciones o condiciones que pueden ser geométricas, lógicas o matemáticas que recuperan datos (gráficos y/o alfanuméricos) de las bases de datos cartográficas o temáticas. Usa las reglas de la lógica Booleana y la preguntas espaciales.</p>	<p>De extracción de información del mapa que no está escrito en él, sino que es inherente a su estructura, filtra los datos y crea nuevas entidades geográficas. Las operaciones son aritméticas, relacionales, booleanas y lógicas.</p>	<p>Los datos derivados de estos procesos se registran en la BD, por medio de nuevos campos que contienen la información generada. Tareas que resultan complejas cuando son realizadas con representaciones vectoriales y simples cuando son matriciales. Permite contestar desde simples preguntas hasta complejos análisis estadísticos, pero no permite conocer con profundidad el fenómeno como lo hace el análisis espacial.</p>	<p>Productos analógicos y digitales como valores tabulados, imágenes fotográficas o cartográficas, informes escritos o verbales, cadenas de coordenadas legibles por el ordenador (vectores), matrices almacenadas en el ordenador de elementos gráficos (raster).</p>

Elaboración propia con base en: Atencio, 1994; Berry, 1987; Boyle 1980; Burrough, 1986; Taylor, 1980; Tomlinson, 1988.

En este tema de la explotación de los datos, como se comentó, también están incluidas las tareas de análisis y modelamiento de los datos a continuación se describen cada una de ellas.

3.3.3.1 Análisis espacial

Es la principal forma a través de las cuales la geografía estudia el territorio y no es como muchos piensan producto de la era de la informática, por lo tanto para tratar de entender los principios del análisis espacial hay que buscar en la geografía ya que ha tenido un gran impacto en los geosistemas ya que sus métodos de análisis y explicaciones para los fenómenos espaciales se han implementado en estos. Además de la inclusión de diversos tipos de explicaciones (descripción cognoscitiva, análisis morfométrico, análisis causal, explicación temporal, análisis funcional y el análisis de sistemas) para los fenómenos espaciales, para con ellas formar modelos de explicación (Harvey, 1969).

El lenguaje que emplea el análisis espacial, es el topológico, rama de la matemática que incluye como área de estudio a la geometría que está relacionada con el estudio del orden, la contigüidad y la posición relativa de los objetos en el espacio.

También estudia algunas propiedades de las figuras espaciales para las cuales construye sus propiedades geométricas. Además trata de realizar una conceptualización del espacio para reproducirlo de la manera más fiel, rescatando su heterogeneidad, su carácter discreto y variante en la búsqueda de un análisis, en lo cual incluye una gama amplia y variada de aspectos que conforman los fenómenos expresados en el espacio. Incluye preguntas operacionales, la construcción de modelos matemáticos y una variedad de procesos de análisis geográfico (Atencio, 1994).

El análisis espacial tiene su origen en la geografía cuantitativa y estadística que usa los atributos espaciales y no espaciales. En el ámbito digital es resultado de la liga entre las bases de datos y las capacidades del modelamiento. En un inicio se sustentaba en métodos estadísticos aplicados a datos espaciales pero más tarde se incluyeron las capacidades de modelamiento.

Con este análisis se pueden descomponer los sistemas espaciales en sus partes físicas, políticas, económicas, y sociales (Rogers, 1971) para entender su naturaleza, función, interrelación, y proporción de las partes dentro del todo.

Permite la exploración geográfica, auxiliando al usuario a encontrar los patrones y describir a los mismos. En el ámbito digital sirve para encontrar las relaciones que existen en una base de datos espacial.

También está interesado en la comparación de diferentes conjuntos de entidades y en su distribución espacial, así como en la evaluación, la conveniencia, la estimación, la predicción, la interpretación y la comprensión de los fenómenos analizados. Para esto cuenta con dos herramientas poderosas como son: la comparación y la sobreposición de mapas. Esta última se ha empleado desde 1960's, y es la que más evolución ha tenido dentro de los geosistemas debido a que considera el modelamiento y la examinación, así como la interpretación del modelo de resultados, en lo que involucra operaciones topológicas y métricas sobre los datos geométricos y los atributos.

En el ambiente digital han surgido varias categorías de análisis espacial para estudiar el territorio: el *puntual*, el de *superficie* (analiza la distribución de una variable en tres dimensiones), el *linear y/o de redes*, el *raster y/o grid*, el *topológico* y el de *contigüidad* (Chou, 1997).

A continuación se muestra el tipo de análisis espacial cibernético que se aplica según la entidad espacial:

Cuadro 21: Tipos de análisis espacial automatizado por tipo de rasgo espacial.

Tipos de entidad	Métodos de análisis
Punto	Vecindades
	Cuadrangular
Línea	Análisis de redes
	Métodos teóricos
	Dimensión Fractal
	Detección de lados
Área	Medición de formas
	Correlación espacial
	Regresión espacial
	Regionalización
	Interacción espacial
Superficie	Modelamiento de localizaciones
	Procesamiento de imágenes
	Mapeo

Las relaciones se construyen a partir de conexiones lógicas entre los atributos y los rasgos en los mapas, por medio de procedimientos operacionales donde se involucra la combinación de puntos, líneas o áreas, cada una de las cuales requiere de un tipo de operaciones según el objeto espacial que sea, las cuales se muestran en el cuadro siguiente:

Cuadro 22: Resultados que se obtienen en el análisis espacial al combinarse los objetos espaciales

Objeto espacial	Punto	Línea	Área
Punto	son vecinos	esta cerca de	es un centroide del
	es asignado a	esta situado en	esta dentro de
Líneas		Cruce	Intercepta
		unión	es un límite de
Áreas			esta sobrepuesta
			es adyacente a

3.3.3.2 Análisis cartográfico

Se encarga del análisis de las distancias, las superficies, las densidades y las correlaciones espaciales. También realiza la investigación para determinar cual es el mejor tipo de proyección cartográfica para la porción de Tierra que se representa, investiga y determina la mejor representación cartográfica según el fenómeno espacial que se requiere cartografiar, lo cual es factible realizar de forma manual o automática (Joly, 1990).

Las operaciones analíticas que permite el análisis cartográfico son:

- * Operaciones de reclasificación: que transforman la información de atributos asociada con una cobertura de un mapa en en varias clases.
- * Operaciones de sobreposición que involucran la combinación de dos o más mapas y resulta en la delimitación de nuevas fronteras.
- * Operaciones de medidas de distancia y conectividad entre puntos así como complejas operaciones como son la construcción de zonas y específicas localizaciones.

La importancia del análisis cartográfico radica en que permite la derivación de tres tipos de cartografía: la estadística, la de movimientos y la de correlaciones.

a) **Cartografía estadística**

Esta cartografía dentro de la cartografía temática representa por medios gráficos, los índices cualitativos y cuantitativos que describen a los fenómenos socioeconómicos, según su criterio geográfico, o lo que es lo mismo, atendiendo a su localización territorial. Es la representación puramente cuantitativa y jerarquizada de datos geográficos.

Plasma en un mapa por lo menos una relación de los objetos con el espacio. Esa relación (numerador) es una variable que representa valores de un área o extensión y es también la comparación de una cantidad sobre una superficie.

El análisis matemático que lleva a cabo ofrece múltiples combinaciones, lo cual se ha visto favorecida con el desarrollo de las técnicas cuantitativas modernas, así como con el desarrollo de la informática y la automatización de los procesos laboriosos y precisos que requiere este tipo de cartografía. Y ha permitido integrar esos tratamientos en los programas cartográficos y geográficos, facilitando los cálculos de tasas, índices o porcentajes, y relacionando un sin número de variables. Aunado a esto, ahora es sencillo expresar estas relaciones por medio de cartogramas o por representaciones corocromáticas en los mapas.

Los mapas estadísticos comúnmente son acompañados por gráficos para completar la información representada. Los gráficos que con más frecuencia aparecen son los de líneas, los de barras, los de pirámides y las de figuras geométricas que muestran las proporciones de las partes componentes del total como barras compuestas, los círculos divididos o estructurados, los gráficos triangulares y otros más. Estos gráficos no consideran la distribución espacial de los datos y sólo muestran como se comportan los valores del fenómeno.

A diferencia de cualquier gráfico los mapas estadísticos en la representación de la información no sólo toma en cuenta el área total disponible del mapa, sino también la localización exacta donde va a ser ubicada (coordenadas de implantación). De esto resultan dos tipos de mapas estadísticos: los no cuantitativos y los cuantitativos.

x) **Mapas estadísticos no cuantitativos.** No muestran a las variables por sus valores exactos o por rangos específicos, más bien representan en forma generalizada el comportamiento del fenómeno de acuerdo con un criterio jerárquico, por un orden o por una clasificación. Es frecuente encontrarlos en atlas y en obras cartográficas de divulgación general. A pesar del grado de generalización de la información, estos mapas pueden totalizar en forma sencilla la distribución del fenómeno.

xx) **Mapas estadísticos cuantitativos.** Muestran la información estadística cuantitativa sobre un mapa así como los aspectos puramente temáticos o de tratamiento estadístico además de la distribución espacial que tiene la información y las perspectivas de análisis que con ellos se puede generar.

Requieren de series de datos para una misma temática los cuales están asociados a localizaciones geográficas. Estos datos se agrupan para que puedan ser destacados por un elemento gráfico distintivo, como por ejemplo el tamaño de un círculo, el área de un cuadrado, la longitud de un arco o un grupo de colores o rayados asociados a rangos.

También se puede representar simultáneamente más de una serie de datos en la misma figura organizando a estos por series o cada serie podría ser representada cartográficamente por métodos con diferentes elementos gráficos para resaltar de esta manera sus particularidades y relaciones.

Los métodos de representación que ofrece la cartografía estadística para los datos son por medio de una escala de valores continuos o discretos. En la estadística están descritos varios métodos para obtener el número y amplitud de los rangos de la escala discreta, como puede ser el método de variación de cuantiles, el de variación sistemática por desviación estándar para datos no agrupados, el de la desviación estándar, el de progresión recíproca, el de igual número de unidades y el de la media anidada.

Recientemente se ha incorporado la representación tridimensional de las unidades, lográndose al incluir la altura respecto a un nivel fijo para transmitir el dato cuantitativo económico o social.

En la representación de la intensidad de los fenómenos referidos a límites, se utiliza el color o el rayado del área de la unidad. En este caso, se hace referencia a un sistema de colores, tonos o rayados asociados con valores directos o con rangos.

Se utilizan en esto los cartogramas porque tienen ventajas por la sencillez de su estructura y la facilidad de lectura. Son apropiados para representar magnitudes relativas tales como las densidades medias de la población, los índices de natalidad, mortalidad, morbilidad, etcétera pero su desventaja radica en la generalización cartográfica que conlleva su propia localización, ya que lo que se transmite es sólo el dato cuantitativo dentro de los límites, pero sin una ubicación exacta de ello.

Si se trata de datos referidos a puntos o límites político-administrativos, es posible usar las figuras con tamaños proporcionales a la magnitud que representan, como es el método de cartodiagrama o puede darse el caso de utilizar cartogramas y cartodiagramas a la vez.

Las dimensiones de estos símbolos son proporcionales a su valor asociado, ya sea su longitud, área o volumen que además de sus dimensiones, se utiliza su brillo, tono, color, textura en su interior, orientación, calibre de sus bordes, continuidad, halos proporcionales y otros atributos gráficos con la finalidad de representar otra información temática. Esto convierte a los símbolos y por ende al mapa en una fuente de información multivariada con una gran carga informativa por unidad de

superficie.

La forma de la figura determina la ecuación necesaria para definir sus dimensiones proporcionales. En dependencia de esta ecuación, serán los parámetros que se calcularán, por ejemplo, el radio para las circunferencias, el lado para los cuadrados o la base y la altura para los triángulos. Para las figuras estructuradas donde se muestran las proporciones de las partes componentes de un total en cada localidad y será necesario la aplicación de un algoritmo de totalización y otro de cálculo del peso o proporción de los valores parciales.

b) Cartografía de movimientos

Representa cualquier fenómeno que tenga movilidad en el espacio, de lo que se derivan los mapas de redes, los de migración o los de circulación, los cuales se agrupan en tres grupos: los de flujos, los de variación o evolución y los de influencia.

Los **mapas de flujo** representan el movimiento origen y destino por medio de vectores en una ruta recorrida. Los vectores asumen una forma de flechas o de fajas continuas, calificadas y cuantificadas en todo su trayecto. En este grupo de mapas encontramos los de migración, los de nomadismo y los de movimientos pendulares, entre otros.

Los **mapas de variación** se emplean cuando un fenómeno cambia de manera aleatoria en torno a una posición de equilibrio habitual, lo cual es representado por un valor medio que es calculado por un período de tiempo (**mapa de evolución**). De este análisis cartográfico se pueden derivar mapas climáticos o de producción agrícola por citar algunos ejemplos. Para representar una verdadera evolución o una secuencia de transformaciones o cartografiar situaciones sucesivas a través del tiempo se establecen mapas sinópticos del estado real de las cosas conforme a un período de tiempo tan breve como una hora o según sea la dinámica del fenómeno. Estos mapas montados en series pueden ser comparados por superposiciones en soportes transparentes o por yuxtaposición o como una historia en cuadros o por imágenes simultáneas en el monitor o como un equivalente de gráficos evolutivos.

Los **mapas de penetración o influencia** tienen que ver con las facilidades de acceso a un centro a un medio de transporte, con la liga entre centros vecinos o con problemas de alcance a partir de un punto de difusión, como puede ser por ejemplo un derrame de petróleo (Atencio, 1994).

Las facilidades de acceso o de liga están relacionadas con el tiempo y ello se traduce en mapas isorítmicos llamados isó cromos. Donde se ven curvas que ligan puntos accesibles en un tiempo determinado. En cuanto a la influencia de un objeto espacial esta puede ser medida a partir del área de extensión de ciertas funciones esenciales, administrativas, comerciales o de servicio que como límite de esas áreas existen otras vecinas a partir de las cuales podemos definir el área de influencia.

c) Cartografía de correlaciones

Esta combina en un mismo fondo dos o más variables, para las que muestra sus relaciones lógicas. En ese sentido, los mapas analíticos son mapas de correlación que también muestran los lazos de causalidad y dependencia entre varios datos, en este grupo se encuentran los mapas de síntesis.

Después de revisar las opciones anteriores podemos concluir que hay grandes ventajas para analizar los fenómenos espaciales, porque existen diversas formas para representarlos, los cuales deben ser utilizados en los sistemas de cartografía automatizada y en los SIG con la finalidad de que estos **sistemas** no sean utilizados sólo en proyectos de reproducción de mapas por medios automatizados, es decir utilizados sólo para la edición y mantenimiento de la información gráfica contenida en las cartas topográficas y temáticas, sin aprovechar las opciones de análisis cartográfico, ni las representaciones cartográficas (Shiryayev, 1987).

3.5.3.3 Análisis geográfico

Es la esencia del trabajo del geógrafo, en lo cual aplica los principios de la geografía (localización, distribución, causalidad, relación, evolución) y es a través del cual estudia las relaciones y las estructuras de los elementos espaciales, separa el significado de las partes para después reagrupar los hechos relacionándolos con la acción del hombre. Distingue los elementos que forman el todo para ser clasificados y al mismo tiempo investiga las relaciones que existen entre ellos y obtiene su localización.

Estudian las relaciones que justifican la posición del objeto, para lo cual se describe su situación en relación con los aspectos más relevantes de su emplazamiento y del medio físico, de los recursos naturales, los factores económicos e infraestructura. Y por último se confecciona el balance de las correspondencias entre el lugar y la posición, las cuales se pueden modificar en el curso de la historia ya que semejantes lugares pueden tener significados distintos según la sociedad, las técnicas de control territorial y su historia.

Analizar las relaciones entre el lugar y la posición de los elementos en el espacio geográfico nos lleva al conocimiento de las estructuras y de los sistemas que los rigen. Es por ello que en el análisis geográfico se estudia la estructura de cada elemento geográfico en el espacio, los cuales poseen una identidad, una localización y una estructura, cuya evolución se rige por un sistema que la organiza desde el interior y exterior.

El análisis geográfico investiga cuales sistemas organizan y rigen la evolución de una estructura o conjunto de ellas, así como las relaciones entre estructuras de la misma naturaleza o las que son diferentes pero unidas por interrelaciones que se establecen por conducto de los sistemas. También determina el área de extensión de los sistemas.

El estudio de los sistemas (erosivo, de ciudades) es lo más importante en el análisis geográfico en la medida que permite descomponer las operaciones, observar las correspondencias de causalidad y las interrelaciones, ver la eficacia de ciertos agentes, así como procesar y aquilatar las inercias y limitaciones. Todo lo que permite conocer o descubrir las reglas de los mecanismos de intercambio que contribuyen a animar el espacio. El análisis de los sistemas puede llevar a la geometrización de las operaciones ya que permite su representación bajo la forma de diagramas, esquemas de cuadros y mapas (Buzai, 1997).

3.3.3.4 *Análisis geoestadístico*

Existe la idea de que cualquier información que se quiera hacer convincente bastará con ponerle el calificativo de estadístico porque se cree que los datos geográficos trabajados con métodos estadísticos son más confiables debido al prestigio que tiene la estadística, pero esta al ser tan explícita sirve para matizar los datos y obtener lo que se desea, aún cuando el resultado sea erróneo (Uribe, 1963).

En el caso de la geoestadística explota la correlación espacial para hacer predicciones sobre valores que pueden indicar la existencia de algo. Aplica el formalismo de las funciones aleatorias (una función aleatoria es la asociación de variables aleatorias a cada punto del espacio) al reconocimiento y estimación de fenómenos naturales. De ahí que el prefijo “geo” signifique estadísticas pertenecientes a la Tierra, porque hace énfasis en la localización la cual emerge como una disciplina híbrida de la ingeniería minera, la geología, las matemáticas y la estadística (Cressie, 1993).

Es una rama de la estadística aplicada (espacial) que se especializa en el análisis y la modelación de la variabilidad espacial en las ciencias de la Tierra. Su objeto de estudio es el análisis y la predicción los valores para los fenómenos en espacio y/o tiempo. En contraposición con la estadística clásica, tales valores no se consideran independientes, si no que suponen de manera implícita que están correlacionados unos con otros, que tienen una dependencia espacial y que están distribuidos de forma arbitraria en el tiempo y espacio.

El análisis geoestadístico o el análisis estadístico espacial explora geográficamente los datos espaciales puntuales (patrones espaciales de puntos) y continuos (lattices) con la finalidad de detectar y modelar posibles patrones y descubrir a los mismos. Para lo cual aplica herramientas analíticas, métodos estadísticos y cuantitativos al estudio de los rasgos espaciales incluyendo el modelamiento matemático y métodos operacionales de investigación para describir, entender y modelar las relaciones espaciales de los distintos elementos geográficos, lo cual se complementa con los sistemas (cartográficos y geográficos) orientados a la representación cartográfica.

Aunque la geostadística no es posible realizarla en los programas vectoriales porque no incorporan funciones de estadística espacial, razón por la cual estas se restringen al formato raster. Pero hay que puntualizar que no incluye todas las herramientas del análisis estadístico por lo cual se utilizan los programas de análisis estadístico como SPSSX, Minitab o SAS cuyos resultados son compatibles con el geosoftwre, su manejo espacial es muy pobre y no cuenta con las herramientas para elaborar una representación cartográfica que permita transmitir la idea de los resultados que se obtuvieron del análisis espacial.

Debido a esta carencia y a la importancia que representa el análisis geoestadístico, algunas compañías como ESRI. Co han desarrollado un módulo para llevar a cabo este análisis, el cual funciona como una extensión del software ArcGis y Arcview, cuyos resultados pueden plasmarse en un mapa dentro del ambiente del sistema geográfico. Otro caso es el de su programa

Arc/Info el cual ofrece más de 1400 funciones estadísticas, aunque no todas son relevantes para el análisis espacial (Openshaw, 2000).

Y un ejemplo más es el programa Spans que ha desarrollado su S-Plus para cuestiones estadísticas en relación con el análisis espacial.

Y quiero hacer una reflexión sobre este inciso en lo que observo la poca o nula utilización de la estadística en la investigación geográfica, quizá debido a la incapacidad de concebir la solución estadística más adecuada al problema de investigación, en cuanto a las bases y los supuestos sobre los que se debe dar la aplicación, así como la interpretación de resultados y sus limitaciones (Kunz, 1988) y no tanto se debe al error en los cálculos.

Por ello, el geógrafo debe conocer las técnicas del análisis estadístico para incorporar la complejidad y riqueza del análisis espacial así como identificar las diferencias en la organización de datos a fin de ver el universo de posibilidades que tiene al momento de aplicar técnicas de trabajo. Porque en la actualidad cada vez más usuarios que no son estudiosos de las ciencias de la Tierra y que hacen análisis geoestadístico creen que por auxiliarse de paquetes para el análisis cuantitativo o estadístico de datos pueden prescindir de las técnicas de análisis espacial del geosoftware.

3.3.3.5 Modelamiento

En términos generales la modelación es un método del conocimiento, que representan la complejidad del mundo real en una forma discreta y digital, a través de la cual el objeto estudiado (fenómeno o proceso) se sustituye por otro objeto, cuyas propiedades se encuentran en determinada correspondencia con el objeto estudiado. Este objeto auxiliar es el modelo, que sustituye la realidad con el cual se puede arribar a resultados sobre el objeto modelado, formular y comprobar hipótesis ya que las propiedades y regularidades que se observan en los modelos se transmiten a los objetos reales (Burrough, 1986).

Una reciente forma para resolver estos problemas proviene de los algoritmos genéticos, en el contexto geográfico se aplica en los problemas de las interacciones espaciales descritas a través del modelamiento. La idea está basada en la teoría de la evolución de Darwin en la que un organismo va teniendo a través del tiempo una modificación en el patrón de genes con la finalidad de adaptarse y sobrevivir. En estos algoritmos se introducen valores que corresponden a los genes y son modificados para observar que ocurre, esto se ha trasladado al modelamiento y análisis espacial donde en vez de genes se ponen variables espaciales (Jones, 1997).

Otro modelamiento del espacio usa por analogía las interacciones de partículas y las fuerzas gravitacionales, así como en el efecto potencial y las nociones de área de influencia. El gravitacional fue uno de los primeros modelos espaciales que se usaron.

Esto ha sido posible por el desarrollo computacional, y del geosoftware, donde este último proporciona información relativa al cambio espacial, así como sobre el alto nivel de resolución temporal y espacial. La disponibilidad de herramientas para la producción de mapas en capas y el análisis de sobreposición, ha hecho del modelamiento espacial una herramienta muy útil. Aunque hasta el momento las aplicaciones en el geosoftware no cuentan con opciones para la simulación de procesos, y es raro encontrar la sustitución de esa realidad tomada en consideración, por una expresión matemática de índole determinística que simule el comportamiento de un fenómeno, así como tampoco, variantes de respuestas ante una variedad de condiciones cambiantes, es decir, no se ha incluido la posibilidad de expresar relaciones empíricas en términos matemáticos, probabilísticos o estocásticos (Berry, 1995).

Con los geosistemas es factible el modelamiento cartográfico y espacial los cuales a continuación se describen:

a) Modelamiento cartográfico

La modelación cartográfica cibernética es uno de los tantos procedimientos de análisis, quizá uno de los más poderoso incluidos en el geosoftware. Debido a que permite la representación gráfica de los elementos topográficos temáticos de acuerdo con su escala, geometría y reglas de representación, en lo que incluye datos sobre la posición geodésica, la historia y otras características que lo distinguen y no es exclusivo de los SIG o SCA si no más bien, es un intento de generalizar convenciones en cualquier sistema sin considerar un programa de cómputo o equipo, ya que lo que interesa es como los datos son procesados y como este proceso es controlado. Que en comparación con los métodos convencionales es mejor porque define claramente el problema y decide en función de los datos una solución, porque desarrolla un camino lógico y define las operaciones espaciales para resolver el problema con lo cual establece una metodología.

Considera el componente temporal en situaciones hipotéticas o en ocurrencias probables en el futuro, además del proceso de investigación, lo cual permite observar la detección del cambio y su monitoreo. Una herramienta fundamental para abordar la cuestión temporal es el análisis estadístico de datos temporales (Bocco, 1996) donde la entidad fundamental es la localización.

También comprende los procesos de diseño y compilación de mapas, que consiste en la construcción mediante gráficas y métodos matemáticos del modelo de objetos o fenómenos reales.

Una característica del modelamiento cartográfico es su posibilidad de representar los datos geográficos en un gráfico de forma generalizada, con énfasis en su más típica representación general y con sus características esenciales. Además de generar modelos ajustados a la realidad, con la significativa ventaja que lo realiza desde una perspectiva espacial completa.

El término de “modelación cartográfica”, fue acuñado por Tomlin (1983) para significar las funciones básicas de manipulación de información geográfica almacenada en formato digital, en una secuencia lógica, con el propósito de resolver problemas complejos de índole espacial que requieren del análisis integrado de múltiples factores geográficos (Tomlin, 1990).

El modelamiento cartográfico es tratado como un manual de sobreposición de mapas, cuyas técnicas han sido usadas desde 1960's, década en que se incorporó la idea de organizar y procesar jerárquicamente los datos geográficos capa por capa y las localizaciones de los objetos son asociadas con una característica exacta, aunque no se conservan estrictamente los parámetros geométricos de la representación de los datos geográficos.

La estructura que usa este modelo no se parece a las ecuaciones algebraicas, ya que en el álgebra convencional las variables existen como cantidades numéricas que son procesadas por operaciones de adición, substracción, multiplicación y división. En el caso del álgebra de mapas las capas o mapas son procesados por operaciones cartográficas como la reclasificación de zonas, la combinación de capas, el cálculo de distancias, de direcciones, la determinación de líneas, la simulación, la dispersión etc.

En cada una de estas operaciones el álgebra de mapas acepta uno o más capas de mapas de entrada y genera una capa de salida. Lo cual es implementado como un procedimiento donde las series de cada operación son combinadas en un escenario particular de modelamiento para lo cual cada estado toma como entrada el resultado de una manipulación anterior (Shiryayev, 1987).

Las operaciones pueden ser focales, de incremento, locales y zonales; y para la simulación del modelamiento se requieren tres tipos de datos: uno para la construcción del modelo, otro para ejecutar el modelo y uno más para el análisis del mismo (lo que incluye análisis de incertidumbre, análisis de sensibilidad, validación y verificación); considerando además las múltiples escalas y múltiples propósitos (Openshaw, 2000).

En términos de la presente teoría de modelamiento, el cartográfico puede ser clasificado como el ideal porque combina las propiedades gráficas de los símbolos y lo mejor del modelamiento matemático. Con lo que elabora su modelo de la superficie terrestre: el mapa geográfico. De gran difusión porque reproduce, esquematiza y simplifica la realidad y es construido acorde con determinadas leyes matemáticas que garantizan la reducción proporcional exacta y la proyección sobre una superficie plana; además de utilizar un sistema de símbolos especiales para transmitir las particularidades cualitativas y cuantitativas de los fenómenos y las interrelaciones de los mismos, así como su desplazamiento y desarrollo en el tiempo.

La metodología parte de concebir al mapa como un modelo de la realidad y al proceso de modelación cartográfica no sólo como operaciones con imágenes cartográficas digitales, sino como un proceso de simbolización a través de técnicas de representación cartográfica.

Aunque el mapa geográfico no es el único tipo de modelo de la superficie terrestre, ya que existen otros como son los bloques diagramas o vistas en perspectivas que son modelos volumétricos o tridimensionales que pueden partir de un mapa de isolíneas o de modelos raster (Salitchev, 1979).

Aún cuando los mapas son modelos geográficos, en el geosoftwre no se observa la extensión de la denominada "modelación cartográfica" para producir mapas temáticos que reflejen a través de métodos de representación cartográfica las relaciones dadas entre los componentes de la naturaleza, la sociedad, la economía y el medio ambiente.

Y a pesar de que en la actualidad es notable la realización de salidas cartográficas en modo raster dentro de los sistemas de cartografía automatizada, que constituyen como tal, objetos y métodos nuevos en la modelación cartográfica (Candeanu, 1996), aún persiste sólo el interés por las operaciones localización sin incluir la potencialidad de la imagen cartográfica como otra poderosa opción de análisis de información geográfica.

b) Modelamiento espacial

La modelación espacial en el geosoftwre se basa en el análisis escalonado de varios mapas digitales, es un proceso ordenado que aplica conceptos matemáticos y operaciones sobre los mapas, a los que puede sumar, restar, multiplicar, dividir e inclusive, llevar a cabo operaciones en la dimensión fractal, lo cual es aplicable a todos los tipos de rasgos espaciales.

Incluye varios modelos matemáticos de difusión espacial como los de redes utilizando grafos, procedimientos multicriterios para la toma de decisiones, los gravitatorios a partir de los cuales se pueden definir áreas de influencia más allá de la geometría euclidiana y difusión fractal de objetos irregulares y fragmentados (Cebrián, 1992).

Para ello utiliza procedimientos analíticos que le permiten abstraer y simplificar el complejo sistema geográfico y además de utilizar datos geográficos con los que describe, simula o predice un problema del mundo real o sistema en lo que involucra la construcción de modelos explicativos y predictivos.

Existen tres categorías de modelos espaciales que pueden ser aplicados a los rasgos geográficos dentro de los geosoftwares:

* *Los modelos geométricos*: que sirven para calcular distancias euclidianas entre los rasgos, para áreas de influencia, para calcular el área o perímetros para los sistemas de diseño en 3D, los cuales soportan operaciones en datos espaciales incluyendo puntos, líneas, polígonos, tins y grids (Tomlin 1990).

**Los modelos de coincidencia o sobreposición topológica (overlay)*: sirven para encontrar los elementos geográficos que se ubican en el mismo lugar o alguna de sus partes se traslapa o sobrepone con otro u otros elementos espaciales.

**Los modelos de adyacencia*: modelan los elementos que están en las inmediaciones o se encuentran próximos entre los objetos estudiados y ayudan a encontrar que elementos comparten vértices o nodos.

Después de esta revisión teórica del análisis espacial y modelamiento y por mi experiencia personal infiero que se requiere de una nueva forma de pensar por parte de los usuarios, quienes deben conocer las metodologías del análisis espacial y modelamiento para su implementación en el geosoftware con la finalidad de que los estudios lleguen a la etapa del análisis y se pueda aportar una variedad de respuestas a los problemas planteados y no sólo se utilice al geosoftware como un medio para almacenar o visualizar datos. Y se pueda ir más allá para que las propuestas derivadas del análisis espacial se extiendan a la modelación cartográfica, a la creación de mapas diagnóstico, analíticos y sintéticos de temas económicos, sociales y ambientales.

Y creo que el potencial del análisis espacial y el modelamiento no se aprovecha debido posiblemente a la falta de experiencia de los usuarios pero también a que se requiere un sistema manejador de operaciones específicas, que puedan ser dadas por medio de comandos, ventanas, palabras u otras formas de comunicación en dependencia con el sistema utilizado, pero que estas no tuvieran variación en los sistemas. Por lo cual se requiere que se homogenen los términos en todos los sistemas, aún cuando la secuencia de comandos pudiera variar, lo mismo que el potencial que cada sistema presente o posea al ejecutar los procesos.

3.3.4 Edición

En este inciso se abordan las bases teóricas acerca de la edición de mapas únicos que pueden ser reproducidos una o varias veces, ya sea en plotter o impresoras, se hace esta mención porque el proceso de reproducción masiva de mapas no es objeto de este trabajo. También se abordan las cuestiones concernientes con el proceso manual o tradicional que son importantes se mantengan y formen parte del trabajo de la elaboración de mapas por medios automatizados técnicas que el hacedor de mapas debe conocer, con la finalidad de realizar un trabajo cartográfico profesional y metodológico.

El diseño puede definirse como la planeación de la solución a un problema gráfico de comunicación de la realidad espacial es una parte muy importante en la cartografía que puede ser definido como "el más fundamental, cambio y aspecto creativo del proceso cartográfico." Que involucra la preparación y producción del mapa, identifica el problema en el diseño, busca su óptima solución y se encarga de la reproducción (Wood, 1996). Y tiene por objetivo generar la más apropiada representación de la superficie.

Busca el proceso como fin único un diseño cartográfico claro y legible que refleje la realidad, por medio de una estructura jerárquica, un patrón y color, además de un balance y una tipografía lo cual puede ser a través de medios manuales, fotomecánicos o computacionales. Su finalidad es facilitar la manipulación de los elementos diseñados, alterando sus propiedades, variando su posición, escala, rotación, sombreado de las líneas del diseño y permitiendo su copia simétrica, es la etapa donde se decide la generalización. Tareas que en la actualidad pueden realizarse en la pantalla de la computadora con lo que el resultado de la edición puede ser mostrado tal y como será impreso.

Tiene un componente teórico-metodológico, que debe ser implementado cuando se realizan mapas por medios automatizados, ya que con la introducción de la computadora muchos de los productores de mapas creen que la edición esta integrada por tareas en las que se mueven líneas, nodos, se genera topología, y en general, se adecuan los elementos gráficos para ser almacenados, y en el caso de imprimirlos se cambian los símbolos, los colores de fondo y leyendas hasta que éste quede a satisfacción del que solicita el mapa y, por último, se ajusta el mapa al tamaño de la hoja de impresión.

Esta situación es recurrente ya que pocos usuarios de la geotecnología conocen la metodología cartográfica para llevar a cabo el proceso de edición de mapas, la cual ayuda a que los cambios en el mapa sean mínimos, si desde que éste es concebido se lleva un proceso de edición metodológico con lo cual, el mapa podría dejar de ser producto de los caprichos del que solicita su elaboración. Ya que el proceso de edición cartográfico permite que la producción de mapas se realice como una obra cartográfica y no como un simple mapa de papelería en el cual no está presente la investigación geográfica ni cartográfica.

Por lo tanto, la edición obliga al despliegue de potentes funciones intelectuales y técnicas, además de cierto grado de intuición que lo hacen estimulante y difícil a la vez. Ya que el resultado de esto debe ser mostrado tal y como será impreso, con el panorama general de distribución y tamaño respecto al material de impresión. El proceso sobre complejo, es global y unitario, completo y no lineal, ya que se requiere el análisis de mapas existentes, de las investigaciones geográficas; de los métodos de representación cartográficos utilizados y de los principios de automatización de estas obras, para llegar al mapa se llega tras una reflexión conjunta sobre la naturaleza de la realidad geográfica, los medios gráficos, los métodos de análisis y los objetivos buscados. Donde el mensaje cartográfico busca que el lector del mapa pueda ver a este completo, comprenda el contenido general lo más rápido posible y le sea fácil distinguir los detalles locales (Muller, 1991).

Se debe considerar la interacción entre el diseñador del mapa y el usuario del mismo para ajustar el mapa al ambiente digital donde el conocimiento sobre los principios de diseño de la cartografía tradicional se puedan aplicar al diseño de los mapas digitales.

Es importante recalcar que un mapa producido de esta forma tiene la misma autenticidad que los que se elaboran manualmente, con la ventaja de que por medios automatizados se pueden reproducir, actualizar y corregir de forma precisa e inmediata las veces que se necesite. Con este giro en la cartografía, los usuarios han aumentado ya que ahora son más los que desean elaborar sus propios mapas.

La automatización ofrece ventajas en el diseño cartográfico, como es contar con múltiples capacidades y opciones ya que a diferencia del diseño tradicional se pueden combinar imágenes, diseños o textos para generar una composición del mapa y hacer múltiples combinaciones, lo que le provee el usuario la alternativa de explorar diversos diseños antes de la decisión final del mapa. Además de requerir de menos tiempo para diseñar y obtener un mapa gracias a la existencia de plantillas prediseñadas (Wood, 1996).

A continuación se sintetiza los pasos involucrados en el proceso de la edición del mapa

3.3.4.1 Concepción del mapa temático

Incluye desde un simple diseño cartográfico que inicia desde el momento en que se gesta la idea y los conceptos que se desean comunicar con el mapa, involucra la creación de la estructura gráfica en la cual la información geográfica y temática es asignada a varios niveles visuales.

Se cuida el balance de la obra, la armonía en los colores, los símbolos y la colocación de todos los elementos que forman el mapa, recordando que lo que se ve en pantalla no es igual a lo que se imprime, por lo que es recomendable elaborar un documento de imágenes impresas con anotaciones de tamaños de símbolos colores, textos, tamaño del papel, y tiempo de impresión con la finalidad de que la siguiente vez el trabajo de diseño del mapa para su impresión sea mucho más rápido.

En la concepción del mapa se elabora el programa del mapa, donde se determina el fin que persigue así como el círculo de consumidores al que se dirigirá, buscando satisfacer sus demandas para la resolución de tareas concretas, lo cual influirá en la elección de los métodos de estructuración y métodos de representación. También se determina el tema, el nombre, la proyección cartográfica, el contenido, la composición, el índice de los elementos de contenido, se indican los elementos, su clasificación y los detalles que se desean en su representación, lo que se traduce en la asignación de símbolos.

En cuanto al tema del mapa se analizan las escalas, de las que depende la configuración del territorio, el nivel de detalle y el contenido temático. Este análisis permite conocer la naturaleza de las variables a representar, su número, la escala de medida

y posible forma geométrica que pudiera ser reducida. Esto requiere varias horas e incluso de experimentos cartográficos, lo que incide en el costo de la obra, pues obviamente a mayor detalle, mayor gasto en la investigación y publicación. En esto, la investigación geográfica del territorio que se cartografía, es importante porque busca descubrir los rasgos y particularidades del paisaje, las leyes de distribución y sus particularidades, las cuales deben hallar en el mapa que se confecciona su reflejo y coincidencia con su tema, asignación y escala.

La automatización en esta etapa es de mayor importancia en comparación con la modalidad de realización manual, ya que las decisiones aquí adoptadas condicionan las acciones posteriores para confeccionar el mapa. Por otro lado es muy útil porque permite probar con diferentes escalas de trabajo.

3.3.4.2. Recogida, preparación y procesamiento de información de la base cartográfica y del tema a cartografiar

En esta etapa se estudian las fuentes de los fenómenos que se cartografían a fin de establecer sus mapas típicos o temáticos y las características particulares que deben representarse, de acuerdo con el tipo de generalización y los métodos de representación cartográfica disponible así como el número de ejemplares y la calidad de impresión.

Se organiza y procesa la información, tareas en las que es indispensable la utilización de la cartografía automatizada ya que facilita el uso de una mayor cantidad de información, el cálculo de los parámetros de construcción para los métodos de representación cartográficos, el dibujo de los originales y conjuntos rotulados, así como la elaboración de los materiales para la edición de los mapas.

El procesamiento de la información incluye el tratamiento de la información, la simplificación y la generalización. Los pasos correspondientes con el tratamiento se resumen en el cuadro siguiente:

Cuadro 23. Pasos en la preparación y procesamiento de base cartográfica y temática del mapa a confeccionar

	Proceso tradicional	Cartografía automatizada
Preparación de fuentes cartográficas	Se distinguen los materiales por contenido, complejidad. Incluye desde operaciones sencillas de intensificación de líneas, hasta las complejas como sustitución de una representación por otra.	Las operaciones son más rápidas y se pueden hacer múltiples cambios. No es factible la sustitución de una representación por otra
Elección de las fuentes	Pueden ser geodésicas, topográficas y geográficas para construir la base del mapa y los puntos de apoyo para vaciar el contenido temático. También incluye la compilación y comparación ¹ de los materiales para su ensamble. Requiere de los especialistas involucrados con el contenido temático del mapa y a geógrafos y cartógrafos. Se realiza el diseño de la investigación y un análisis de los estudios realizados sobre la región o la temática escogida; así como una caracterización geográfica del área de estudio; se determina la estructura temática de la obra y se seleccionan las escalas principales y secundarias	Con que se cuente con un geógrafo que funja como director científico técnico es suficiente, pero requiere conocer las técnicas de reproducción automáticas, la información que se plasmará en el mapa con lo cual se pueden producir mapas de calidad. Se puede probar con múltiples proyecciones cartográficas.
Traslado de las fuentes	Se generaliza y sintetiza la información para trasladarla en orden de subordinación de los elementos y de su localización espacial. Se generan mapas de contenido general y sin información temática para dar una visión exacta del territorio al autor.	Existen algunas limitaciones para la generalización sobre todo en el formato vectorial.

Elaboración propia con base en: Salitchev, 1987.

¹Esto cobra especial relevancia en países como México en que no existe un control real y una coordinación efectiva entre las diversas instituciones que generan y distribuyen información geográfica. Situación que puede revertirse con el proyecto Comités Técnicos Consultivos liderado por INEGI con lo cual se busca estandarizar la información geográfica y cartográfica generada en las diversas instituciones de gobierno.

3.3.4.3. Representación cartográfica (simbolización)

Consiste en la transcripción del tema por medio de símbolos a la base cartográfica, lo cual es apoyado por un catálogo de símbolos que incluye una descripción de las especificaciones de cada uno de ellos, así como los criterios y normas cartográficas en las que pueden ser usados con la finalidad de que su preparación termine con los signos convencionales. Es la última etapa en el trabajo con el mapa para su publicación en lo cual se busca representar lo mejor posible los elementos espaciales en el mapa.

Incluye la confección de la leyenda, las indicaciones de fuentes, la simbolización los métodos y las tecnologías de uso. Tradicionalmente se ubican notas explicativas que establecen la designación del mapa y se determina el contenido del mismo y la tecnología en su preparación.

La simbología está enlazada con los datos para garantizar una correcta transmisión semiológica a los usuarios del mapa, se trata de un conjunto de objetos gráficos con sus atributos y propiedades (tamaño, forma, colores y tramados de fondo, orientación, ancho y diseño de los bordes) determinados por los datos temáticos seleccionados de la base de datos. Estos gráficos se dibujan de manera dinámica, si el dato cambia, la simbología que lo representa también cambia y considera las reglas cartográficas en la presentación de objetos según la escala del mapa.

Para lograr esto se requiere de la creación de librerías de símbolos propios para cada tema con la finalidad de que con ellos se elaboren figuras geométricas complejas cuya composición transmitirá el estado del fenómeno, estos símbolos aún no se encuentran en la galería de símbolos de los sistemas, por lo que se trata de nuevas posibilidad gráficas cartográficas creadas para obtener otra variante de modelación cartográfica.

Con la automatización la simbolización parece trivial, sin embargo lograr transmitir por medio del mapa las complejas relaciones espaciales requiere del intelecto humano y de una estética y adecuada representación visual.

En la fase de representación cartográfica se incluye también el tema de la rotulación, el cual busca que las letras sean precisas y que no están apretadas, también considera las reglas que señalan el tamaño de los símbolos para que puedan ser vistos en un ángulo en que el ojo se desplace un minuto de arco.

La simbolización también considera el empleo del color ya que desde el punto de vista cartográfico interesa conocer la ordenación de los colores, su capacidad simbólica y su reproducción técnica porque a través de él se puede distinguir los elementos, resaltar, contrastar y comunicar sensaciones, aunque su aplicación resulta costosa, para salvar esto se ocupa la escala de grises que permite mostrar diferencias y resaltar elementos cuando no se cuenta con un medio de impresión a color.

De acuerdo con los métodos actuales de edición de los mapas, el original de autor se prepara con colores que a diferencia del método tradicional sólo se mostraba una pequeña porción del mapa con la gama de colores, lo que no permitía que se tuviera una idea total del mapa, en la actualidad se produce el mapa completo con la gama de colores. Y este original de colores sirve para comprobar la coloración del mapa y como modelo para los editores. Quizá la limitante en los geosistemas es que no pueden conjugar el color de acuerdo a la extensión de la superficie coloreada y que no incluyen los conceptos y convenciones cartográficas en la producción de mapas.

Una vez que se tienen los mapas con los colores, se pasa a la elaboración de las fuentes cartográficas en copias azules de papel o plástico; elaboración de duplicados y copias del material cartográfico en foto papel; preparación de duplicados en plásticos y edición de pruebas de un color y de varios colores en la máquina de impresión, lo que asegura los posteriores trabajos de reproducción a gran escala.

3.3.4.4. Reproducción

Consiste en la redacción cartográfica y graficado de la maqueta de autor, se genera la apariencia visual y la claridad del mapa final, está limitada por el medio a utilizar, siendo hasta nuestros días el papel el de mayor uso.

Si el paquete cartográfico genera salidas vectoriales es posible obtener el graficado por separado sobre base estable para omitir algunos procesos de grabado o en caso de que trabaje con formatos raster, es posible utilizar las ventajas de la microedición y generar originales por separación de color aunque las impresoras de alta resolución son caras y frecuentemente limitadas en formato.

Una vez que se tienen los originales de autor, en el caso de la cartografía automatizada se someten a un examen por especialistas en cartografía temática y de la materia que trata el mapa, así como una prueba sobre la claridad gráfica (balance, simetría y contraste) y si alguna deficiencia es detectada puede ser mitigada sin violar ninguno de los principios cartográficos. Siendo satisfactorio, se procede a utilizar los periféricos de salida o se almacena en la computadora, o se podría pasar a la preparación de originales para la edición tanto de líneas como de relleno (separados por colores) para su reproducción masiva. En la actualidad los trabajos cartográficos en la mayoría de los casos terminan con la impresión del mapa de forma directa.

La demanda de herramientas poderosas para generar mapas más sofisticados para publicaciones, ha hecho necesario que muchos de los mapas producidos en los geosistemas sean exportados a programas gráficos para terminar su diseño debido a que muchos de ellos no posibilitan la creación de una versión electrónica de lo que es un mapa en papel. Estos programas gráficos son el Adobe Illustrator (Versión 7.0) el Map-Publisher de Avenza, el Map Maker Pro 2.1 y el Corel Draw que ofrecen las bondades de la cartografía para la producción de mapas (DiBiase, 1991).

Herramientas más sencillas pero que también auxilian en la creación y animación de mapas artísticos es el Microsoft's Powerpoint, su utilidad radica en que facilita la adición de anotaciones, líneas, polígonos, gráficos, ilustraciones y da la idea de movimiento al hacer una secuencia de mapas (Green, 1999).

El apoyo de la tecnología electrónica ha posibilitado que el usuario del mapa tome parte directa en su elaboración, especialmente si se realiza sobre una pantalla o mediante equipos trazadores conectados a un microordenador. Y es que con las ventajas de los geosistemas que le facilitan al usuario plantillas de diseño de mapas, a partir de las cuales puede generar su diseño propio, resulta mucho más fácil la elaboración del mapa en comparación si tuviera que decidir donde colocar los elementos que requiere el mapa para su presentación final.

El resultado es que el usuario con buenos conocimientos cartográficos puede confeccionar 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 pretende dar al mapa y el grado de sofisticación que este requiere. Así que ahora los cartógrafos en lugar de tener como objetivo la elaboración de un repertorio de mapas impresos y estáticos para una utilización potencial, necesitarán centrarse en la realización de bancos de datos geográfico-cartográficos de un modo más accesible para los usuarios de mapas, mientras que la cartografía deberá incrementar su nivel de sofisticación entre los usuarios profesionales de mapas, así como de la población en general, si se quiere hacer realidad el porvenir de la moderna cartografía.

Si este proceso de corrección del mapa se llevara a cabo en la cartografía automatizada se evitaría el desperdicio de papel, tintas, horas-hombre frente a la impresora o plotter porque el papel se atora o por cualquier otra falla o tratando de entender el funcionamiento de algunos periféricos de salida porque pueden ser muy sofisticados o poco amigables.

Y otro paso de la elaboración de mapas de la forma tradicional que se debe incluir obligadamente en la producción automatizada es el proceso en el cual, el que solicita el mapa que sería el "redactor" (proceso tradicional) firma sobre las correcciones que requiere con la finalidad de que considere que cada cambio implica tiempo y dinero y con esto se eviten modificaciones a capricho del solicitante.

3.3.5 Producción

Las salidas a las que se hace referencia en este inciso corresponden dentro del proceso de elaboración tradicional de mapas con la etapa llamada "producción", pero esto sólo en referencia a los mapas o imágenes, porque existen otras formas de salidas como son los datos tabulares, esquemas cartográficos, bases de datos, ortofotomapas, modelos en 3D, simulaciones, imágenes fotográficas o cartográficas, cadenas de coordenadas legibles por el ordenador (vectores), matrices almacenadas de elementos gráficos (raster) y el reporte de resultados mostrado a través del despliegue. Siendo lo más relevante en la salida del geosoftwre los datos que se representan.

La producción de mapas por computadora tiene mucho de los procesos que antes eran manuales, pero con la ventaja de la rapidez en la producción, mayor precisión, un rango ampliado de colores, parámetros directos para mapear datos y muchas herramientas de edición. Es el estado final del proceso en el geosoftwre relacionado con la comunicación hacia el usuario donde la mayor fuerza comunicativa como imagen gráfica usualmente es el mapa, que constituye el rasgo distintivo del geosoftwre con respecto a otros sistemas automatizados desarrollados en otras ciencias naturales y/o en la esfera económica.

Las respuestas del geosoftware está representada tanto en formato digital como analógico. De tal forma que se puede tener conjunto de listas y tablas, resultantes del análisis, manejo o consulta a la base de datos. Lo mismo que información gráfica por medio de mapas, gráficos o esquemas cartográficos elaborados sobre papel o algún material sintético y/o en la pantalla.

Las salidas del geosoftware pueden ser divididas en: despliegue-impresión (cartográficos y datos) y transferencia de datos. El despliegue de información visual involucra la presentación de la información desde el sistema al usuario, se basa en los avances de la visualización y la interacción con el usuario y es más que un medio de expresión gráfica, ya que se ha convertido en una alternativa de diagnóstico y análisis. Donde la calidad y sofisticación en las operaciones permite interpretar y entender mejor la información seleccionada y los datos almacenados en el sistema. En tanto la transferencia de datos hace referencia a la información que puede ser obtenida del geosoftware derivada de consultas y que principalmente es destinada a otros sistemas. En el cuadro 24 que a continuación se inserta se muestran los tipos de salidas:

Cuadro 24 Tipos de salidas del geosofware

	Tipos	Ventaja	Desventajas
Despliegue	<p>Se muestra información textual o espacial que produce en la pantalla de la computadora, su duración puede ser tan breve, que tan sólo dure el tiempo en que el usuario las examina, para luego ser descargadas de la memoria RAM y sustituirse por otras o pueden pasar a formar la imagen del mapa para la impresión. Este mapa puede ser manipulado mediante diferentes métodos y en tiempo real, lo cual repercute en la reducción de costos.</p> <p>Vectorial que se acerca más a las convenciones cartográficas, muestra de forma rápida en la pantalla la información espacial, la cual representa en el lugar exacto donde ocurre por medio de símbolos proporcionales, sencillos o estructurales en escalas continuas y/o discretas.</p> <p>Raster representa el espacio al asociarle a las celdas una determinada simbología, obteniéndose un esquema cartográfico con poca precisión para la ubicación de los fenómenos, que aunque no cumple con los requerimientos para considerarlo un mapa, puede ser lento el despliegue y requerir muchos recursos cibernéticos.</p>	<p>Ofrece un rango mayor de posibilidades de visualización para datos complejos lo que facilita el aprendizaje acerca de los principios del diseño tradicional cartográfico, así como la exploración de datos geográficos de forma visual. El uso del color que emplea para representar los rangos cualitativos y cuantitativos de la información y le adiciona otra dimensión al mapa.</p>	<p>Aunque se pueden mostrar millones de colores, para el usuario es difícil distinguir entre cada uno de ellos porque depende de las condiciones visuales, de su destreza en la interpretación y de la forma como los dispositivos crean los colores. Si se incrementa el número de colores se requiere mayor memoria para el despliegue de la imagen y puede limitarse la interpretación del mapa por tantos colores.</p>
Impresión	<p>Las salidas cartográficas vectoriales basadas en los principios de la Cartografía automatizada y en los Sistemas automatizados de cartografía temática se consideran como copias de los mapas fuentes con iguales niveles de precisión, exactitud y métodos de representación cartográfica.</p> <p>Vectorial o raster.</p>	<p>La imagen o mapa producido puede tener como componente tanto la estructura vectorial como la raster y puede ser creado en diferentes tiempos, por diferentes personas, y en diferentes localizaciones y mediante la utilización de la producción en línea automatizada, estos componentes pueden ser almacenados, integrados y después corregidos de acuerdo a la información que forma el mapa antes de su reproducción. Y se puede hacer uso del lenguaje postscript para aumentar la calidad gráfica de impresión.</p>	<p>Con las nuevas posibilidades tecnológicas se puede cargar de mucho detalle la imagen cartográfica y perderse el sentido de la comunicación de los fenómenos espaciales hacia el usuario.</p>
Textual	<p>La salida más importante de los geosistemas no es el mapa sino los productos resultados de la manipulación o análisis espacial de datos tabulares y textuales, los cuales pueden ser transferidos a otros sistemas o ser transformados en una representación gráfica en el monitor o plasmarse en papel.</p> <p>Pueden ser listados resultado del cálculo, la manipulación o las selecciones a partir de la base de datos tanto cartográfica como de atributos.</p>	<p>Su diversidad enriquece la explotación de los datos geográficos.</p>	
Transferencia de datos	<p>Considera la exportación de datos desde el sistema a una forma entendible por el humano, como respuesta a una interrogación del usuario que no sólo contempla la forma tradicional de salida de los geosistemas (mapa).</p> <p>Tabulares o cartográficos.</p>	<p>Se cuentan con estándares para la transferencia de datos y los sistemas garantizan la mínima pérdida de información en la exportación de datos.</p>	<p>Muchos datos son exportados sin el metadato.</p>

Baboración propia con base en: Candea, R, Pérez Machado, 1989; Candea, 1994; Cooke, 1989; Flores, 1992; Martín, 1996; Taylor, 1980.

Lo que podemos comentar sobre este cuadro es que la geotecnología se debe ajustar a los términos y métodos cartográficos específicos, debe proveer una visión clara de la imagen en la pantalla sobre cómo quedará una vez impreso, debe tener la capacidad de generar un layout (plattilla) que muestre las proporciones que guardan todos los elementos que serán impresos y ser del tipo “que lo que ves es lo que obtienes”. Y en caso de que el contraste visual no fuera el adecuado debe crear otra plantilla composición donde se puedan modificar los componentes no geográficos del mapa. Y una vez creado el mapa el geosistema debe facilitar la producción en línea para diferentes formatos, tamaños de impresión y niveles de calidad de impresión.

Por ello los geosistemas deben ser interactivos para facilitar a los usuarios no experimentados en computación ni en cartografía su manejo y con ello favorecer la obtención de reportes tabulares y salidas cartográficas con todos sus requerimientos, proporcionar menús de opciones, avisos, ayudas y manuales de usuario que faciliten estas tareas. Debe involucrar lenguajes de preguntas y menús del sistema, el uso de clases, color y convenciones cartográficas cuando se despliegan datos. Algunas involucran interacción con las bases de datos y preguntas específicas que permiten al usuario explorar los datos.

Su interfase debe ser amigable para que sirva como herramienta visual y de mapeo exploratorio, facilite la preparación de mapas para su impresión y que la salida de los productos sea rápida y que cuente con un protocolo de comunicación sencillo entre el sistema y el periférico. También es importante considerar la facilidad y flexibilidad que ofrece el sistema en los procesos, ya que es un rasgo que distingue a un geosistema de otro, por ejemplo los que son lentos podrían ser útiles en la investigación, ya que son inútiles en la producción.

Y hay que puntualizar que la producción cartográfica, no puede ser considerada como el objetivo principal de los geosistemas, sino como una de las alternativas de expresión de los resultados obtenidos a partir del análisis. Por lo tanto, el geosistema debe contar con herramientas que posibiliten la presentación de resultados, como pueden ser tabulados, gráficas y publicaciones.

Y en conclusión lo que sería deseable que tuvieran los geosistemas para ayudar la producción cartográfica de alta calidad son:

- Herramientas y programas para la representación cartográfica que incluya la construcción de mapas isopléticos y el manejo de cartogramas y cartodiagramas.
- Programas para el diseño cartográfico y para la edición de documentos complejos.
- Manipulación de imágenes raster y vector, con una interfase hacia un paquete de diseño gráfico capaz de manejar el diseño orientado a elementos como las imágenes bitmap y salidas tipo postscript.
- Disminución el trabajo humano en la elaboración de mapas automatizados para obtener productos de calidad aceptable ya que muchos aspectos del proceso cartográfico requieren de la evaluación humana y de la aplicación de principios estéticos.
- Facilidad para el desplazamiento de objetos para hacer el mapa legible pero al mismo tiempo se conserven las relaciones entre los elementos espaciales, así como los patrones de distribución.
- Organización de los objetos geográficos por niveles de acuerdo a su importancia siguiendo las reglas cartográficas.
- Reglas cartográficas para la ubicación de etiquetas.
- Solución a los problemas concernientes por la inclusión de todas las posibilidades que ofrecen los métodos de representación de la cartografía tradicional.

A pesar del cambio que la tecnología ha favorecido en la creación de mapas, muchos de los resultados cartográficos finales de los geosistemas se quedan a nivel de esquema cartográfico o boceto de autor, ya que no reúnen las propiedades para considerarlos mapas, sobre todo, en lo concerniente a precisión y representación cartográfica. Es más, muchos de estos resultados no son capaces de explicar las conclusiones a las que se ha arribado, no la justifican, ni sustentan, por lo que se tiene que recurrir a toda la descripción del proceso de análisis para lograr dicha justificación y esto es resultado de una limitada percepción de la elaboración cartográfica como insumo del análisis visual definitivo de la problemática espacial. Y hay que apuntar entonces que la disponibilidad de la tecnología no siempre da por resultado una alta calidad en el diseño del mapa.

La reflexión que puedo hacer después de esta revisión conceptual es que veo una oportunidad potencial para el geógrafo que debe darse a la tarea de aprender a manejar las computadoras, las estaciones de trabajo, los sistemas operativos, los paquetes geográficos, los cartográficos, los de dibujo, las hojas de cálculo electrónicas, los periféricos de salida y demás bondades que la tecnología ha puesto a nuestra disposición para enriquecer nuestra labor. Y para que mediante la geotecnología construya un mapa donde el lector no especializado logre apreciar cuantitativa y cualitativamente los diferentes hechos y fenómenos

geográficos. Ya que es el único profesional capaz de reducir la componente geográfica en función de las relaciones espaciales. Y con ello podría mejorar su reputación si es que se esfuerza por llevar a un nivel más alto y complejo, lo plasmado en las obras cartográficas ya que ellas sirven de base científica para la realización de nuevos trabajos de investigación, planificación, ordenamiento territorial y toma de decisiones operativas.

Además porque los geógrafos y cartógrafos tienen una deuda con el país porque deben ser políticamente activos, deben estar ocupados por mejorar la calidad de los mapas producidos, por cambiar su posición respecto a los que son sólo trazadores de mapas, y porque se deben ocupar por cómo se describe el mundo a través de los mapas electrónicos y ser más responsables por el uso que se les da y por su contenido.

Después de la revisión de los conceptos teóricos sobre la cartografía en estos tres capítulos donde se mostró lo que distingue a un mapa de cualquier otra representación de la superficie terrestre, los problemas que enfrenta la cartografía que ni con la computación se han resuelto la situación de la misma en México y los conceptos teóricos de la cartografía temática automatizada estamos en posibilidad de analizar al sistema Arcview 3.2.

4. Análisis del desempeño del software Arcview 3.2 frente a las tareas de la cartografía no automatizada y automatizada

4.1 Contextualización de Arcview 3.2

Arcview como ya se documentó en el inciso anterior (4.4) es un sistema de cartografía automatizada capaz de visualizar y desplegar información raster y vectorial provenientes de diferentes formatos estándar. De tal manera que es posible integrar datos provenientes de diferentes fuentes en un solo ambiente de despliegue, consulta y análisis. Ya que cuenta con la interfase para entrada, tratamiento de datos e intercambio con archivos de otros sistemas y salidas a los principales periféricos sin tener que hacer ninguna modificación. Y garantiza la compatibilidad de los resultados con las nuevas versiones del software de la misma compañía como son Arcview 3.3 y Arcgis.

Esri.Co, propietaria de Arc/Info con el propósito de que los datos producidos por este software pudieran visualizarse fácilmente dentro de un ambiente gráfico más interactivo y sencillo, diseñó la primera versión de Arcview v 1.0 que corría en Unix, y cuyo único objetivo en 1988, era visualizar coberturas de Arc/Info (ligado a la gestión de recursos naturales, y no a la producción cartográfica de precisión, ni la explotación fotogramétrica).

Con el tiempo, Arcview se fue fortaleciendo en el manejo, modificación y explotación de archivos vectoriales con mínimas posibilidades para la explotación de archivos raster, para las que posibilitaba su despliegue y visualización combinando el RGB.

La compañía no apostaba que Arcview se pudiera convertir en un producto comercial pero aún así lanzó la versión 2.0, junto con la novedad de un nuevo formato para datos vectoriales al que llamo "shape" (formato propietario de ESRI de tipo abierto para datos espaciales) creado única y exclusivamente para Arcview y que actualmente se ha convertido en el formato estándar *de facto* por la importancia que los productos ESRI tienen en el mercado de los SIG. Y ha logrado imponerse como el formato de intercambio estándar de información digital vectorial producida por sistemas de información geográfica.* Y fue a partir de esta serie que se empezó a considerar a Arcview como una versión reducida del poderoso Arc/Info con mayor gran aceptación entre los usuarios.

Continuando por las sendas evolutivas de sus dos precursores, el ArcView 3.0 al salir al mercado dio un realce a la arquitectura del software, ya que se desarrolló por módulos "Plug-In" los cuales se podían mezclar y agregarse a fin de extender poderosamente las capacidades funcionales del ArcView, llevando el SIG de escritorio a un nivel completamente nuevo.

Todavía hasta este momento Esri.Co no consideraba a Arcview como un software que le pudiera representar ganancias importantes, porque estrictamente no es sistema geográfico. Pero a partir de 1995 en que se inicia la nueva tendencia mundial sobre aplicaciones de los SIG que no dependen de ningún tipo de *software* ni de equipos grandes, Esri.Co hace una inversión tecnológica y se suma a esta tendencia y pone en el mercado la versión para computadoras personales de Arc/Info v 3.5 y la nueva versión del Arcview, la 3.2 (Buzai, 2000). Con la ventaja de que ambos requieren mínimos recursos cibernéticos, son interactivos, sin procesos complicados y permiten obtener resultados con rapidez, de estos dos programas, Arcview ha sobrevivido hasta nuestros días sin ningún cambio, no tuvo la misma suerte PC Arc/Info y ha salido del mercado.

Con la versión 3.2 la capacidad de análisis mejoró, incluyendo funciones de análisis topológico, edición de mapas, gráficos estadísticos y la posibilidad de adquirir módulos adicionales (extensiones) que le proporcionan una potencia que sólo se puede encontrar en los SIG de alto costo.

A pesar de que es un excelente producto, al que se le siguen sumando usuarios, Esri decidió no desarrollar más en la misma arquitectura de Arcview 3x y lanzó al mercado en 2001 el Arcview versión 8 que es la versión más significativa en la historia de ArcView, pero construido en una nueva arquitectura y ambiente de usuario, basado en estándares actuales y con tecnología de la información (IT).

En el momento actual Esri.Co ya no publicita el Arcview, porque supuso que podría sacarlo del mercado y suplirlo con el ArcGis. Pero no dimensionó que el usuario, no estaba dispuesto a dejar una herramienta que le resuelve los problemas más comunes que se enfrentan en el manejo, explotación, análisis y representación de la información geográfica. La compañía visualizaba que los usuarios de Arcview 3x migrarían al nuevo software, pero esto no sucedió y para no perderlos añadió al Arcview 3.2 herramientas de edición para mapas y puso en el mercado la versión 3.3. Que tampoco tuvo suerte, porque los

* <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>

usuarios prefieren, recomiendan y adquieren la versión anterior que sigue siendo la más popular. Por lo cual Esri ha tenido que seguir vendiendo el software e impartiendo cursos para esta herramienta.

Y aún cuando Arcview 3.2 no ha mejorado porque tiene las mismas opciones e interfase desde que fue puesto en el mercado en 1995 y a pesar de que el ArcGis ofrece en un mismo ambiente las funciones de un verdadero sistema geográfico, la comunidad de usuarios prefieren el Arcview 3.2, lo cual se puede deber a que satisface sus necesidades, amigable, menos costoso, requiere menos recursos de hardware, y su curva de aprendizaje (una semana) es muy rápida en comparación con el ArcGis. Otra posible razón por la que no se ha dado el cambio es debido a que los desarrolladores independientes se han negado a perder los programas que han creado para aumentar las herramientas de Arcview y es que tendrían que reprogramar lo desarrollado en el lenguaje propietario de Arcview (avenue) para pasarlo a ArcGis, ya que este programa no lo traduce. Así que para enfrentar esta situación de cambio tecnológico los usuarios hicieron un frente común y continuaron desarrollando programas según sus necesidades para después compartirlos de forma gratuita en la Esri.com con la intención de robustecer la funcionalidad del Arcview 3.2, y así mantenerlo vigente. Acción que ha dado resultado ya que el sistema actualmente es uno de los SIG estándar más utilizados, que lo han llevado a ser el de mayor número en ventas y usuarios, distribuidos entre 160 países, y que recientemente ha tomado la tendencia de servir como herramienta orientada para planeadores y hasta consultores de mercado.

La única limitante que le veo a estos programas gratuitos que se añaden al Arcview 3.2, es que carecen de ayuda para su ejecución, aunque son intuitivos y amigables, con mínimos sus requerimientos.

Arcview se distingue por ser un sistema interactivo, de fácil aprendizaje ya que tiene una secuencia lógica que hace que cualquier persona lo pueda operar en pocas horas de uso. Aunque esto no significa que cualquiera pueda entender que es el análisis espacial o conozca como se construye una obra cartográfica. Prueba de ello es la producción de trabajos con Arcview de pseudomapas donde no se respetan colores y el lenguaje simbólico que se usa para representar los fenómenos espaciales es pasado por alto.

Una de sus grandes ventajas es que cuenta con extensiones o módulos de análisis espacial para formatos raster-vector, para el análisis geográfico de redes y de rutas que lo hacen una herramienta con más posibilidades para los usuarios de sistemas de escritorio que no disponen de Arc/info o de otra herramienta de análisis, ya que ahora no sólo se usa para el despliegue de datos sino como herramienta para el análisis espacial.

En cuanto a su uso predominan las aplicaciones en el mapeo temático básico, donde los usuarios utilizan una sola variable en la construcción de mapas y cuyo fin no es lo topográfico. Y aunque los mapas temáticos construidos en Arcview pueden utilizar e incluso editar mapas topográficos, el fin de esta geoherramienta no es la producción topográfica porque son limitadas sus funciones para esta tarea.

La cartografía temática que principalmente se produce con Arcview 3.2 es la del medio físico (vegetación, climas, edafológicos, uso de suelo, de riesgos naturales), siguiendo con menor presencia los temas de catastro, de carreteras, los demográficos, los económicos, turísticos y políticos. Siendo estos últimos los que menos se elaboran porque la información está cautiva en las instituciones involucradas en el tema.

Aunque este geosoftware no ofrece la posibilidad de lograr una cartografía que modele la compleja realidad geográfica de forma adecuada, porque fue diseñado para la exploración, visualización y uso de datos de Arc/Info con limitadas funciones de análisis espacial y edición cartográfica. Aún cuando en el momento actual está enfocado explotación de archivos vectoriales pero con mínimas posibilidades para la explotación de archivos raster.

Y desde mi punto de vista creo que las limitaciones de la herramienta no están marcadas por las cuestiones anteriores, sino porque son pocos los usuarios especializados o capacitados en la producción automática de mapas temáticos de diagnóstico, de síntesis y/o complejos, por lo cual se desaprovecha el potencial de representación de la cartografía temática.

4.1.1 Situación de Arcview 3.2 en México

La transferencia de los avances tecnológicos de Esri a nuestro país ocurren al mismo tiempo que en Estados Unidos, quizá esto se debe al fenómeno de la globalización, lo cual es positivo, porque no hay que esperar años para tener la tecnología de punta en el área de SIG.

Así que al igual que en el resto del mundo el Arcview 3.2 es el software de escritorio para se utiliza para generar cartografía temática y análisis espacial de mayor difusión en nuestro país (esto está demostrado porque la copia no legal para hacer

trabajos relativos al espacio que más se vende es la de Arcview 3.2). Su presencia en el mercado mexicano se sitúa a fines de los 80's con un gran auge a mitad de los 90's.

Utilizado en el sector académico, gubernamental y empresarial, siendo más amplio su uso en el sector gubernamental en donde se le ocupa para elaborar cartografía temática, mostrar las variables específicas de cada institución, así como casos de estudio particulares. Después le sigue el sector empresarial donde es utilizado para consulta de información geocodificada. Y por último el sector académico en donde se emplea para la investigación y recientemente para enseñar a estudiantes cuestiones de sistemas de información geográfica, lo cual es un gran logro y representa una ventaja para los egresados porque su educación está más acorde con las oportunidades de trabajo lo que les facilitará su inserción en donde principalmente se utiliza la herramienta. Esto también representa una ventaja para las instituciones contratantes porque ya no tienen que invertir en la capacitación del personal, el cual en seguida puede producir.

Arcview es distribuido de forma exclusiva por la compañía Sistemas de Información Geográfica S.A (SIGSA) lo que ha traído desventajas a lo usuarios, entre las que podemos citar un mayor costo del software en relación con el precio en Estados Unidos. Sólo esta compañía ofrece cursos "oficiales", los cuales son muy eficientes, los instructores no están certificados, los textos son en inglés, los ejercicios del curso son de casos en Estados Unidos y el material cartográfico empleado en las prácticas no está a disposición del alumno para su posterior práctica, esta forma de enseñanza no garantiza el aprendizaje.

Quizá esta deficiencia educativa la estén salvando los instructores que se han formado mediante la utilización continua del Arcview y ahora cuentan con una gran experiencia que les facilita ofertar cursos.

Otra limitante de este monopolio para los usuarios es que el portal electrónico de SIGSA no cuenta con documentos técnicos ni foros de discusión o cursos en línea su función es ofrecer servicios, cursos y cartografía. Aunque esta situación la salva la distribuidora española de productos de ESRI (www.esri-es.co), que además de promocionar los productos, ofrece muy buenos artículos técnicos en español. Otro portal que también ofrece documentos y se pueden resolver muchas de las interrogantes en el uso del Arcview, es el portal: www.gabrielortiz.com.

En cuanto a la ayuda en línea por parte de SIGSA, es muy deficiente porque para dar una respuesta al usuario, tienen que consultar con Esri en Estados Unidos, ya que no hay una *Esri.mx.com* por lo cual si el usuario quiere obtener una respuesta más rápida y sin enredos debe hacer la consulta de forma directa a Esri.com. Aunque debe ser en inglés porque a pesar de que la compañía tiene un número importante de clientes de habla española el soporte técnico no es en español, y esto se puede deber a que la distribuidora del software en el país de origen del usuario es quien debe dar el soporte técnico. Pero en el caso del nuestro resulta muy deficiente y en base a mi experiencia es mejor hacer las consultas a Esri de España, porque responden rápido y resuelven el problema planteado.

En relación con el desarrollo de aplicaciones para Arcview lo que se puede comentar es que en nuestro país hay importantes soluciones pero éstas no están disponibles al público, porque son productos muy específicos y que generalmente se pago por su desarrollo. La difusión de estas aplicaciones, sólo es posible encontrarlas en los trabajos publicados cuando se menciona en que se ocupó Arcview. Pero en estos textos no se menciona cual fue su desempeño lo que sería de mucha utilidad porque se estaría gestando conocimiento sobre las flaquezas y puntos fuertes de la herramienta lo que podría servir a los distintos usuarios.

Situación que se está superando con la creación de foros donde se comparte manuales en español, soluciones a problemas, software libre, etc.

El número de usuarios de Arcview 3.2 es difícil saberlo porque hay muchas licencias no legales, pero según lo informado por el personal de ventas de la compañía Sistemas de Información Geográfica (SIGSA) han vendido hasta julio de 2008, un total de 2,000 licencias. Tengo que mencionar que para obtener esta información tuve que disfrazar el interés real de la investigación por uno de compra del software para que el personal me proporcionara la información sin exaltar las ventajas del mismo.

Desde mi punto de vista, el número de usuarios de Arcview 3.2 seguirá creciendo, lo mismo que la diversidad de profesionales que lo emplean, al igual que sus aplicaciones y es que es una herramienta que nos ha permitido en especial a los geógrafos elaborar los trabajos de forma rápida y ágil y es de suma importancia en los trabajos de planeación y diagnóstico.

Además de que es un producto que se puede adquirir con confianza ya que tiene múltiples aplicaciones, con él se han resuelto cientos de problemas, es el software con el mayor número de licencias y usuarios, lo que facilita el intercambio de información, de rutinas o programas, existe capital humano que maneja el sistema y no se depende del desarrollador o de la compañía que lo distribuye para resolver problemas que se enfrentan en su uso ya que entre los usuarios se intercambian experiencias y soluciones de toda índole.

Tal es la importancia de Arcview 3.2 que se utiliza como geoherramienta para enseñar sobre sistemas geográficos y sus aplicaciones en carreras como Geomática, en los diplomados de Sistemas geográficos del Instituto de Geografía o en el de la Facultad de Ciencias, en el taller Internacional sobre Manejo Espacial de Información Sociodemográfica y Económica de INEGI, entre otros. E incluso el último desarrollo cibernético de INEGI (IRIS) tiene una interfaz muy parecida al Arcview 3.2, lo que ha propiciado que se le llame el “Arcview Mexicano”.

La única limitante que veo es que no existe una certificación en uso y manejo como ocurre con el resto del manejo de programas de cómputo. Lo que representa una desventaja para los usuarios expertos porque es difícil comprobar sus habilidades y conocimientos, situación que no les sirve como un plus para que pudieran percibir un mejor sueldo y es que realmente en México existe un capital humano suficiente y altamente capacitado en el manejo de Arcview y en su aplicación para la resolución de múltiples problemas espaciales.

4.2 Desempeño de Arview 3.2 frente a los lineamientos de la cartografía tradicional

4.2.1 Arcview y sus posibilidades para las propiedades del mapa

Antes de iniciar con el análisis de las funciones del sistema debo precisar que el objeto de este trabajo no es mostrar metodologías, procesos u estructura del sistema ya que para ello están los manuales, más bien me centro en analizar las herramientas con que cuenta y cuales no, en función de los lineamientos de la cartografía tradicional y automática.

Así que en cuanto a los componentes para preparar el mapa y generar productos cartográficos Arcview cuenta con todos los elementos, ya que facilita el cálculo de los parámetros para su construcción, la elección del método de representación cartográfica, el dibujo de originales, el rotulado y la elaboración de los materiales para su edición y la generación de leyendas de forma automática y las herramientas necesarias para añadir al mapa los elementos necesarios como nortes, barras de escala, textos adicionales, logotipos e imágenes. Y es que de manera rápida, sencilla y accesible, puede generar mapas de calidad profesional con diferentes tipos de datos tanto vectoriales como raster y la impresión de los mismos puede llevarse a cabo en impresoras convencionales o plotters de diferentes marcas y modelos.

De las tres propiedades que requiere el mapa para diferenciarse de otras representaciones de la superficie terrestre, Arcview 3.2 cumple con: la ley matemática especial de la estructura del mapa, con algunos de los métodos representación cartográfica y con ciertos procesos para la generalización de los fenómenos que se representan.

En cuanto a la ley matemática el sistema puede dotar al mapa de la precisión y exactitud matemática requerida para realizar mediciones y cálculos aritméticos de los elementos lineales y areales que están contenidos en él, siempre y cuando los datos se capten conservando su precisión, considerando que parte de ella se pierde cuando los mapas son digitalizados para su captura. Permite hacer el cambio de coordenadas geográficas a rectangulares.

También conserva y garantiza el mantenimiento de las relaciones espaciales que tienen los objetos representados con respecto a sus similares en la realidad geográfica, es decir la localización precisa y exacta de dichos objetos en una superficie plana, reducida y matemáticamente determinada tanto en su despliegue en el monitor como en su impresión en el plano.

De los componentes que forman la base matemática a continuación se describe lo que Arcview 3.2 puede hacer para cada uno:

- a) Proyecciones cartográficas

Cuenta con seis grupos, cinco de ellas son para archivos vectoriales (uno de ellos es específico para el territorio estadounidense) y una para los raster.

Las proyecciones para los datos vectoriales son las siguientes:

- a) Proyecciones del mundo: con once opciones y una vista del mundo desde el espacio.
- b) Proyecciones de un hemisferio: en que las que se incluyen las equidistantes, las azimutales, la Área Equivalente Azimutal de Lambert, la Gnomónica, la Ortográfica y la Estereográfica.
- c) Proyecciones de Estados Unidos: como la Alberts de Área Igual, la Cónica Equidistante y la Cónica Conforme de Lambert.
- d) Planos para los Estados de la Unión Americana.
- e) Universal Transversa de Mercator

Y para los raster incluye la “Nacional Grids”.

Cada una de estas proyecciones se puede personalizar de acuerdo con las necesidades del usuario, lo cual se realiza a través de ventanas interactivas donde se modifican los parámetros como pueden ser: el meridiano central, la latitud, al

escala verdadera, el falso este, el falso norte, la referencia de la latitud, el factor de escala, el paralelo estándar, el azimut en la línea central, la longitud del punto central, la latitud del punto central y el esferoide.

Para este último, ofrece trece tipos, entre los que se encuentran: el Australiano, el Bessel, Airy, el Clark de 1866 y 1880; el Everest, el Internacional 909, el GRS 80, el Sphere, el WGS 72 y 84 y el Krassonsky.

El cambio de proyección para “shapes y grids” que contienen los rasgos espaciales se realiza preferentemente mediante el programa gratuito “projector” que es mucho más eficiente, que con la que cuenta el sistema ya que éste presenta fallas en su ejecución.

Este cambio de proyección es de un archivo por vez, en tiempo real y de forma rápida, sólo se requiere que el mapa cuente con algún sistema cartográfico, aún y cuando no cuente con el archivo .PRG que indica cual es la proyección cartográfica de los datos.

En los casos en que se realiza el cambio físico de proyección cartográfica, se genera un nuevo mapa quedando los originales sin modificación.

Otras de sus ventajas es que puede hacer un cubrimiento completo y sin costuras de un territorio y en el caso de áreas que se encuentran en el límite de cambios de zonas de proyección, no existe problema porque se pueden proyectar los archivos contiguos cambiando el valor del meridiano central por el del área que ocupe el mayor porcentaje.

Sus limitantes son que no hace cambio de proyección al vuelo, pero facilita el cambio virtual de proyección en el ambiente de trabajo sin modificar las propiedades cartográficas de los mapas desplegados.

b) Escala

No permite el cambio de escala de los objetos espaciales porque sus capacidades de generalización son mínimas y no cuenta con reglas cartográficas para modificar los objetos.

c) Métodos de representación cartográfica

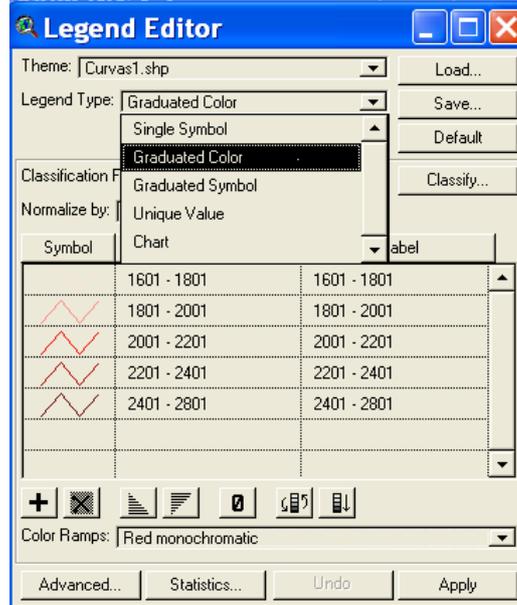
Ofrece la posibilidad para la presentación temática estadística y analítica de los datos espaciales, aunque no ayuda en la decisión sobre cual es el método de representación adecuado para construir un mapa temático, tampoco ayuda en la elección adecuada de la escala, ni en las categorías o clases a emplear para los objetos espaciales. Quizá por esto los creadores de mapas temáticos con Arcview 3.2 sólo recurren a los métodos sencillos que masivamente todos emplean como son el puntual, las isolíneas, el de el de áreas, fondo de color o cualitativo y/o, el lineal. Y en su construcción sólo se utiliza una variable y prevalece un sólo método por mapa.

Arcview posibilita la representación de los objetos desde el momento que un tema es agregado al área de trabajo (view) y lo hace mediante lo que llama “paletas” que contienen los tonos para representar los valores contenidos en los atributos del tema. Estas paletas se dividen en grupos de acuerdo con el tipo de rasgo espacial (puntual, lineal o areal). Y ofrece la posibilidad de incrementar esta galería de opciones, con paletas que contiene el sistema pero requieren de su activación o también mediante las “paletas” (programa tipo texto), que pudiera diseñar el usuario. Esta alternativa tiene poco uso ya que los usuarios emplean las opciones básicas de representación que ofrece el sistema sin introducir ninguna variante, lo cual se pudo corroborar al revisar los mapas publicados y facilitados por diversas instituciones en México, además de los publicados en la ESRI.com en donde distribuye ejemplos de lo que se puede hacer con Arview 3.2.

Es importante señalar que los símbolos que ofrece el sistema están hechos con fórmulas matemáticas de tal suerte que están en función del valor que representan, lo mismo se aplica a los símbolos que genere el usuario.

Los métodos de representación cartográficos de Arcview se encuentran en las opciones para desplegar datos, las cuales se llaman “leyendas”. En la imagen siguiente se muestra la ventana de diálogo de lo que es el “Legend Editor”. Que es una potente herramienta que proporciona funciones para la generación de mapas temáticos, definiendo rampas de color, rangos de valores, personalización de la simbología, símbolos de gráficas estadísticas y funciones estadísticas, entre otras opciones.

Imagen 1. Caja de herramientas con opciones que ofrece Arcview 3.2 para representar datos espaciales



Las opciones de representación cartográfica disponibles en esta caja de herramientas son:

- Símbolo único para todo el tema o para distinguir cada uno de los elementos del mismo tema (single symbol y unique value).

<p>Permite desplegar todos los elementos o rasgos del mapa usando el mismo símbolo. También muestra la localización de un mismo tema en base a cualquiera de sus atributos. Pueden ser puntos, líneas o polígonos. Serviría para desplegar por ejemplo todas las gasolineras con distinto color.</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

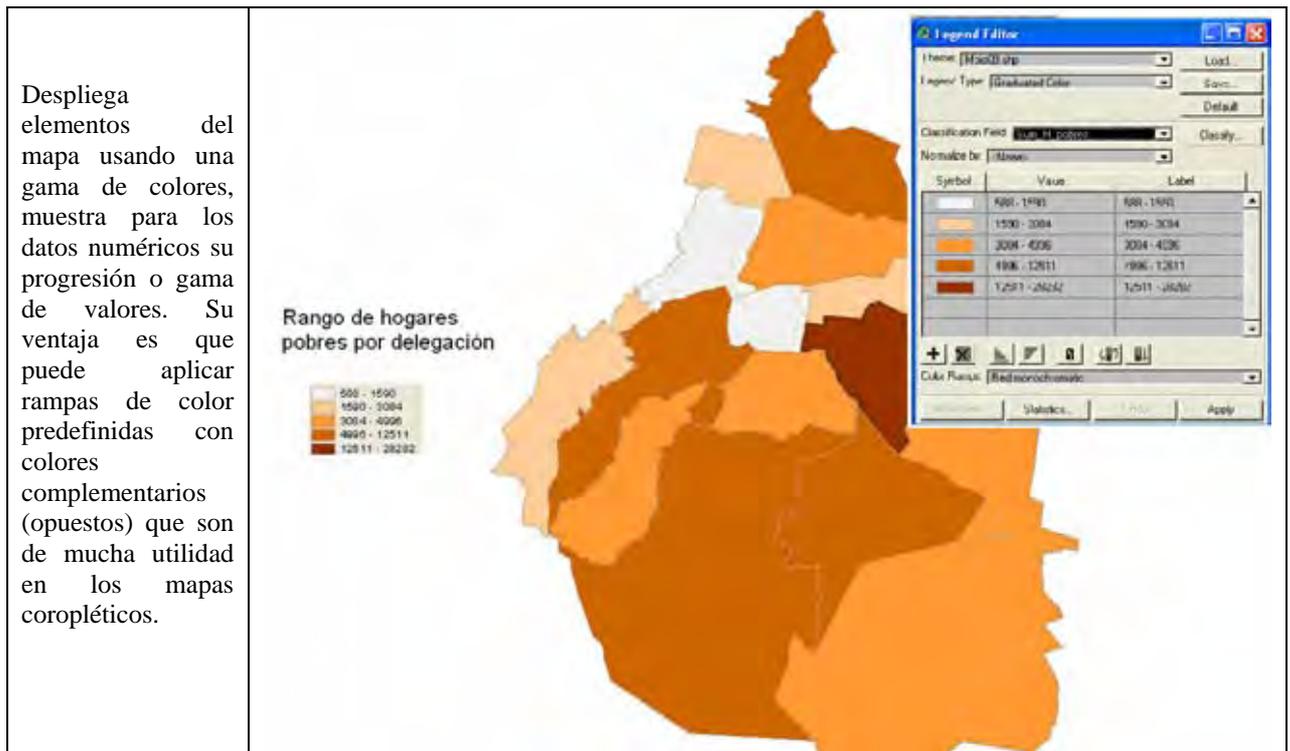
Habría que preciar que estas dos opciones también podrían catalogarse esta opción como de signos fuera de escala ya que el signo empleado para rasgos lineales o puntuales puede insertarse sin respetar la escala del mapa.

-Color graduado (graduated color) es equivalente al fondo de color o cuantitativo

Este es el segundo método que más se emplea en los mapas construidos con Arcview 3.2, debido a que no presenta ninguna dificultad en su construcción y porque es fácil de combinarlo con otros métodos. Ofrece para la regionalización del territorio colores, tonalidades o rayados de fondo que cubren las áreas afines a la clasificación determinada.

El inconveniente se presenta al momento de imprimir el mapa ya que la variedad de las tonalidades en el color pueden no ser captadas por el periférico de salida lo que provoca que el usuario haga cambios continuos en las tonalidades. Otro problema es que la paleta de rayados de fondo de color que utiliza el sistema por “default” no permite su impresión tal y como se muestra en la pantalla, por lo que se tienen que usar los rayados de la paleta llamada “carto.avp”, la cual se toma de la galería de paletas incluidas en los archivos del sistema.

A continuación un ejemplo



Para robustecer las posibilidades de representación del fondo de color, es factible añadir galerías de rayados o ashurados.

Otra de las alternativas para simbolizar los objetos es la de hacer translúcidos los polígonos, lo cual es de gran ayuda porque ya no se tiene que estar jugando con los rayados que permitan visualizar claramente los temas que se enciman o tener que cambiar su orden. Para esto se ocupa la extensión llamada “Make polygon theme translucent”. La herramienta se agrega como

un botón **Make polygons translucent** el cual se activa cuando se trabaja con el “View” y con temas de polígonos.

- Símbolo graduado (graduated symbol) es equivalente a símbolos fuera de escala

Despliega elementos o rasgos del mapa, con un símbolo único para todos, pero con distintos tamaños que representan una progresión de valores. Este método es usado para simbolizar datos que muestran una magnitud o tamaño. Sólo esta disponible para datos puntuales y lineales. Tiene una implantación puntual.

Total de hogares beneficiado por el Programa Oportunidades por localidad

Symbol	Value	Label
1 - 149	1 - 149	1 - 149
150 - 371	150 - 371	150 - 371
372 - 662	372 - 662	372 - 662
663 - 2761	663 - 2761	663 - 2761
2762 - 4189	2762 - 4189	2762 - 4189

Legend Editor

Theme: [Localidad] Load... Save... Default

Legend Type: [Graduated Symbol]

Classification Field: [Hogares] Classify...

Normalize by: [None]

Symbol: [] Size Range: [4] to [12]

Advanced... Statistics... Link Apply

- Despliegue de puntos es equivalente al método de puntos

Muestra los valores registrados en cada polígono usando puntos, en donde cada uno de ellos toma el mismo valor. Al mostrar el mapa, los polígonos contendrán los puntos que representen el valor total del campo elegido. Son puntos uniformes y del mismo valor repartidos, regularmente o no en la superficie del espacio en el que se produce. Por ejemplo en la imagen se muestran una mayor concentración de puntos donde hay más pobres.

Concentración de hogares pobres por delegación

1 Dot = 70 hogares

Legend Editor

Name: [Municipio] Load... Save... Default

Legend Type: [Dot]

Density Field: [Sum_H_pobres] 0

Normalize by: [None]

Dot Legend: 1 dot = [70.000000] Calculate

Dot Symbol: [] Background Symbol: [] Null Symbol: []

Advanced... Statistics... Link Apply

- Símbolo de gráficos (chart) es equivalente al método de diagrama local

Son dos los tipos disponibles y en caso de requerir el uso de otros, la sugerencia es que el mapa se exporte como imagen a un paquete de diseño gráfico en el cual se inserten los diagramas que el usuario requiera. Los siguientes son ejemplos de los únicos diagramas que ofrece el sistema:



Con el siguiente modelo se ilustra las posibilidades de Arcview para el uso de este método de representación

Despliega varios atributos de un elemento usando un gráfico de sectores o de columnas, que corresponden con un atributo especificado donde el tamaño de cada sector o columna se determina por el valor de cada atributo.

A continuación se presentan por medio de “mapas” elaborados con Arcview ejemplos de sus posibilidades para el resto de los métodos de representación según la cartografía no automatizada (tradicional):

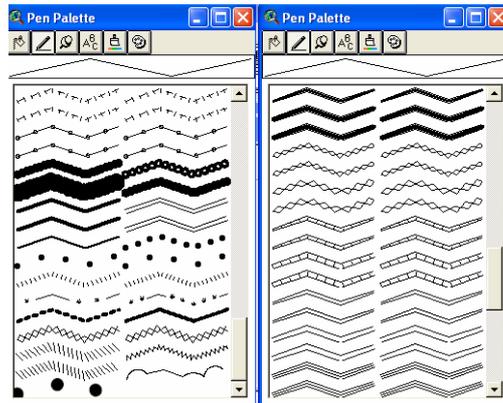
Símbolos lineales

Los encontramos en la opción de signos únicos, en donde existe la posibilidad de líneas de diferente calibre, color, tono y relleno, de forma continua y discontinua. En caso que se requiera mostrar la dinámica del fenómeno se puede jugar con el tamaño del símbolo para reflejar variaciones en el tiempo. Y mediante el valor de una variable se puede mostrar su gradación con estos símbolos.

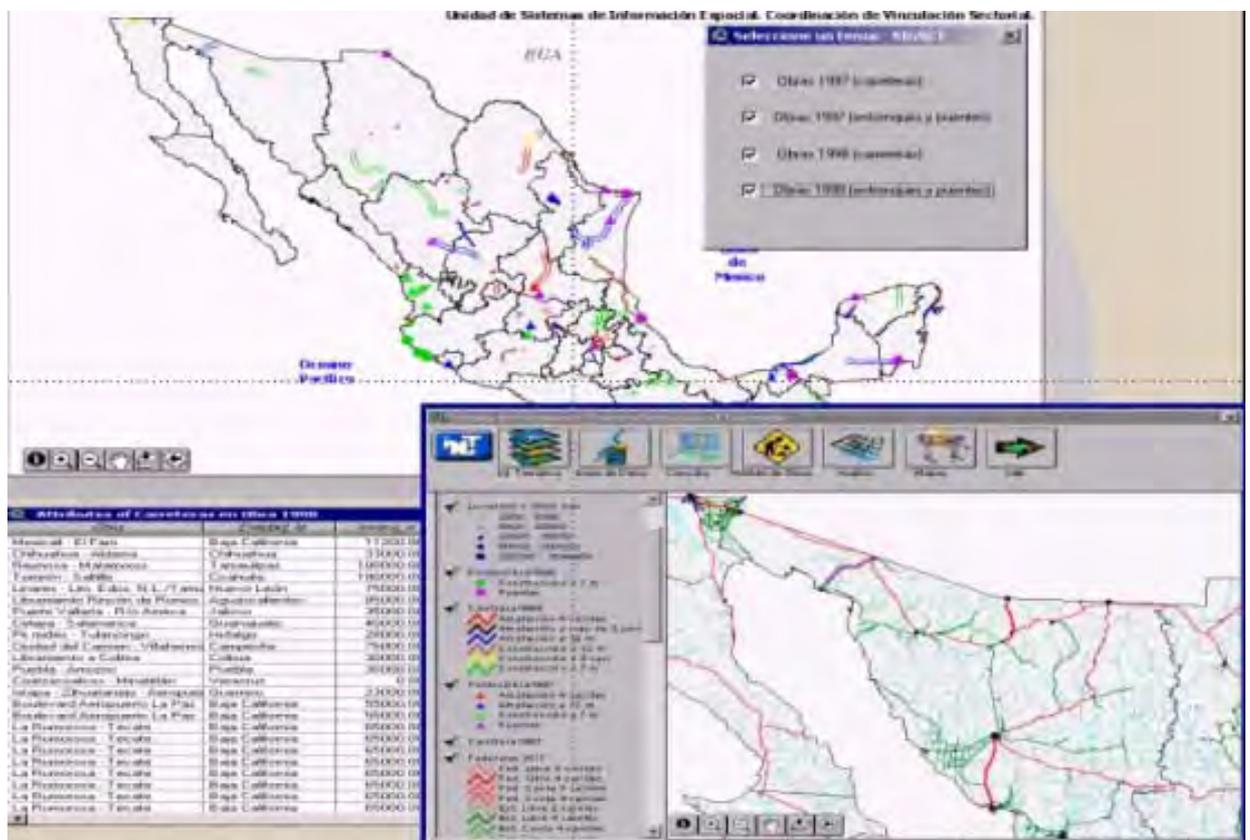
En la imagen 2 se muestran los tipos de símbolos lineales básicos disponibles en Arcview 3.2.

	100	Símbolos lineales que varían por color y calibre.		101 - 103	El símbolo varía su calibre para mostrar escala de valores
	101			104 - 202	
	103			203 - 206	
	200			207 - 404	
	202				
	206				
	403	Símbolos que representan la gradación en el valor de una variable a través del color			
	404				

Para enriquecer la galería de este tipo de símbolos, en el portal de ESRI.com se pueden descargar otras paletas como la “ai-lineset.avp” que contiene símbolos como los que a continuación se muestran:



Para ilustrar las posibilidades del Arcview se muestra el Modelo 2 que ilustra como representan las vías de comunicación que método para fenómenos lineales que ha empleado el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) para mostrarlos en su Sistema de Transporte en Internet.



Símbolos fuera de escala

De acuerdo con las tres categorías de símbolos fuera de escala que existen, Arcview 3.2 ofrece para cada uno lo siguiente:

a) Símbolos fuera de escala literales:

Cuenta con una galería extensa y además se pueden agregar más símbolos que es factible descargar sin costo alguno de la página de ESRI o los creados por los usuarios.

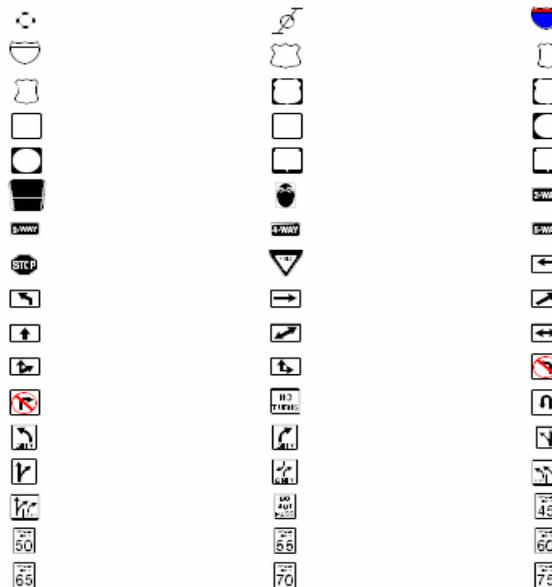
b) Símbolos fuera de escala geométricos:

Es factible la construcción de variantes de formas geométricas como el cuadrado, el triángulo, el rectángulo y el rombo. Pero sin estructura interna, a menos que se elaboren como un gráfico independiente del mapa y después se inserten en el mismo. Pero estas figuras no tendrán liga con los atributos del mapa y en caso de que estos cambien se tendrán que construir nuevamente los símbolos. Esta situación limita la representación de fenómenos socioeconómicos, políticos, demográficos, etcétera mediante Arcview.

c) Símbolos fuera de escala evidentes:

Cuenta con galerías de símbolos para temas relativos: al crimen, al mediambiente, a la meteorología, a lo forestal, a la geología, al transporte, a la minería, al gas, al petróleo y a los ferrocarriles y existe la posibilidad de que el usuario construya sus propias paletas de símbolos.

En la siguiente figura número 6 se muestra un ejemplo de la paleta de Arcview 3.2 con símbolos para aplicarse a temas del transporte.



Isolíneas

Este método no se encuentra en las opciones básicas de Arcview, y sólo es factible su utilización si se dispone del módulo “spatial analyst” (muy costosa). Sobre el que puedo comentar que la generación de las isohipsas es fácil y ofrece para ellas colores o tonalidades para mostrar datos cuantitativos a través de la gradación del color.

Su limitante se encuentra en la rotulación de las líneas porque cuando coloca la etiqueta de forma automática lo hace de forma aleatoria sin respetar que la parte superior del rótulo indica un incremento en el valor de las isolíneas, tampoco considera lo sinuoso de la línea, ni corta las líneas para insertar el texto. Cuando se colocan de forma manual las etiquetas las puede insertar en lugares que no corresponden. Por lo cual el diseño final de mapa se hace de forma totalmente manual en la pantalla ya que se requiere adecuar el tamaño y posición de cada etiqueta.

En el modelo 3 de a continuación, ejemplifica la representación de las curvas de nivel mediante isolíneas, así como la forma en que la extensión *Spatial Analyst* de Arcview 3.2 coloca los rótulos para estas. En los círculos se señalan los casos en que las etiquetas colocadas de forma manual no coinciden con las curvas.

Modelo 3. Representación de Curvas de Nivel con Arcview 3.2

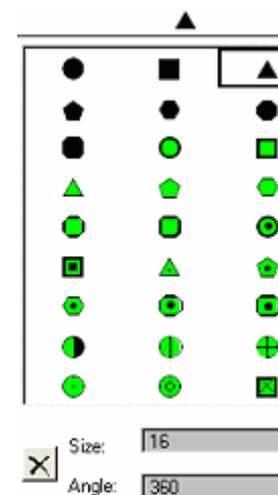


El método de isolíneas aunque sirve para mostrar fenómenos sociales como la densidad de población, el potencial demográfico, la difusión de las innovaciones, los núcleos de poblamiento, la esperanza de vida, la natalidad, la mortalidad, la regionalización demográfica y otros más, no se emplean en los mapas elaborados con Arcview 3.2. Debido principalmente a que se usa esta herramienta para modelar la variable de altitud.

Método de puntos

Es el método de mayor uso, debido a que se abusa del mismo para representar fenómenos espaciales a través de Arcview 3.2. El sistema permite para estos símbolos hacer cambio en su: tamaño, tipo, color y ángulo. También le facilita al usuario la creación de sus propios símbolos. Y se utiliza principalmente para representar centros de población.

En la imagen 3 del lado derecho se muestra la galería de símbolos puntuales de Arcview.



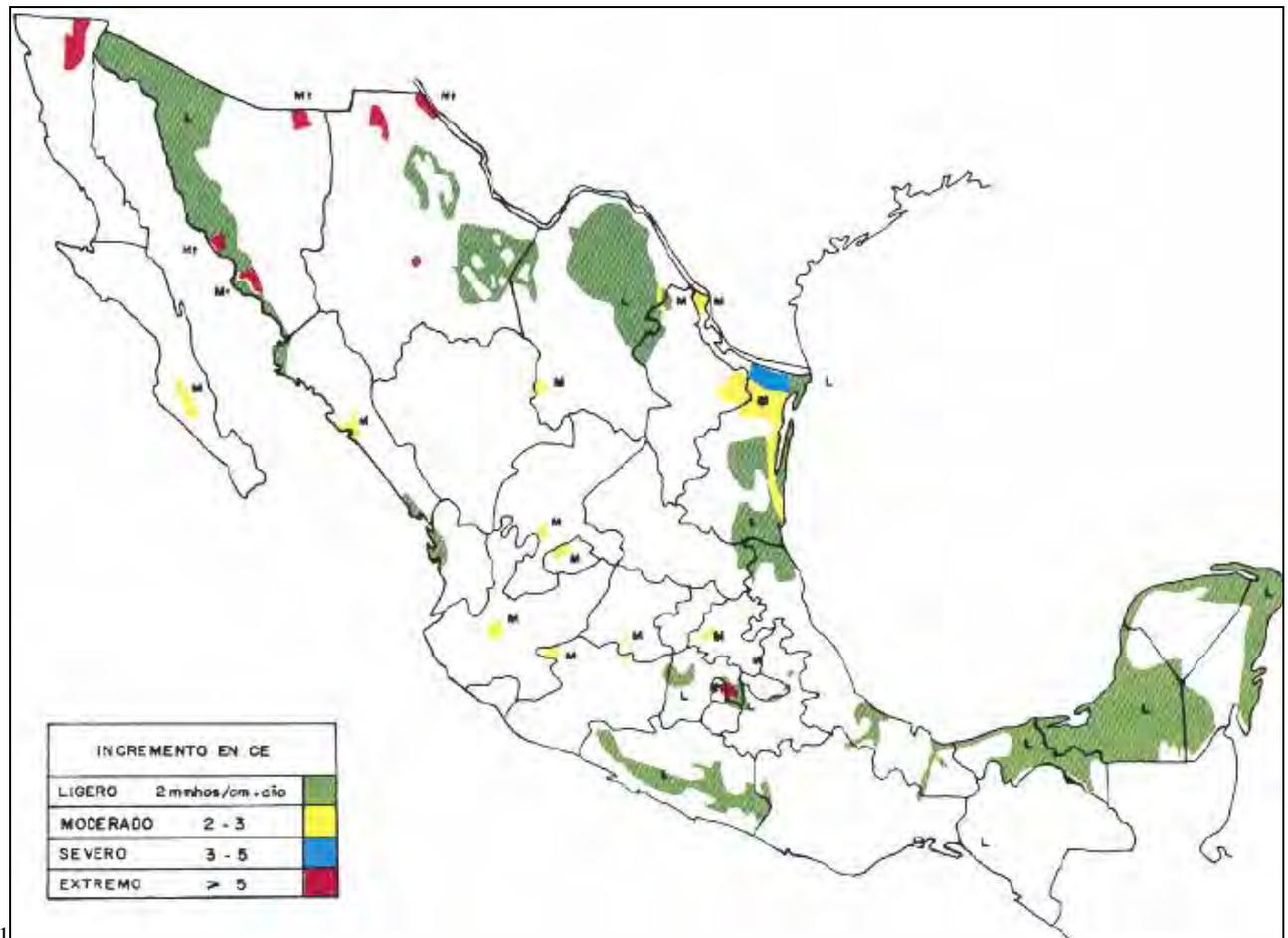
Áreas

Es el tercer método de mayor uso para representar fenómenos espaciales con Arview 3.2, para el cual ofrece rayados y 256 colores.

Las líneas que delimitan las áreas pueden variar su color, calibre y tipo, pero no existe la posibilidad de líneas discontinuas, ni el uso de texto o figuras (estarcido) dentro del área, a menos que estos dos últimos se inserten en el diseño final de mapa como imágenes.

En seguida se muestra un ejemplo de la delimitación de áreas por medio de rayados. El seudo mapa carece de muchos elementos básicos, fue tomado del estudio “Plan de Acción para combatir la desertificación en México” (2000^N) de CONAZA.

Modelo 4. Muestra por medio de áreas y rangos la Distribución en México de la Salinización



Signos de movimiento

El sistema no ofrece la posibilidad de representar fenómenos con dinámica de movimiento, dirección, sentido, rumbo, velocidad, calidad, potencia, volumen o la estructura del fenómeno que se desplaza.

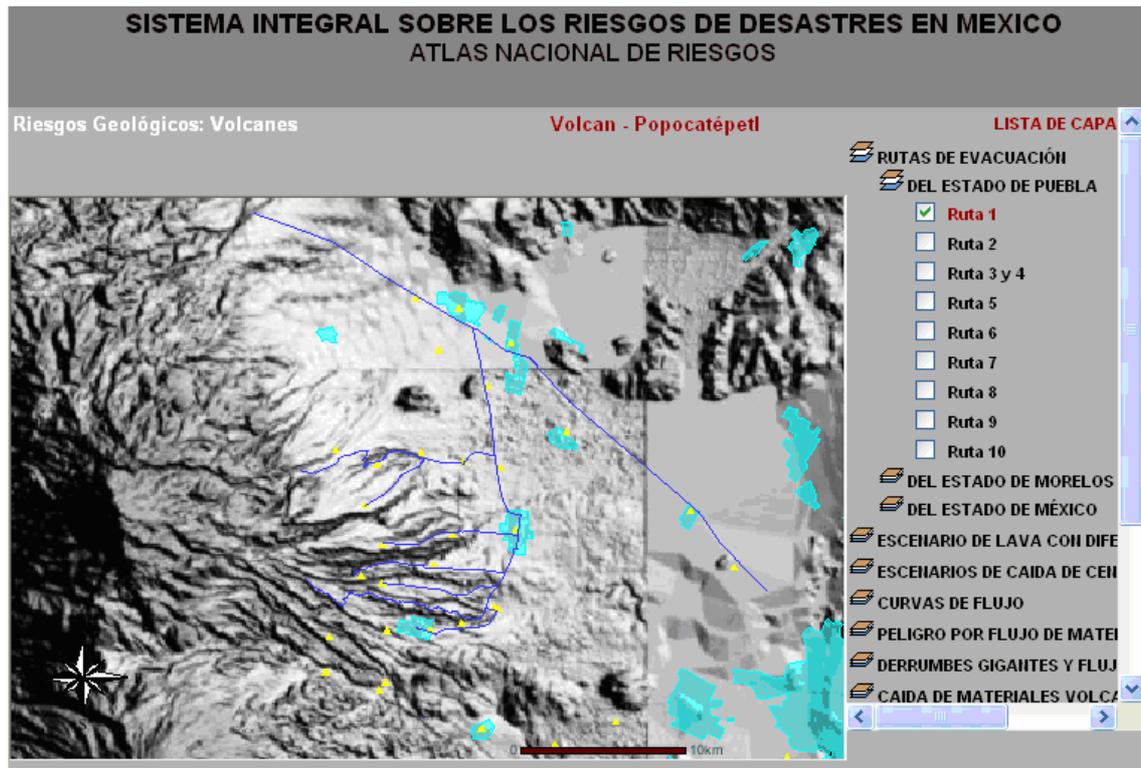
Y aunque existe un programa (arrow.ave) gratuito que se añade al Arcview, el cual permite colocar flechas que indican la dirección o flujo en los rasgos lineales, esto lo hace sólo en función de cómo se digitalizó el rasgo pero no toma en cuenta la dirección real. Y su simbolización se tiene que hacer de forma manual para darle un diseño armonioso a la presentación de los rótulos.

Revise los mapas publicados en medios electrónicos (atlas electrónicos) por instituciones gubernamentales (IMT; CNA, CENAPRED, CONAPO, CONAZA) que estudian fenómenos con dinámica de movimiento y se observó que no hacen uso del método de representación y que tampoco han diseñado otro método de representación que de la idea del movimiento que tienen los fenómenos que representan.

Por ejemplo en los mapas del Atlas Nacional de Riesgos de CENAPRED para mostrar las rutas de evacuación en caso de erupción volcánica del Popocatepetl se emplean líneas pero estas no indican la dirección en que la población se debe desplazar para ponerse a salvo, la siguiente imagen muestra el ejemplo mencionado.

^N www.CONAZA.gob.mx

Modelo 5: Rutas de evacuación del Volcán Popocatepetl



Cartogramas y cartodiagramas

Ambos métodos de representación no están contemplados en la versión básica de Arcview 3.2, y esto no es raro ya que ningún sistema cartográfico ni geográfico lo contiene.

Sin embargo es posible conseguir en la ESRI.com un programa gratuito que construye cartogramas (no contiguos en base al valor numérico de un campo). El cual crea polígonos o cartogramas en un nuevo “shape” con la misma forma que el área original de dimensiones proporcionales al tamaño de esta, para lo cual considera la densidad (valor/área).

Este programa se agrega por medio del menú File/extensions, el cual se llama “cartogram” se ejecuta por medio del



botón **Cartogram** que añade a la barra de botones cuando se trabaja en el View.

A continuación se muestra un ejemplo con este tipo de representación, para lo cual se tomó como valor para formar el cartograma el número de hogares pobres por manzana.

Imagen 4. Ejemplo de cartogramas elaborados con Arcview 3.2.



A diferencia del método original, el sistema presenta el resultado incluyendo las formas de los objetos originales, que en este caso fueron las manzanas, en los cuales insertó el cartograma, que coinciden con formas como cuadrados o rectángulos, lo que podría confundirlo con el método de cartodiagramas. Vale la pena puntualizar que si las formas de los objetos fueran irregulares el sistema entregaría cartogramas irregulares insertados en los objetos originales.

Resultó fácil y rápida su ejecución, es un proceso intuitivo que no requiere muchos insumos y no presenta ninguna complicación. Es un método de representación muy útil porque permite apreciar de forma rápida la densidad o presencia del fenómeno estudiado de acuerdo al espacio, lo cual representa ventajas para cuestiones sociodemográficas. Sin embargo se desaprovecha porque nadie lo emplea, he revisado múltiples publicaciones de mapas elaborados con Arcview 3.2, en ninguna se le usa. Ni siquiera se incluye como ejemplo de las formas de representación para los fenómenos espaciales que hace Esri.com en el libro que publica llamado “ESRI Map Book” (Esri, 2008).

Y en cuanto a los cartodiagramas, quiero precisar que en ningún sistema de cartografía automatizada comercial occidental se encuentran, esto desde mi punto de vista se debe a que estos sistemas siguen la tradición de la escuela cartográfica norteamericanas cuyo enfoque es más físico-natural más que social, económico o político. Con un corte práctico y hay que considerar que la elaboración de los cartodiagramas representa un trabajo elaborado que requiere de experiencia en el manejo de los datos y conocimiento de los mismos para formar las figuras geométricas que representan a un conjunto de variables en una misma figura, relacionada con el territorio.

Lo que puedo concluir de este inciso es que Arcview es una herramienta completa para generar el mapa con todas sus propiedades, que dispone de los métodos de representación cartográficos principales que le permiten modelar los fenómenos espaciales bajo distintas formas de representación, con la limitante que no cuenta con propuestas de representación para los datos.

4.2.2 Arcview 3.2 y sus posibilidades para la generalización cartográfica

Hay que recalcar que la generalización es complicada y subjetiva con reglas no muy bien definidas, lo que hace difícil que se implemente en los geosistemas, Arcview 3.2 no escapa a esta situación, aunque hay que considerar que su principal función es la de visualizar datos y crear mapas temáticos, con limitadas herramientas de edición y mínimas tareas relacionadas con la generalización por lo que la solución de problemas específicos de generalización requiere de la programación de rutinas expofeso.

Como ejemplo está el desarrollo de Palomar y Pardo (2004a) que resuelve conflictos visuales entre curvas de nivel cuando se requiere la generalización. Según estos autores Arcview 3.2 permite la manipulación y relación de la información cartográfica en procesos de generalización disponiendo de un potente lenguaje de programación (Avenue) que permite la implementación de herramientas para procesos de generalización específicos.

La generalización en Arcview en su versión básica es muy limitada, ya que entre sus herramientas sólo se encuentran la simplificación y la agregación para líneas o polígonos, con la limitante de que se aplican sólo para un tema por vez y no procesa al mismo tiempo todos los temas implicados en la producción del mapa, lo que requiere posteriormente mucho trabajo de armonización.

En los siguientes párrafos se analizará y discutirán tanto las posibilidades como las limitantes de Arview 3.2 respecto a las tareas del proceso de generalización tanto para estructuras vectoriales como raster.

1) Generalización vectorial

a) Selección

Arcview 3.2 facilita la tarea de elegir o especificar los datos con los que se proyecta trabajar, esta elección puede ser en función de atributos en la tabla (utilizando operadores numéricos y/o boléanos) o a través de la selección de elementos gráficos en el mapa desplegado en pantalla por medio del puntero o de un recuadro para el cual el usuario puede definir su tamaño, pero no así su forma y no es factible la selección por medio de líneas.

La otra forma para seleccionar elementos en el mapa (theme) es por medio de otro mapa utilizando para ello operaciones espaciales que permiten elegir sólo los elementos que cumplan con la condición espacial como pueden ser seleccionar elementos de un tema que se intersectan con los de otro mapa. También facilita que estos elementos seleccionados participen en otra selección que puede involucrar a otro tema y una nueva condición espacial. Su limitante es que sólo se pueden seleccionar elementos en un mapa y este proceso se tiene que repetir para cada uno de los temas involucrados en la producción del mapa.

La opción con la que Arview facilita la tarea anterior se llama "Select by theme", la cual requiere de dos mapas o "themes" y ofrecen las siguientes opciones:

- Selección de rasgos del mapa de trabajo que estén dentro de los rasgos de otro mapa.
- Selección de rasgos del mapa de trabajo por medio del centroide de un polígono de otro mapa.
- Selección de rasgos en el mapa de trabajo que son intersectados por rasgos de otro mapa.
- Selección de rasgos del mapa de trabajo que estén en el rango de una distancia especificada respecto a los rasgos de otro mapa.

b) Simplificación o esquematización

En las opciones básicas de Arcview 3.2 no se encuentran herramientas para la simplificación, pero los usuarios han desarrollado el programa gratuito llamado "Generalize" que se añade al Arcview como una extensión y permite realizar la generalización por simplificación para rasgos lineales y areales, eliminando vértices que no son necesarios, aunque cambia con ello un poco el detalle geométrico. Esta tarea dentro de la simplificación se llama eliminación.

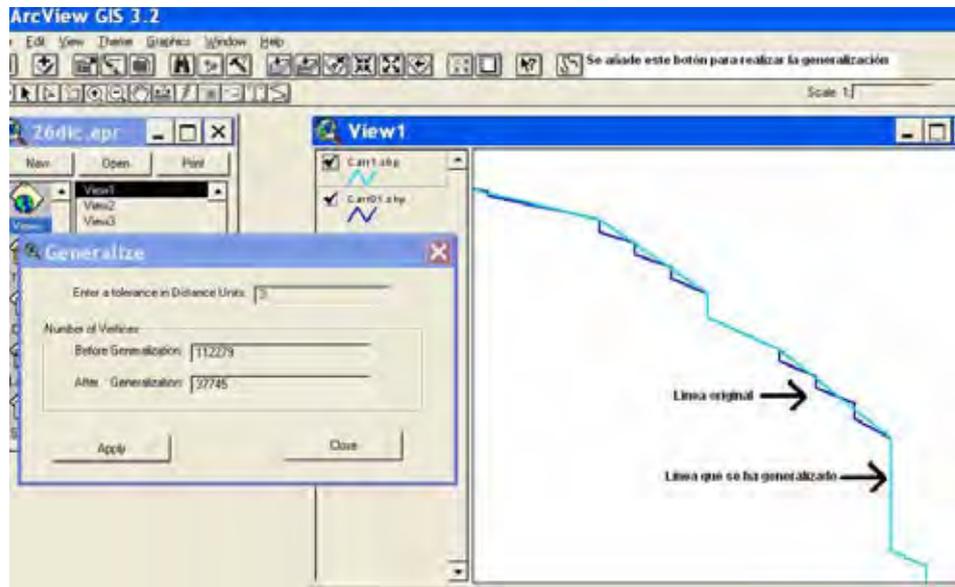
El programa también permite especificar la tolerancia para revisar los vértices que serán retenidos. Al interior algunos son eliminados, pero mantiene los vértices de inicio y fin. Cuando el proceso se aplica a los polígonos al terminar es recomendable recalcular el área porque el programa no lo realiza.

Sus ventajas son su rapidez, la reducción del tamaño de los archivos digitales en disco con muy poca pérdida de detalle geométrico y que se basa en el algoritmo de Douglas y Peucker (Douglas, 1973).

A continuación se muestra un ejemplo de la generalización que se aplicó a un mapa de carreteras del Estado de Aguascalientes de una escala 1:300 000. Se determinó una tolerancia de tres metros entre cada vértice para que el sistema decidiera que vértices eliminar.

Como resultado en el “shape” de salida se cambio el detalle de las líneas, se redujeron los vértices en un 33%, el tamaño del archivo disminuyó a la mitad en tanto el tiempo de ejecución fue de un minuto.

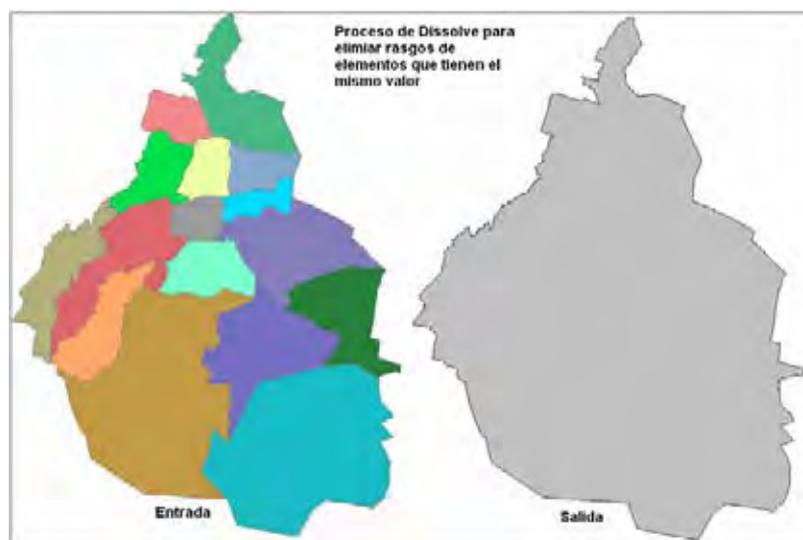
En la imagen 5 se muestra el ejemplo gráfico de la generalización para líneas.



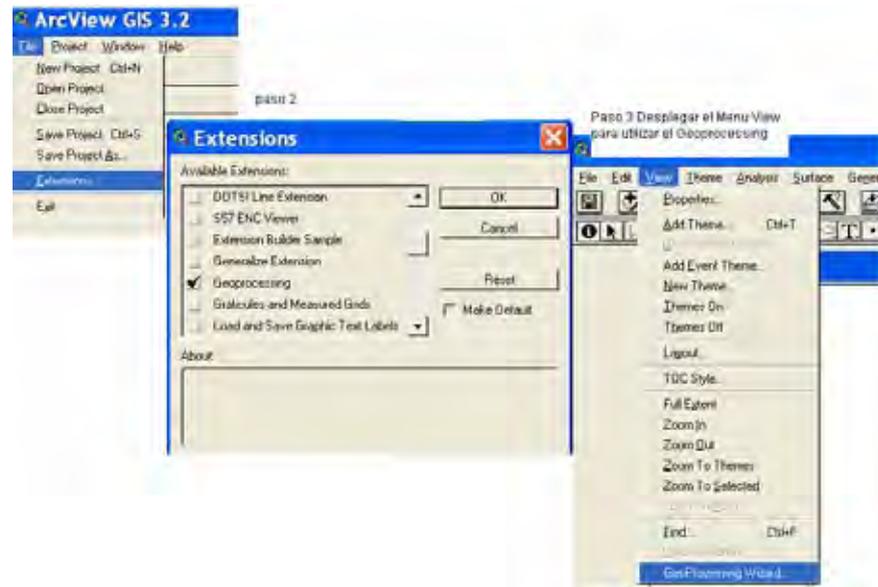
Otra forma de simplificación que realiza es a través disolver rasgos lineales o areales mediante cualquier valor registrado en los campos de atributos del gráfico. Con ello elimina los nodos y arcos entre las líneas y/o en polígonos adyacentes. Con esto se genera un nuevo mapa digital con menos elementos gráficos pero con la misma precisión que el mapa fuente Esta tarea dentro del proceso de generalización es considerada como agregación. El proceso se realiza mediante la opción “Dissolve” que se encuentra dentro de la extensión Geoprocessing (gratuita) que se añade a las funciones básicas de Arview, es un proceso rápido y sin ninguna complicación.

El ejemplo de su potencial se muestra en el modelo 6, para el cual se toman las Delegaciones del Distrito Federal y mediante el campo de la clave del estado se disuelven las líneas que separan a las delegaciones y se genera el mapa del Distrito Federal.

Modelo 6: Disolución de líneas que delimitan las delegaciones del Distrito Federal para formar el perímetro del Distrito Federal



En la siguiente imagen 6 se muestra el proceso en Arcview 3.2 para realizar la tarea de agregación que en el sistema se llama disolver elementos gráficos.



Otra posibilidad para eliminar los vértices es mediante el programa gratuito llamado “genfeat.ave” que se agrega como un script, el cual sólo requiere de un tema activo en el View, para su ejecución. Y así quitar detalles a polígonos y líneas; en el caso de los primeros hay que tener cuidado porque después de aplicar el proceso los polígonos adyacentes pueden no ser coincidentes y esto se debe que Arcview 3.2 no maneja reglas topológicas que pudieran corregir automáticamente las líneas.

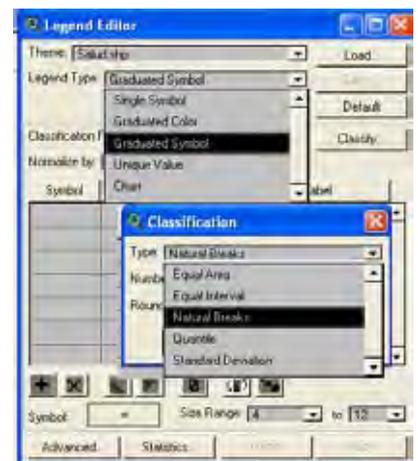
c) Clasificación

Arview 3.2 permite aglomerar los datos que son iguales, a través de los tres tipos de clasificación posibles (cuantitativa, cualitativa y lógica) generando un nuevo mapa digital simplificado. En un mapa de este tipo se observan las zonas de igual comportamiento para las variables utilizadas de acuerdo a su distribución territorial y para elegir las clases Arview facilita las siguientes formas de clasificación:

- a) exógena: que agrupa los datos por valores no relacionados con la distribución o frecuencia de los datos.
- b) arbitraria: el usuario elige por conveniencia los datos, sin importar la distribución de la información.
- c) ideográfica: agrupa los datos donde cada grupo pierde continuidad.
- d) serial emplea los métodos de desviación estándar, intervalos iguales, cuantiles y áreas iguales.

Los métodos de clasificación en Arcview quedan comprendidos en cinco opciones, las cuales no categoriza como un proceso de generalización si no más bien como un método de despliegue de datos (simbolización). Por lo cual para utilizarlos se utiliza el menú de leyendas (legend editor) que ofrece dos opciones que se aplican a los rasgos espaciales para simbolizarlos y mostrarlos, una de ellas es el color graduado que ocupa la tonalidad del color para mostrar los rasgos clasificados por rango. Y la otra opción es el símbolo de forma graduada que muestra los rasgos espaciales con distintos tamaños de acuerdo con sus atributos.

La figura 7, a la derecha muestra la caja de diálogo del “legend editor” y las opciones de clasificación para los rasgos espaciales.



Los métodos de clasificación son:

- **Cortes naturales:** identifica saltos de valor significativos en la distribución de los valores para crear clases.
- **Cuantiles:** los valores son agrupados, de manera que cada clase contenga el mismo número de elementos.
- **Intervalos iguales:** divide el rango de valores de los atributos en rangos de igual tamaño.
- **Áreas iguales:** se aplica sólo a polígonos, los cuales son clasificados de tal manera, que el área total de los polígonos en cada clase sea aproximadamente igual.
- **Desviación estándar:** a los valores se les calcula el promedio, y después se forman las clases de acuerdo a la desviación estándar ($1/4$, $1/2$ ó 1) de los valores respecto al promedio.

d) Omisión

Permite omitir del tema (theme) aquellos elementos que no se necesitan. Esto puede ser de forma virtual lo que representa una ventaja ya que no se tienen que hacer mapas para cada ejercicio lo que aumentaría el espacio en disco, si no que del mismo tema (theme) se toman sólo los objetos necesarios. Incluso permite que el mismo tema se utilice tantas veces se necesite en una misma área de trabajo (view) pero mostrando en cada caso objetos clasificados de forma distinta para formar el mismo mapa. Esto se hace mediante la opción de propiedades del tema (menú theme/properties)

En mi opinión la omisión y selección son muy parecidas porque ambas tareas dejan sólo los elementos que se necesitan

e) Exageración

Este proceso no es factible realizarlo en Arcview, porque no cuenta con reglas cartográficas para aplicarse cuando se produce un cambio de escala, lo cual provoca el cambio en las formas geométricas de los objetos.

f) Armonización y desplazamiento

Son tareas que se tienen que realizar de forma manual, porque el sistema no ofrece ninguna herramienta y tampoco se han desarrollado programas para tal fin.

g) Simbolización

Tiene un alto carácter subjetivo que se basa en consideraciones semánticas, perceptivas, cognoscitivas y en principios de la visión computacional. Cuestiones que no están consideradas en el Arcview 3.2 porque el cambio de símbolos que se suceden por el ejercicio de generalización como es la asignación de nuevos símbolos, debe ser de forma manual porque el sistema con el cambio de escala no modifica los rasgos espaciales y siguen siendo del mismo tipo, con las mismas dimensiones y formas (polígono, líneas o puntos).

Arcview tampoco realiza la representación gráfica en la que contrasten los fenómenos geográficos ya que la asignación del signo ideal, su ubicación, tamaño y tipos debe ser de forma manual. No ofrece alternativas para la mejor representación del fenómeno de acuerdo a la escala y tema del mapa.

Dentro del tema de la simbolización también se incluye la colocación de etiquetas para lo cual Arcview ofrece dos posibilidades:

i) Colocación automática de etiquetas

Se listan las tareas y dificultades del sistema para colocar etiquetas:

1. Etiqueta tema por tema, no se pueden seleccionar todos los temas involucrados en la composición del mapa.
2. Etiqueta sólo los rasgos que el usuario haya seleccionado.
3. Etiqueta en función de un sólo atributo.
4. Permite especificar los rasgos del mapa, así como determinar las características de los textos (tamaño, tipo, color).
5. No considera los límites mínimos del rasgo para etiquetarse.

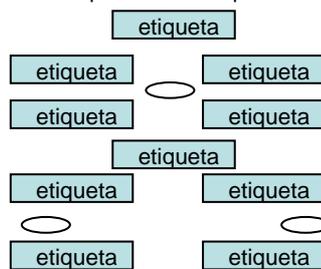
6. Considera las coordenadas del rasgo para colocar la etiqueta. En el caso de los polígonos toma el centroide y para los rasgos lineales coloca la etiqueta donde existe un nodo.
7. El usuario define cuando se deben desplegar las etiquetas, lo que favorece el desplazamiento en el mapa sin tener que esperar a que en cada movimiento se desplieguen las etiquetas.
8. Aunque ofrece la posibilidad de encontrar la mejor posición y escalar las etiquetas, es poco eficiente, porque muchas de ellas se tienen que mover manualmente y además se debe explorar en cual es su tamaño adecuado.
9. Coloca las etiquetas que se sobreponen con un color distintivo con la finalidad de distinguirlas y entonces moverlas manualmente.
10. No coloca las etiquetas que se sobreponen si es que el usuario lo desea.
11. Sólo para los rasgos lineales ofrece la posibilidad de elegir la posición en que se colocará la etiqueta como puede ser: abajo, arriba o encima del rasgo.
12. Coloca etiquetas en rasgos lineales de acuerdo a lo sinuoso del mismo, pero el usuario tiene que seleccionar un rasgo por vez en el tema de trabajo y seguir con el puntero su trazo, después se debe teclear el texto para que posteriormente se añada la etiqueta.
13. No tiene opciones para etiquetar rasgos raster.
14. No tiene opciones automáticas para detectar las etiquetas que se sobreponen entre los distintos temas, sólo lo hace para los rasgos del mismo.
15. En el caso de los rasgos areales no toma en cuenta la dimensión de los mismos para colocar la etiqueta considerando que no exceda los límites o para se distribuya de acuerdo a la forma y tamaño del área.
16. El usuario puede programar una rutina para colocar etiquetas según sus requerimientos.
17. Se pueden añadir programas a la estructura básica de Arcview 3.2 para colocar etiquetas de forma automática, los cuales se pueden descargar de forma gratuita de la página electrónica de ESRI.

Estos programas gratuitos son: el “labeling”, el “label2 y el “autolabel”, los dos primeros no mejoran en nada la forma

de etiquetar de Arcview, su diferencia sólo radica en que en un botón  se condensan las funciones. Pero el programa que si representa una mejoría es “autolabel”, este se agrega como un Script al Arcview 3.2, su ventaja es que coloca las etiquetas de forma automática en función de la concatenación de varios campos para un tema activo en el “View, considera la escala del mapa para el despliegue de las etiquetas, así como su ángulo, tamaño y alineación de las mismas. Ofrece nueve opciones para ubicar cada etiqueta respecto al rasgo espacial, las cuales son sólo una menos que las reglas de ubicación propuestas por Yoeli, las que se muestran en el siguiente esquema

Esquema 5. Reglas de ubicación de etiquetas para rasgos puntuales según Yoeli (Imhof, 1975)

Posibilidades para ubicar etiquetas en el rasgo



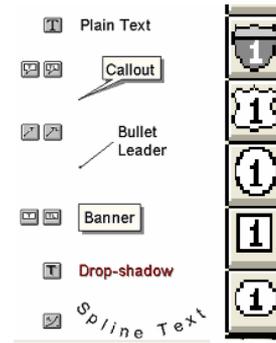
La parte débil del programa se presenta en el etiquetado de rasgos lineales, ya que el texto lo coloca tomando en cuenta el nodo de la línea por lo que la etiqueta queda cruzando el rasgo.

Pero a pesar de lo anterior el programa ofrece más posibilidades que las herramientas básicas con que cuenta Arcview, ya que sólo da la posibilidad de elegir donde colocar las etiquetas para los rasgos lineales y aunque en el caso de los puntuales y areales ofrece la posibilidad de encontrar la mejor posición para las etiquetas, distinguir donde hay duplicadas y escalarlas. Esto no funciona muy bien porque se requiere de mucho tiempo para acomodar y escalar las etiquetas.

ii) Colocación manual de etiquetas

Las opciones de Arcview para colocar etiquetas de forma manual requieren que del tema (mapa) se elija previamente el campo de donde se tomarán las etiquetas así como determinar su tamaño y tipo. En la figura 8 se muestran los estilos para colocar etiquetas, entre las opciones se encuentra la posibilidad de etiquetar temas de carreteras para lo cual se requiere que un campo contenga el valor de las mismas.

Figura 8. Opciones para colocar etiquetas de forma manual con Arcview.



Y después de revisar las opciones para la generalización vectorial podemos concluir que Arcview es una herramienta que tiende más hacia la generalización temática y que en el caso de la topográfica se requiere que se desarrollen los programas con las rutinas expofeso.

De forma sintética y para que sea claro el potencial de Arcview se muestra un cuadro de lo que esta herramienta puede hacer en la generalización vectorial de acuerdo a cada rasgo espacial:

Cuadro 25: Opciones de Arcview para la generalización vectorial

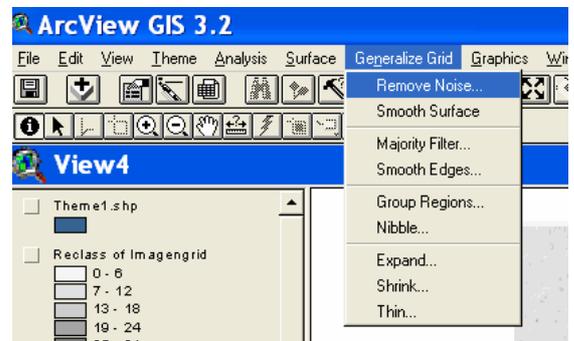
Entidad espacial	Eliminación	Agregación	Desplazamiento	Simplificación	Suavizado	Amalgación	Fusión	Colapso	Refinamiento	Exageración	Realce	División	Reducción	Transformación
Punto	x													A línea o área
Línea	x	x		x	x	x	x		x			x	x	A punto o área
Polígono	x	x		x	x	x	x					x	x	A punto o línea

Fuente: Elaboración propia después de analizar el sistema.

2) Generalización raster

Las posibilidades de Arcview para la generalización raster sólo son posibles cuando se añade el programa gratuito (“spgenerize.avx”) disponible en la página electrónica de ESRI. Al añadirse el programa al Arcview aparece en las extensiones como “Grid Generalization tools” que una vez que se activa se agrega al menú principal con el nombre “Generalize Grid” el cual agrupa las alternativas que se muestran en la imagen siguiente:

Imagen 7. Opciones de Arcview para la generalización raster

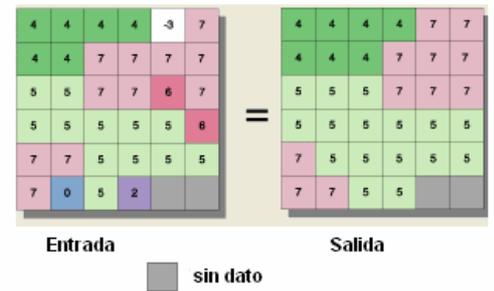


Las opciones de generalización de esta extensión quedan divididas en dos categorías de acuerdo a lo que hacen:

- Trabajo por zonas (Region Group, Nibble, Shrink, Expand, and Thin)
- Trabajo en los límites de las zonas (Majority Filter).

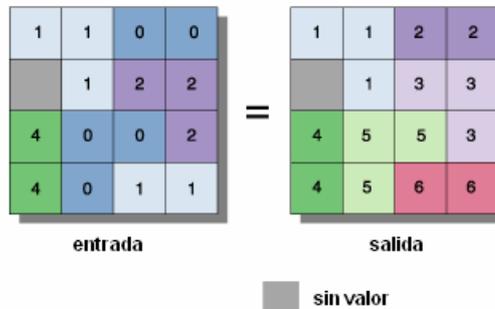
La descripción de lo que estas opciones realizan son:

► Majority filter: genera una imagen de salida en la que reemplaza el valor de las celdas por el valor mayoritario de las celdas vecinas. Es equivalente clasificación, a continuación el ejemplo

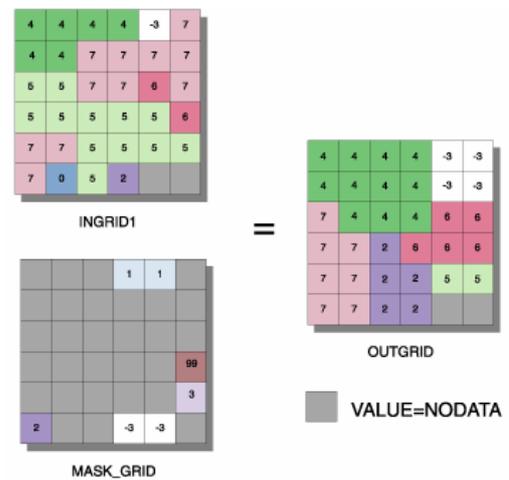


► Group regions: crea una región para cada grupo de valores contiguos. Para lo cual los píxeles son agrupados partiendo del extremo superior izquierdo hacia la derecha y después hacia abajo. La primera región de píxeles recibe el número uno, después el dos y así sucesivamente hasta que todas las regiones han recibido un valor. Se crea un campo llamado liga que permite relacionar los nuevos valores con los originales de la imagen.

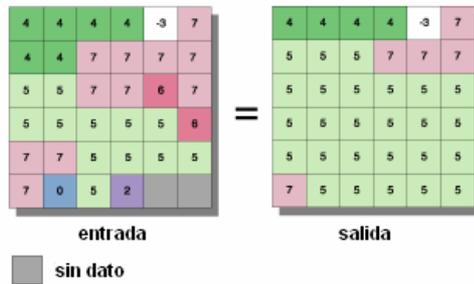
A continuación el ejemplo:



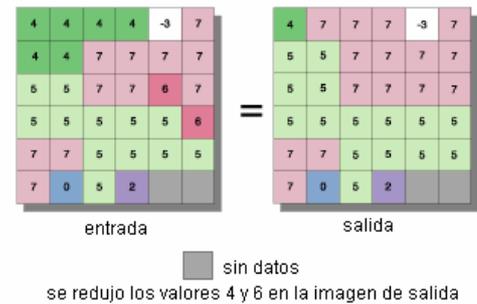
► Nibble: reemplaza las celdas correspondientes a una máscara, con los valores de los vecinos más cercanos. En la imagen se ejemplifica el resultado.



► Expand: hace crecer zonas específicas en el raster de salida mediante la especificación del número de celdas que se desea sean más numerosas. Es proceso de clasificación.



► Shrink: proceso que le permite al usuario reducir las celdas de “x” valor que requiere disminuyan su presencia en el producto de salida. El ejemplo ilustra este proceso.



► Thin: rasteriza el rasgo lineal reduciendo el número de celdas que lo representan en el producto de salida.

El único inconveniente de esta extensión es que no cuenta con texto de ayuda y que frecuentemente en su ejecución el sistema se bloquea, sobre todo si los archivos son de gran tamaño en cuanto a bytes y si hay otros procesos ejecutándose en la máquina.

Lo que puedo concluir sobre la generalización mediante Arcview es que esta limitado, aún cuando existen los programas gratuitos que hacen generalización, los productos generados deben ser editados y recalcular los valores por la falta de topología.

4.3 Análisis del diseño cartográfico y métodos de representación utilizados en mapas temáticos electrónicos de instituciones mexicanas

El objetivo inicial de este inciso era analizar el diseño cartográfico y los métodos de representación cartográficos utilizados en los mapas electrónicos publicados que hubieran sido elaborados con Arcview 3.2, porque el objetivo de este trabajo es evaluar el desempeño de esta herramienta. Lamentablemente esto no fue posible porque no encontré mapas donde se especificara que fueron elaborados con Arcview, aunque en los mapas disponibles tampoco se indica con que sistema se hicieron.

Así decidí evaluar los mapas publicados por las instituciones gubernamentales federales, las educativas, las de investigación de México y las del corporativo ESRI (distribuidor de Arcview 3.2). Para ello navegue en los portales electrónicos de las instituciones antes mencionadas y sólo algunas de ellas contaban con mapas que fueron los que se analizaron.

4.3.1 Metodología

La evaluación de la calidad cartografía electrónica de los mapas e realizó a partir del análisis estadístico de los elementos del diseño cartográfico y de los métodos de representación empleados, sin considerar su contenido científico. Lo que permitió identificar los elementos que influyen negativamente en la calidad de los mapas y en la transmisión de la información contenida en los mismos.

Para el análisis se construyó una matriz que incluyó: los componentes del diseño cartográfico, la evaluación de los métodos de representación empleados y el tipo de cartografía temática, para ésta se consideró el objetivo del mapa (sintético, analítico, estáticos y/o dinámicos, de inventario y/o de diagnóstico). Y se optó por el análisis numérico de la frecuencia con que aparecen los elementos del diseño cartográfico en cada mapa, con la intención de evitar la evaluación narrativa o cualitativa. Y así evaluar hasta donde es cierta la premisa de que los mapas elaborados por medios automáticos no se ciñen a las reglas del diseño cartográfico.

La matriz se formó por columnas que contienen cada uno de los elementos que requiere el mapa, así como los distintos métodos de representación empleados. En las filas se acomodaron las instituciones para las que se analizaron los mapas.

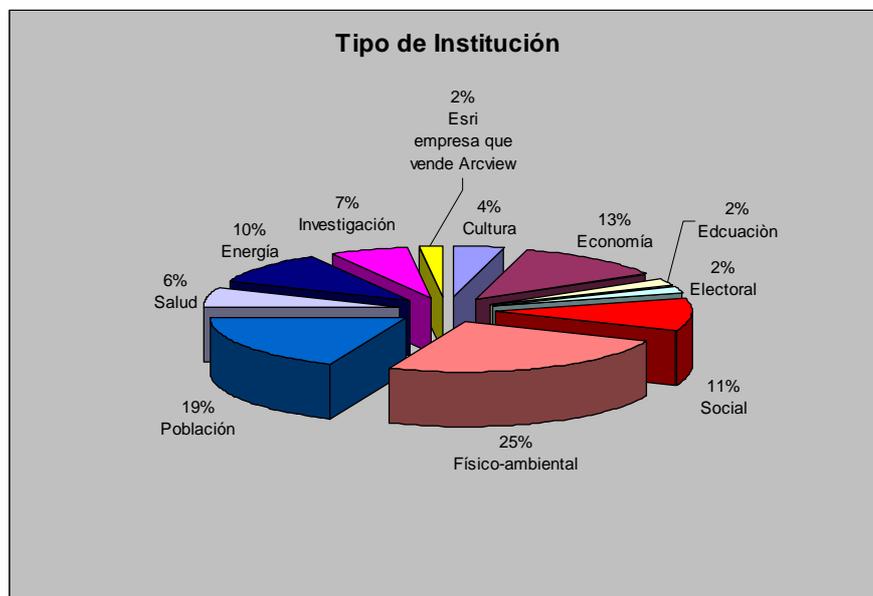
Se anexa la tabla en formato digital² y el descriptor de sus campos³ y la carpeta con los mapas en un archivo digital anexo⁴ a este trabajo con la finalidad de que el lector pueda hacer una rápida visualización y consultarlos, aunque los puede revisar en Internet, sin embargo me pareció oportuno hacer un respaldo de ellos porque en la Web continuamente cambian los contenidos.

4.3.2 Análisis de la producción cartográfica temática

Se exploraron un total de 47 páginas electrónicas⁵, sólo en 25 de ellas se encontraron mapas temáticos, mismos que se evaluaron mediante la matriz señalada anteriormente.

El primer análisis fue para distinguir la línea de trabajo de las instituciones, en lo cual se identificó que predominan las dedicadas a temas físico-ambientales con una presencia de hasta un 25%, le siguen las instituciones involucradas con temas de la población con el 19% y con apenas el 2% están las de educación, las de cuestiones electorales y el corporativo de Esri. En el gráfico 1 que a continuación se muestra, se puede apreciar la distribución por temática de trabajo para las instituciones analizadas.

Gráfico 1. Distribución porcentual por tipo de trabajo de las instituciones que producen mapas temáticos electrónicos



Continuando con el análisis de los datos esta vez se seleccionaron sólo las instituciones identificadas como productoras de mapas temáticos con la finalidad de conocer su porcentaje de participación en la producción de mapas temáticos en México.

Nuevamente es predominante el tema físico-ambiental alcanzando el 40% del total de mapas temáticos producidos, podríamos decir que un segundo lugar esta la producción de mapas relativos a la población, lo social, la investigación y la economía, y con un porcentaje muy bajo están los mapas temáticos de la cultura, de energía, los electorales y los que produce el corporativo Esri en donde la participación de cada una apenas alcanza el 4%.

Estos resultados se muestran en el siguiente gráfico.

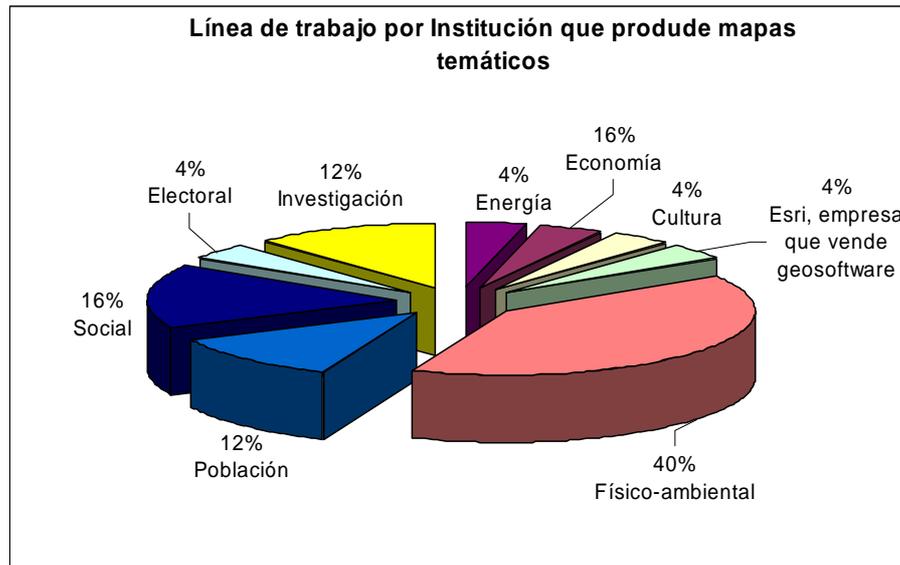
² En el disco anexo a este trabajo puede encontrar el archivo "elementos diseño carto y mets rep.dbf"

³ En el disco anexo a este trabajo puede encontrar el archivo "elem dis carto y met rep.dbf"

⁴ En el disco anexo a este trabajo podrá encontrar la carpeta "mapas analizados" que contiene todas las imágenes de los mapas revisados.

⁵ En el anexo 1 se pueden consultar la referencia de cada una de las páginas electrónicas de las instituciones que cuentan con mapas temáticos.

Gráfico 2. Distribución porcentual de la producción de mapas temáticos por tipo de Institución.

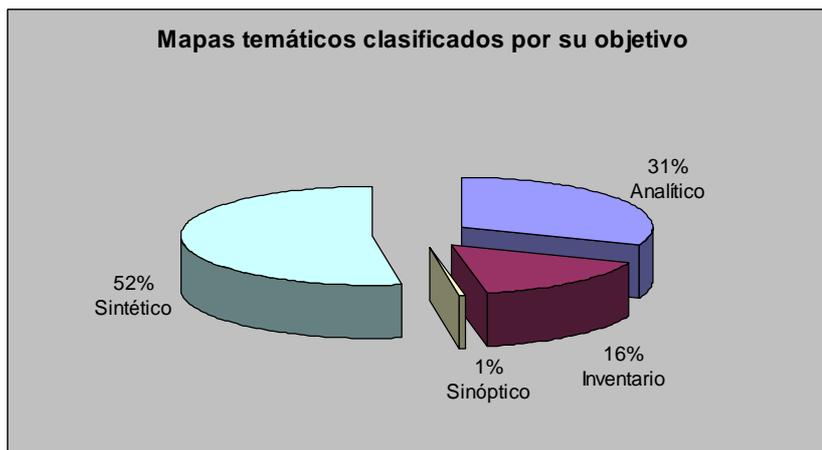


Otro tratamiento que se hizo a la información fue la clasificación de los 284 mapas analizados de acuerdo con el objetivo del mapa. De lo que resultó un predominio de mapas sintéticos, una escasa presencia de los sinópticos y la ausencia de los de diagnóstico, y/o dinámicos. Ni siquiera en los mapas producidos por Esri para promocionar el potencial de sus herramientas existen mapas diagnósticos o dinámicos.

En mi opinión esto se debe al desconocimiento de las posibilidades de la cartografía temática para mostrar resultados y a que el que solicita la creación de mapas requiere que esté sea de fácil interpretación, esto no quiere decir que los mapas contruidos con el rigor cartográfico sean de difícil interpretación sino porque prefieren que se muestre principalmente una variable o índice en relación con el marco administrativo territorial.

En el gráfico que aparece a continuación se muestra la distribución porcentual de los tipos de mapas temáticos de acuerdo a su objetivo.

Gráfico 3. Mapas temáticos clasificados de acuerdo al objetivo del mapa



4.3.3 Análisis de la calidad cartográfica de los mapas temáticos en función de elementos del diseño cartográfico que contienen

La primer evaluación se realizó considerando sólo la presencia o ausencia de los elementos del diseño cartográfico basándose en la Cuadro 4.1 (Salitchev, 1978). Y una segunda evaluación fue en función de los métodos de representación empleados en los 284 mapas del estudio.

Cuadro 26. Elementos de diseño cartográfico considerados para evaluar los mapas

Elementos de identificación	Elementos de la base matemática
1. Autor (es) y año 2. Localidad o zona de estudio 3. Coordenadas extremas 4. Proyecto 5. Título	6. Escala numérica 7. Escala gráfica 8. Red de coordenadas 9. Marco 10. Proyección <ul style="list-style-type: none"> * Elipsoide * Datum * Parámetros especiales 11. Red geodésica de apoyo
Elementos de representación cartográfica	Datos complementarios
12. Leyenda o explicación 13. Simbología 14. Fuentes de información	Diagrama Perfiles o secciones Tablas Información textual Otros

En el cuadro siguiente se muestran los resultados obtenidos al analizar los elementos del diseño cartográficos empleados en los mapas del ejercicio.

Cuadro 27. Elementos de diseño cartográfico contenidos en los mapas		
Elementos de identificación	Casos	Porcentaje
Autor (es) y año	16	5.63
Localidad o zona de estudio	44	15.49
Coordenadas extremas	58	20.42
Indicación del Norte	141	49.65
Proyecto	66	23.24
Título	270	95.07

Elementos de la base matemática	Casos	Porcentaje
Escala numérica	10	0.88
Escala gráfica	98	34.51
Marco extremo	158	55.63
Proyección	18	6.34

Elementos de representación cartográfica	Casos	Porcentaje
Leyenda completa	134	47.18
Simbología	237	83.45
Explicación	12	4.23
Gráficos de medición	5	1.76
Fuentes de información	170	59.86
Conservación de formato en los mapas	213	75.00
Método de representación adecuado	220	77.46
Sobreposición de métodos de representación cartográficos	155	54.58
Color adecuado	183	64.44

Datos complementarios	Casos	Porcentaje
Diagrama	0	0.00
Perfiles o secciones	0	0.00
Tablas	0	0.00
Información textual	12	4.23

El análisis de la información contenida en este cuadro la desarrolle para cada uno de los grupos de los elementos del diseño cartográfico con la finalidad de abundar con más precisión en cada uno de ellos

4.3.3.1 Elementos de identificación

La evaluación de este grupo se hizo a través del valor promedio de los elementos presentes en los mapas de lo cual se obtuvo un valor porcentual de a penas el 34.92%. Es preocupante que el porcentaje de mapas con los elementos básicos de identificación sea tan bajo ya que la ausencia de ellos demerita el valor del mapa como documento fuente de información, sobre todo cuando apenas para el 5% de los mapas se sabe quien fue su autor y que sólo en el 23% de ellos se menciona el proyecto al que pertenece. Y aunque el porcentaje de mapas sin título es bajo (4.93%) no deja de ser preocupante que se publique un documento sin nombre ni referencia de a dónde dirigirse para hacer consultas sobre el mismo.

4.3.3.2 Elementos de la base matemática

El porcentaje promedio de mapas que cuentan con elementos de este grupo a penas llega al 24.34 %. En donde destaca que el elemento menos presente es la escala numérica (0.88%). Por mi experiencia puedo opinar que no se incluyen estos elementos porque los que solicitan el mapa no les parecen importantes y no saben su utilidad.

4.3.3.3 Elementos de representación cartográfica

Cada uno de los elementos de este grupo en promedio tienen más presencia en los mapas (56.27%) en comparación con los de otros conjuntos. Por ejemplo la leyenda esta presente en el 94.72 % de los mapas aunque sólo en el 47.98 % esta completa. Este elemento así como los de fuente de información y el de explicación deberían acompañar a todos los mapas porque le agregan confiabilidad a los datos mostrados en los mismos. Y es que resulta inverosímil que se construya el mapa y no se mencione como mínimo la fuente de datos.

Un resultado que no esperaba es que el 75% de los mapas conservaran el formato de la obra cartográfica a la que pertenecen. No creo que esto se deba a que los creadores de los mapas conozcan que las reglas cartográficas contemplan que en la producción de mapas en serie se conserve el formato, más bien esto se obedece a que con la automatización es más fácil y conveniente mantener sin cambio los elementos del diseño de los mapas y sólo ir supliendo su contenido.

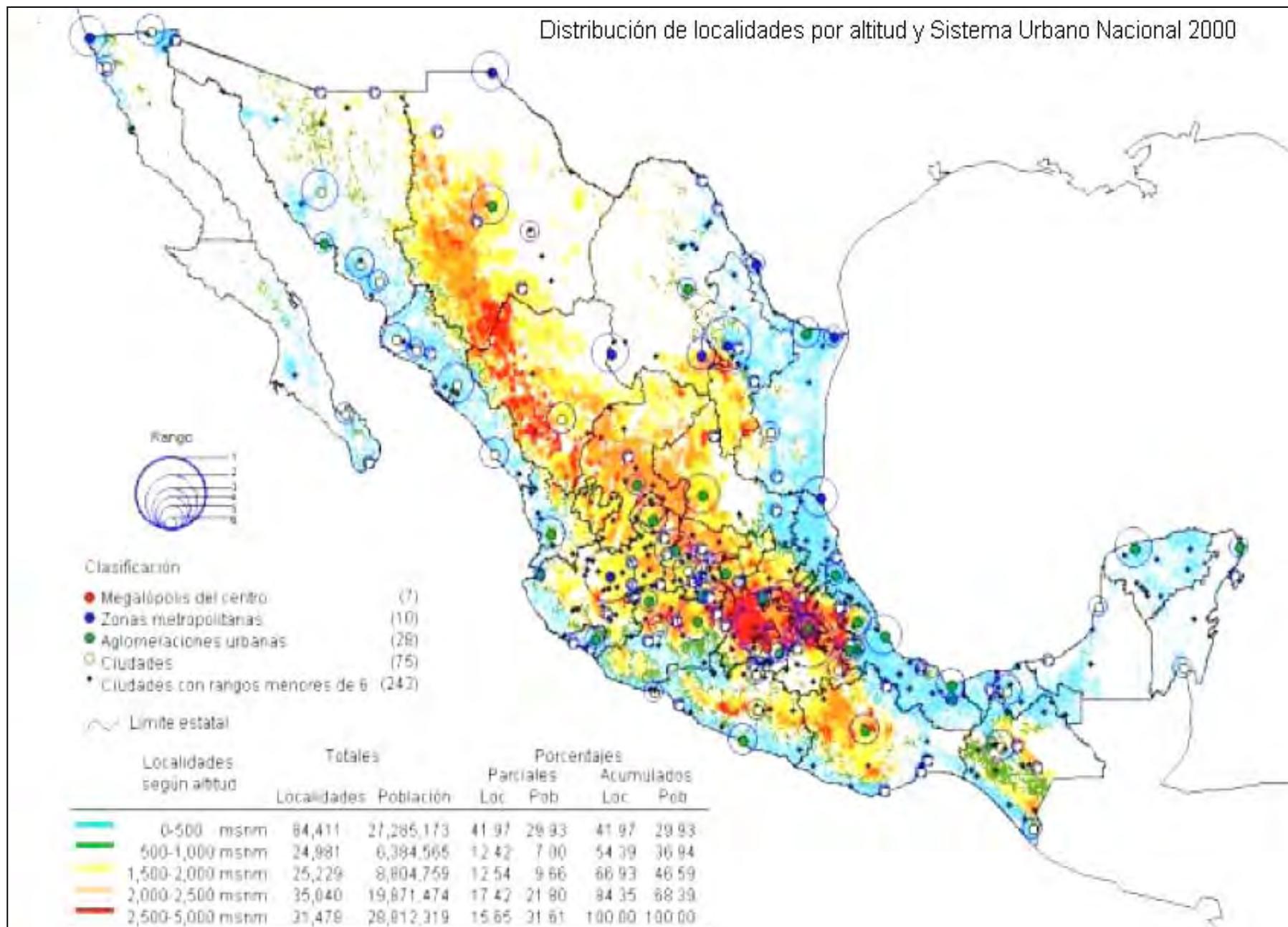
En este punto quisiera también puntualizar que se desaprovecha el potencial de la cartografía automatizada en cuanto a su posibilidad para generar plantillas de mapas de acuerdo al tema, escala y a la semántica cartográfica.

Como se muestra en la tabla también se analizó si el método de representación era adecuado en los mapas, resultando que sólo en un 77.46 % de ellos se utilizó el correspondiente al tipo de fenómeno espacial representado. Este es un punto al que hay que prestarle atención ya que la utilización de métodos de representación adecuados con una simbolización compleja que utilice símbolos con subdivisión interna, con ancho de bordes, el estilo y la densidad de tramados interiores por encima de su color de fondo, halos adosados u otras estructuras que los subdividen, pueden aumentar la capacidad representativa y la cantidad de información transmitida.

Otro de los tópicos analizados fue la de registrar los casos en que en el mapa se utilizó la sobreposición o combinación de métodos cartográficos, sin considerar si esta era adecuada. Con la finalidad de conocer en que porcentaje se cumple la premisa de que sólo se utiliza un método cartográfico por mapa. Y como resultado se obtuvo que sólo en un 54% de los mapas se empleó alguna combinación.

Y en el caso del análisis sobre el “color adecuado” se determinó que este sería positivo para aquellos mapas donde todos sus elementos fueran distinguibles y no se evaluó si el uso del color era el adecuado para el fenómeno espacial. Por ejemplo si las carreteras eran simbolizadas mediante el color rojo y se utilizaba el método de fondo de color en el mapa, este no debería en ningún caso usar el rojo porque entonces las vías terrestres no serían visibles.

Como ejemplo de una mala elección de color se añade uno de los pseudo mapas de la serie que produjo la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenamiento del Territorio, de SEDESOL para el estudio “Sistema Urbano Nacional 2000-2006”. En este modelo (7) del territorio se utiliza el método de representación de isolíneas, en donde se observa que el color empleado para las dos primeras cotas, no es adecuado porque no da la idea de una gradación en la altitud.



4.3.3.3 Datos complementarios

Presentan el valor porcentual (1.06%) más bajo de los cuatro grupos de elementos del mapa, debido a que ningún mapa presentó tablas, perfiles o diagramas desaprovechando con ello el potencial de comunicación del mapa.

4.3.4 Análisis de los métodos cartográficos empleados

Este se hizo con la finalidad de contabilizar en cada mapa todos los métodos empleados, en algunos casos hasta tres de ellos estaban presentes, de lo cual resultaron hasta 407 casos, en que se emplearon métodos de representación para el universo de 284 mapas. En el cuadro 29 se muestra la frecuencia y los valores porcentuales obtenidos para los métodos cartográficos empleados.

Cuadro 28. Tipos de Métodos Cartográficos empleados en mapas temáticos electrónicos producidos por instituciones mexicanas

Método	Total	%
Símbolos lineales	108	26.54
Símbolos fuera de escala	7	1.72
<i>Literales</i>	0	0.00
<i>Geométricos</i>	5	0.49
<i>Evidentes</i>	2	1.23
Isolíneas	2	0.49
Fondo de color	104	25.55
Diagramas	3	0.74
Puntos	71	17.44
Área	107	26.29
Signos de Movimiento	5	1.23
Cartograma	0	0.00
Cartodiagrama	0	0.00
Total	407	100

De los resultados plasmados en este cuadro se observa que son tres los métodos predominantes: el lineal, el fondo de color y el de área; y como segunda opción se emplea el método de puntos. Esto puede deberse a su fácil construcción e interpretación para los datos en donde generalmente muestran una variable. Un hecho significativo es que en ningún mapa se emplean los cartogramas o cartodiagramas. En mi opinión esto se debe al desconocimiento de la utilidad de esta forma de representación y también porque los geosistemas no lo incluyen como opción de mapeo, con excepción de Arcview 3.2, que permite la construcción de cartogramas mediante la utilización de la extensión “cartogram”, aunque no se utiliza en los mapas temáticos que ESRI utiliza para promocionar el potencial de sus sistemas.

También se hizo evidente el abuso de ciertos métodos de representación como el de puntos y la nulidad en el uso de otros.

Durante el análisis como ya se comentó también se detectó que hay combinación de métodos cartográficos, situación que me pareció importante analizar sólo mencionando las combinaciones sin entrar en el detalle si eran adecuadas o no, los resultados se plasmaron en el cuadro 29 en donde se observó que los métodos base que con mayor frecuencia se usan son: en primer lugar el de fondo de color, seguido del de área y como tercera opción el de isolíneas. Y en cuanto a los métodos que con mayor frecuencia están presentes en las combinaciones está en primer lugar el de símbolos lineales, después el de puntos y en la tercera posición el de fondo de color.

Mi supuesto era que el método de fondo de color era el que se usaba con mayor frecuencia ya que es fácil su construcción, esta incluido como método de representación en todos los geosistemas, y es fácil la interpretación de los datos que muestra Sin embargo, el que predominó fue el método de símbolos lineales.

Cuadro 29. Combinación de Métodos de Representación Cartográficos en mapas electrónicos temáticos de las instituciones mexicanas

Método base	Símbolos lineales	Símbolos fuera de escala			Isolíneas	Fondo color	Diagramas	Puntos	Áreas	Signos de Movimiento	Total de veces que se empleo el método base
		literales	geométricos	evidentes							
Símbolos lineales											
Símbolos fuera de escala											
<i>literales</i>											
<i>geométricos</i>	x				x						2
<i>evidentes</i>	x							x			2
Isolíneas	x							x		x	3
Fondo de color	x		X				x	x	x		5
Diagramas						x					1
Puntos	x					x					2
Área	x			x					x		4
Signos de Movimiento	x								x		2
Total de métodos combinados	7		1	1		3		1	5	1	2

Después de revisar las combinaciones de métodos empleados me parece oportuno reflexionar que aún cuando no se analizó si esta era adecuada, se requiere que en el diseño del mapa se aplique una metodología general con propuestas de simbolización, que incluya aspectos como la familiarización con el fenómeno a representar, la identificación de las relaciones espaciales entre los datos geográficos, la elección de las variables visuales con las propiedades perceptivas requeridas, la consideración de los requisitos del entorno de publicación y la evaluación final.

Como un ejemplo de la combinación de métodos de representación se muestra uno de la serie de seudomapas elaborados por la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenamiento del Territorio, de SEDESOL para el estudio "Sistema Urbano Nacional 2000-2006" (los mapas se anexan al final el trabajo). A continuación se hace una breve descripción de lo que se observó:

Los mapas no tienen escala, la fuente de datos está incompleta, no hay símbolo que indique el norte, tampoco la proyección cartográfica ni notas explicativas de las figuras geométricas utilizadas. Y la combinación de métodos cartográficos, no fue la apropiada en ningún caso, lo cual se puede observar en el modelo 8 de representación del territorio sobre "Cuencas hidrológicas y el Sistema Urbano Nacional 2000" ya que las líneas azules empleadas para las cuencas no facilitan la identificación de la delimitación de las mismas, además de que no existe una nota que explique los rangos de los círculos.

Modelo 8 del territorio: “Cuencas hidrológicas y el Sistema Urbano Nacional 2000”

Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2001-2006

Anexo



Mapa 11.

Cuencas Hidrológicas y Sistema Urbano Nacional 2000

La mayor parte de población que integra el Sistema Urbano Nacional se concentra en sólo 2 cuencas, Valle de México y Lerma-Chapala.

Fuente: Elaboración propia con base en información de la CNA.



Hay que recordar que los mapas son como una narración del espacio, pero en este modelo del “Sistema Urbano Nacional de 2000 y Cuencas Hidrológicas” es difícil leer algo más que no sea el hecho de que hay distintos tamaños de ciudades que están dentro de cuencas hidrológicas que difieren en su tamaño.

Y el último análisis que se realizó fue para conocer en que porcentaje se encontraban presentes los elementos del diseño cartográfico en los mapas analizados, pero esta vez por institución. Los valores obtenidos se muestran en el cuadro 30, en el cual se observa que es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas la que cuenta con mapas que tienen hasta el 84% de los elementos del diseño cartográfico, sin embargo hay instituciones como Esri con el 12.82 % o la Comisión de Seguridad Pública que apenas alcanza el 15.38%. Estos porcentajes sólo resaltan que los mapas tienen poca calidad cartográfica y por otra parte el esfuerzo de su realización se ve minimizado porque no se pueden considerar como documentos de consulta confiables.

Cuadro 30. Porcentaje de Elementos del Diseño Cartográfico contenidos en los mapas electrónicos temáticos por Institución	%	total de mapas
Centro Nacional de Prevención de Desastres	49.30	22
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas	84.62	7
Comisión Nacional de Zonas Áridas	23.53	17
Comisión Nacional del Agua	53.85	2
Comisión Reguladora de Energía	44.23	4
Consejo Nacional de Población	46.15	6
Consejo Nacional para la Cultura y las Artes	23.08	9
Esri	12.82	6
Instituto de Geofísica (UNAM)	46.15	1
Instituto de Geografía (UNAM)	69.23	2
Instituto de Geología (UNAM)	41.03	3
Instituto Federal Electoral	53.85	9
Instituto Mexicano del Transporte	39.10	24
Instituto Nacional de Ecología	46.15	22
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática	46.15	55
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	46.15	11
Instituto Nacional Indigenista	61.54	5
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca	21.54	5
Secretaría de Comunicación y Transporte	28.85	4
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	29.67	7
Secretaría de Seguridad Pública	15.38	3
Servicio Meteorológico Nacional	26.92	2
Subsecretaría de Desarrollo Social y Humano (SEDESOL)	68.13	7
Subsecretaría de Prospectiva, Planeación y Evaluación (SEDESOL)	33.33	3
Subsecretaría Desarrollo urbano (SEDESOL)	38.14	48

En la búsqueda de mapas electrónicos publicados se observó que faltan muchas instituciones públicas que presenten al público la información que generan, mediante el uso de mapas digitales tal es el caso de la Secretaría del Trabajo, la Secretaría de Gobernación, el Instituto Nacional de Antropología, el IMSS, la Secretaría de Economía, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el ISSSTE, la Secretaría de Salud, el Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia, PEMEX, la Comisión Nacional de Ahorro de Energía, la Secretaría de Turismo, la Secretaría de Defensa Nacional, la Comisión Nacional del Deporte, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, la Comisión Federal de Electricidad, la Procuraduría General de la República, la Comisión Nacional de Derechos Humanos y la Secretaría de la Reforma Agraria.

Otras instituciones como es la Comisión Nacional Biodiversidad (CONABIO) ofrecen cartografía para explotarse con geosoftwares, pero no publica mapas temáticos, por lo cual no se consideraron en el estudio.

Y están los casos de instituciones que cuentan con portal de mapas como es la Comisión Nacional Forestal y la Secretaría de Educación Pública pero sus mapas no se consideraron porque el usuario tiene que construirlos y el objetivo del trabajo es el análisis de los mapas publicados, con la intención de observar el uso de los métodos cartográficos.

Conclusiones

- Los mapas analizados pueden ser aceptables, pero su calidad cartográfica no.
- La parte más endeble de los mapas son la ausencia del autor, las fuentes de información, la proyección cartográfica, la escala y el año de elaboración.
- Los mapas tienen deficiencias en contenido y forma de representación, además de dudoso valor estético.
- Se utiliza de forma “libre” la normativa lo que provoca la falta de consistencia en los símbolos y colores.
- De todas las deficiencias cartográficas, las más significativas son las relacionadas con el uso del color en los mapas.
- Sin el conocimiento de los principios de la cartografía temática y de la semiología gráfica, no hay control sobre el proceso de comunicación.
- Es difícil utilizar estos mapas como documento confiable y comparable.
- Los mapas no respetan el marco teórico de la cartografía ya que no toman en cuenta la aportación de ésta en los aspectos artísticos, técnicos y científicos.
- Un mapa diseñado de forma deficiente es menos útil como herramienta de análisis y planificación.
- Los distintos Métodos cartográficos de representación muestran significativas diferencias tanto en contenidos como en formas de representación.

Recomendaciones:

- En los mapas electrónicos se debería de cuidar su presentación (diseño cartográfico) ya que al estar en la Web tienen mayor difusión.
- Se debe considerar al mapa publicado de forma electrónica como un documento que aporta información y no sólo como una imagen gráfica.
- La Cartografía y la Semiología gráfica pueden aportar sensibles mejoras.
- Los aspectos estéticos también juegan un papel destacado en el uso de los mapas.
- La elaboración de leyendas para mapas temáticos debe incluir un estudio de la normativa existente.
- Es necesario “validar” los símbolos y colores en los distintos mapas de una serie.
- En el mapa final se debe acomodar el conjunto de contenidos de una forma equilibrada y armónica.
- Se debe utilizar un método cartográfico que permita la representación de múltiples fenómenos como puntos, líneas o áreas, así como la superposición y la sucesión en el espacio e incluso en el tiempo de los fenómenos sobre un mapa.
- La representación de fenómenos espaciales requiere la formación de equipos interdisciplinarios.
- A la hora de publicar cartografía en Internet se deben elegir servidores de mapas o un entorno informático que facilite la “interoperabilidad” la “escalabilidad”, así como el uso de formatos y lenguajes abiertos.
- Se debe incluir como un elemento en la información que requiere el diseño cartográfico de los mapas electrónicos, la plataforma geotecnología con que estos se elaboran.
- Debe aumentar el número instituciones que publiquen sus datos a través de mapas electrónicos.
- Cuando en una publicación se incluya un mapa, a este se le debe citar como tal y no referirse a él como imagen, figura o gráfico.

- Que se exploren las posibilidades de representación cartográfica del geosoftwre.

4.4 Clasificación de Arcview 3.2 de acuerdo con su funcionalidad para elaborar mapas temáticos

En este inciso se analiza al Arcview para definir qué tipo de geoherramienta es, y qué es lo comparte con ellas. Para esto se tomó en cuenta la clasificación que se hace del geosoftwre cuando se considera su funcionalidad para elaborar mapas (ver 3.2 Geosoftwre para elaborar mapas).

De acuerdo a esta clasificación, Arcview puede ser catalogado en cuatro diferentes tipos de geosoftwre ya que comparte con ellos sus características principales. A continuación se describen las funciones que comparte con ellos:

- a) **Con los CAD:** al igual que estos paquetes permite las operaciones de consulta, de selección, definir las condiciones de simbología para el despliegue, la creación de buffer y la intersección. Se orienta al manejo de archivos vectoriales y no almacena la topología. Y también comparte la funcionalidad gráfica en relación al manejo de “themes” que equivalen a los “layers” de los CAD.

También puede explotar archivos DXF, DWG y DGN, pero requiere de la activación de las extensiones gratuitas CADREADER y CADTOOLS aunque su inconveniente es que no lee los archivos CAD producidos en la versión de 2005 o más recientes y tiene problemas con la liga de las etiquetas a los objetos espaciales cuando explota los archivos de los CAD's

La distinción de Arcview es que no maneja la doble precisión geométrica, sus herramientas para la digitalización y edición son limitadas respecto al CAD y por ello es que muchos de los mapas base que alimentan al Arcview 3.2 son producidos en un sistema de este tipo.

- b) **Sistema de cartografía asistida por computadora (CAC) o de mapeo automatizado:** comparte con éste la integración, el manejo de bases de datos y de mapas digitales, la captura, el almacenamiento, la recuperación y el despliegue de información gráfica, así como la creación y edición de entidades para lo que considera su agregación y desagregación.

Lo mismo recupera datos, los clasifica y hace la simbolización automática. Maneja varios tipos de proyecciones, así como la simbología en las representaciones de los mapas y almacena la información espacial por tipo de rasgo: lineal, puntual o areal.

- c) **Sistemas de cartografía automatizada (SCA):** puede ser catalogado como un sistema de este tipo porque:

- *permite expresar la magnitud de los fenómenos,
- *presenta una estructura de datos según el modelo vectorial,
- *utiliza en mayor proporción los métodos de representación cartográficos areales y símbolos proporcionales más que los evidentes,
- *facilita la obtención de un número limitado de mapas instantáneos (unos cuantos ejemplares), elaborados según las opciones programadas en el sistema de recuperaciones selectivas de información temática o gráfica, asegurando un nivel de diálogo interactivo a partir de avisos, ayudas y menús de opciones explícitas,
- *está desarrollado para microcomputadora y operado por personal que no necesita tener conocimientos cibernéticos,
- *es amigable por su sencillez estructural, por su facilidad para actualizar y representar información de alta dinámica temporal,
- *los periféricos de entrada y salida que usa no requieren ser sofisticados, basta con un digitalizador de formato pequeño y un ploter de plumas o impresora de puntos.
- *acorta los ciclos de producción cartográfica para cualquier tipo de mapa, en cualquier escala y con cualquier asignación,
- *proporciona un uso dinámico en la manipulación de la información geográfica almacenada en sus bancos de datos, específicamente a partir de las recuperaciones selectivas del componente temático y geométrico,
- *tiene limitadas herramientas de análisis cuantitativo o estadístico para los datos, pero es factible calcular por ejemplo la densidad de población, clasificar, agrupar y evaluar los territorios regionalizados, así como reconocer patrones y obtener para los datos geográficos la media, la desviación estándar y la distribución normal de frecuencia,
- *y cumple con el objetivo de la cartografía automatizada contemporánea al producir imágenes gráficas y desplegar información que permitan al usuario obtener información del espacio geográfico a partir del análisis visual y obtener mapas de calidad cartográfica porque incluye los principales métodos de representación cartográfica.

- d) **Paquetes para despliegue exploración y análisis de datos (desktop mapping)** al igual que este software Arcview también es usado para visualizar los datos producidos en otros sistemas.

De forma ágil, sencilla e interactiva puede manipular la información para lograr una rápida presentación de resultados ya sea a través de mapas, gráficos o tablas. Y al igual que los paquetes para despliegue después de la captura de datos puede producir de inmediato productos y mostrar lo que pasa a través de un mapa. También clasifica los datos para su etiquetado en el mapa, filtra información, aplica la simbología temática para dar una visión de sitios críticos y facilitar la toma de decisiones.

Comparte lo mismo la producción de mapas coropléticos con limitaciones para manipular datos pero permite su clasificación en intervalos, cuantiles, desviación estándar e incorpora algunas funciones estadísticas y cuenta con editor gráfico que contiene un lenguaje postscript, que mediante un dispositivo de impresión en color de alta calidad permite la generación en color de originales separados para la producción de placas de impresión.

- e) **Mapeo temático:** Arcview también puede ser un sistema de este tipo porque no se requiere de un conocimiento especializado en computación o de técnicas cartográficas para su utilización. Y porque también en su origen fue diseñado sólo para la exploración de datos y que en la actualidad también sirve de herramienta de despliegue para asistir en los trabajos de mercadotecnia, en la selección de lugares y en el planeamiento.

Comparte con los paquetes de mapeo la opción de diferentes proyecciones, una variedad de fórmulas que convierten coordenadas esféricas de latitud y longitud en coordenadas planas, así como herramientas de dibujo con la posibilidad de adición de símbolos, con limitaciones para colocar etiquetas y en la digitalización.

Se le puede utilizar en el mapeo isoplético si las líneas ya están construidas porque en la versión básica de Arcview no se pueden generar las isolíneas a menos que se añadan las extensiones destinadas para tal fin, lo mismo sucede para el alisado de trazos.

- f) **Con los sistemas de información geográfica:** comparte el manejo de los mapas, algunas operaciones de manipulación geográfica y tienen mínimas herramientas de análisis espacial como es la de intersección entre temas, encontrar el elemento más cercano, la creación de zonas de influencia para los archivos vectoriales y en el caso de los raster puede determinar distancias, asignar proximidad entre celdas y utilizar operaciones booleanas, aritméticas, logarítmicas y trigonométricas que permiten combinar imágenes. Otras opciones de análisis se agregan al programa por medio de extensiones gratuitas (Geoprocessing) o mediante la compra del módulo Analyst Spatial.

También comparte de forma general la metodología y las secuencias de las operaciones del SIG ya que estas han sido tomadas de la cartografía automatizada, y Arcview es un sistema de este tipo.

Otras coincidencias es que pueden usar el mismo tipo de equipo, manejar información geográfica referenciada, aceptar cualquier formato de intercambio de información y no tiene problema con los formatos de las bases de datos.

Pero es diferente de los SIG porque se centra fundamentalmente en el producto final que es el mapa (elaboración, almacenamiento en medios electrónicos para facilitar su actualización, etc.), se tarda considerable tiempo en la ejecución de los procesos de análisis, no construye topología, tampoco puede almacenar ni leerla.

Lo que puedo concluir en esta parte del análisis de Arcview es que en función de los requerimientos básicos que exige la cartografía automatizada (base de datos con coordenadas, métodos adecuados para el manejo de datos, construcción de modelos para la manipulación del mapa, equipo adecuado para la entrada y salida de la información) el sistema cumple con cada uno de ellos, por lo cual se le puede considerar un geosoftwre de cartografía automatizada que tiene una fuerte aplicación para producir cartografía temática. Con un gran potencial porque contiene opciones de los principales sistemas como son los CAD y los SIG.

Y de acuerdo a la distinción que hace la Asociación Internacional de Cartografía sobre los geosistemas, Arcview 3.2 también se puede considerar como de "mapeo por computadora" porque permite definir la producción de mapas utilizando la fuerza analítica de la computadora, que se aplica principalmente a lo temático físico o socio-económico, con la finalidad

de obtener productos visualmente atractivos, semánticamente correctos y elaborados de forma rápida con la posibilidad de potenciar lo que se ha ofrecido hasta ahora en los mapas.

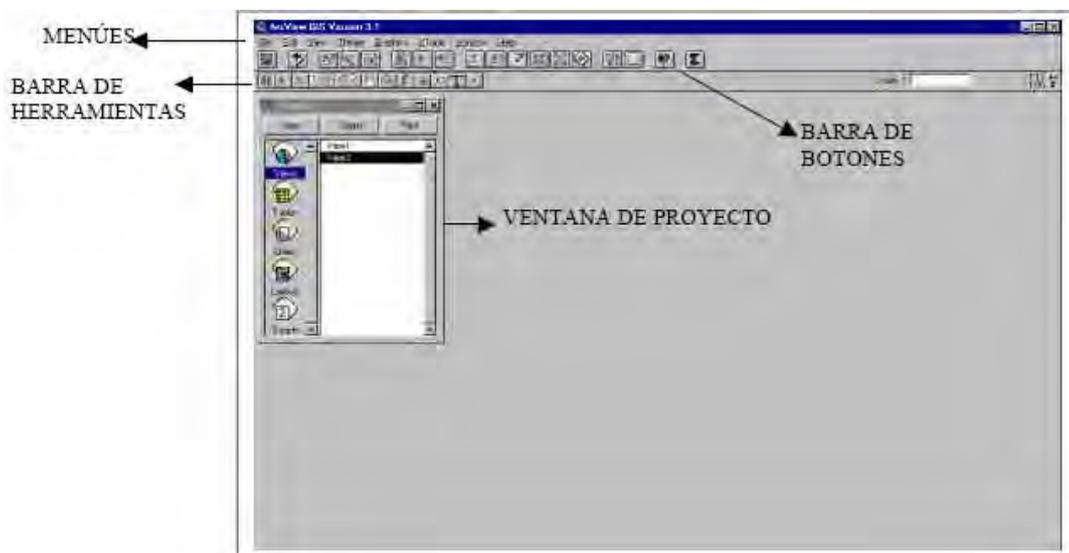
4.5 Desempeño de Arcview frente a las funciones genéricas de los sistemas automatizados de Cartografía

A continuación se desarrolla una comparación de Arcview contra los lineamientos de la cartografía automatizada, y se evita en lo posible mencionar los atributos del sistema ya que estos se encuentran en los manuales o propaganda del mismo.

En función de los lineamientos de cómo deben estar diseñados los sistemas, Arcview esta estructurado por módulos que se descomponen en una serie de operaciones sencillas, que pueden ejecutarse de forma independiente, lo que incrementa su sencillez y flexibilidad.

Tiene una arquitectura abierta, sin ligas a ninguna plataforma específica de hardware. ya que puede ser ejecutado sin problemas tanto en PC bajo NT como en estación de trabajo bajo sistemas UNIX, sin perder funcionalidad, ya que cuenta con la misma interfase y herramientas de trabajo en ambos entornos.

Cuenta con una interfase amigable y accesible basada en menús tipo persiana ligados a un puntero y no sólo a teclas, lo que le hace ganar velocidad y facilidad de ejecución. Este tipo de menú permite que la pantalla no aparezca congestionada de información y evita que se pase por una serie extensa de menús y le facilita al usuario saber en donde se encuentra. En general el sistema se opera mediante botones, teclado y menú. A continuación se ilustra su interfase



Fuente: Environmental Systems Research Institute Inc (1996)

El ambiente de trabajo se llama Proyecto puede estar compuesto por varios tipos de documentos (mapas, tablas, gráficos, etc) para los cuales existen diferentes “interfaces de usuario”:

- **Vistas:** área de trabajo con información cartográfica (ríos, lagos, curvas de nivel, parcelas, caminos, etc.)
- **Temas:** dentro de una vista pueden existir distintas “capas” o “layers” de información geográfica (ríos, lagos, curvas de nivel, parcelas, caminos, etc.). Cada tema es una “capa” de información.
- **Tablas:** área que permite la gestión de los atributos temáticos asociados a los temas (cartografía) o aquellas tablas externas que se añaden al proyecto.
- **Gráficos:** área de trabajo con gráficos realizados a partir de los atributos contenidos en las tablas de datos.

El sistema también tiene la cualidad de informar cuando esta ejecutando un proceso y el porcentaje de avance que lleva del mismo, pero su desventaja es que no es muy interactivo para transmitirle al usuario que dato es incorrecto, que impide la ejecución del proceso. Tampoco da respuestas sobre errores y no proporciona información sobre su naturaleza a partir de la descripción concisa de la causa y no da soluciones ni hace referencia al manual de usuario.

Los niveles de ayuda del programa no se adaptan al usuario porque son siempre iguales, no consideran al usuario experto, ni al que tiene un nivel bajo y está en inglés. Su punto a favor es que cuenta con los conceptos geográficos de forma adecuada aunque hace poca referencia a ellos. En particular me parece importante señalar que contiene información de cómo se realiza el cambio de proyección cartográfica.

Otra de sus ventajas es su lenguaje de programación nativo denominado “*avenue*” que aunque no es comercial permite personalizar las funciones del programa y la interfase de trabajo que incluso puede ser cambiada al idioma español, también un conjunto de extensiones especializadas que permiten al usuario realizar procesamientos más complejos de aquellos ofrece contenidos en el núcleo base, haciendo del entorno de Arcview una herramienta de visualización, consulta y análisis poderosa, accesible y fácil de usar.

Su herramienta *Dialog Designer*, integra nuevas funciones y objetos al ambiente de programación de manera accesible para los usuarios lo cual lo hace sencillo de programar.

A continuación se describe que hace Arcview 3.2 para cada función de la cartografía automatizada.

4.5.1 Entrada

Arcview es un sistema que principalmente se utiliza para trabajar con información digital vectorial ya procesada y es mínimo su uso sea para generar datos a partir de fuentes analógicas.

Las fuentes de información que acepta son todo lo variadas que existan ya que incluye datos en formato vectorial y raster. Para ilustrar con detalle las posibilidades de Arvciew en cuanto a las entradas de información se diseño el cuadro 31 que aparece al final de este párrafo. En el cual se puede observar que Arcview cumple con seis de diez opciones que existen para introducir datos a los sistemas de cartografía automatizada lo que representa un 70% del total de métodos.

Cuadro 31. Métodos de entrada de información a Arcview 3.2

Entrada	Arcview cuenta con
Digitalización	X
Escaneo	
formatos vectoriales o raster de otros programas	X
Por teclado de datos alfanuméricos	X
Archivos externos alfa-numéricos (texto, hojas de cálculo)	X
Método geodésico	
GPS	X
Levantamiento del terreno (ángulos, distancias)	
Método por sensor	
Fotografía aérea	X
Videografía	
Imagen satélite	x
Método por audio	
Total de métodos en Arcview	7

Elaboración con propia con base en el análisis de Arcview 3.2: Adriana Velasco

El sistema también permite documentar o determinar los parámetros básicos para capturar un nuevo mapa ya que se pueden especificar las unidades del mapa, y el tipo de proyección cartográfica.

Cuenta con los programas para reformartear archivos con la finalidad de que se puedan cargar al entorno de trabajo del Arcview como pueden ser los EOO, los MIF, los SDTS e incluso los klm (google earth) en la imagen siguiente se ejemplifica las herramientas que de que dispone el sistema para transformar la información.



También tiene conectividad con equipos con los equipos de bolsillos como PDA o Pocket, lo que también robustece Arcview ya no se necesita de otro software para trabajar con datos que ofrecen estos equipos.

4.5.2 Almacenamiento

El sistema opta por una organización de la información en capas de datos, para representar la información del mundo real, lo cual se hace a través del "shape", almacena tanto estructuras raster como vectoriales, así como los atributos de las entidades gráficas, a continuación se describe cada una de estas estructuras:

a) Vectorial

Lo hace a través de la combinación de dos modelos: el spaghetti o en lista de coordenadas o también llamado modelo sin liga, con la desventaja de que cada línea que cierra un área por adyacencia con otras líneas se registra dos veces.

Para almacenar los polígonos utiliza lo más elemental del modelo topológico para evitar que se generen archivos de gran tamaño

El formato gráfico propietario de Arcview es el "*shapefile*" (ESRI, 1998) de tipo vectorial y es donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos, mediante este archivo se almacena la información gráfica como puntos, líneas y polígonos de forma independientes sin considerar sus reglas topológicas. El shapefile se forma de varios archivos, como los siguientes:

- **.shp** - es el archivo que almacena las entidades geométricas de los objetos.
- **.shx** - es el archivo que almacena el índice de las entidades geométricas.
- **.dbf** - el dBASE, o base de datos, es el archivo que almacena la información de los atributos de los objetos.

Estos tres archivos son los básicos que conforman un shape y opcionalmente se utilizan otros para mejorar el funcionamiento en las operaciones de consulta a la base de datos y a la información complementaria (metadato y la proyección cartográfica), estos archivos son:

- **.sbn** y **.sbx** - almacena el índice espacial de las entidades
- **.fbn** y **.fbx** - almacena el índice espacial de las entidades para los shapefiles que son inalterables (solo lectura)
- **.ain** y **.aih** - almacena el índice de atributo de los campos activos en una tabla o el tema de la tabla de atributos.
- **.prj** - guarda la información referida a sistema de coordenadas.
- **.shp.xml** - almacena los metadatos del shapefile.

Como se puede observar no existen archivos para almacenar información topológica. Sin embargo es posible realizar análisis espacial con el "shape" aunque implique relaciones topológicas entre los elementos espaciales, ya que permite realizar selecciones interactivas, utilizando una entidad gráfica (polígono, círculo o línea), una expresión lógica o condición, y aunque el resultado no se almacenan como un atributo del elemento analizado, en su lugar genera un nuevo shape con el resultado que contiene los elementos que se intersectaron.

b) Raster

Para esta estructura Arcview utiliza una malla o celda regular de igual tamaño, que generalmente es de tipo rectangular, aunque también puede trabajar con celdas hexagonales o triangulares. Sin embargo no puede desplegar los atributos asociados a ellas si estas no han sido convertidas al formato GRID que es la estructura que puede manipular, para este proceso facilita las herramientas que están incluidas en la estructura básica del sistema.

c) De atributos

Utiliza un modelo integrado para almacenar los atributos, los cuales asocia a las entidades cartográficas simples (puntos, líneas o polígonos). Es de tipo relacional, el modelo incluye a ambos tipos de datos en una estructura mixta, la cual reúne las características espaciales y temáticas lo que lo hace rápido y no requiere de ordenadores potentes.

Cuenta con un manejador interno de bases de datos de tipo relacional para la administración y control de las tablas de atributos de los elementos. Y de manera nativa trabaja los archivos en formato .dbf, por lo cual son accesibles las tablas

provenientes de otro software que maneje este mismo formato sin necesidad de conversión como los archivos de texto *ASCII* y archivos en formato *INFO*.

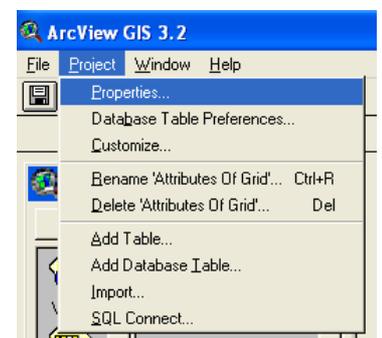
El archivo *dBASE* (.dbf) contiene los atributos de los objetos gráficos y cuenta con un campo llave con el cual se pueden unir otras tablas, de los temas espaciales de esta forma los valores almacenados pueden ser representados en los mapas.

La tabla contiene sólo un registro por cada rasgo espacial y el orden que guardan los registros es el mismo que el de los rasgos en el *shape* (*.shp) (ESRI, 1998).

El manejo que hace con los datos ha potenciado la generación de ideas en la toma de decisiones y aunque en sentido estricto no es un Sistema de Ayuda de Decisión Espacial (SADE), ha contribuido a procesar la información y a ver de forma más clara los componentes de la misma, sus posibles relaciones y hasta sus consecuencias.

Sin embargo su desventaja es que no cuenta con un modelo que unifique los dos componentes de los datos geográficos (espacial y no espacial) como es el caso de los modelos orientados a objetos y los denominados modelos multidimensionales.

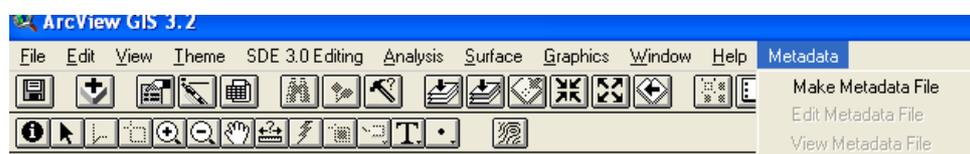
Y aunque no permite la creación de geobases ofrece la posibilidad de acceder a bases de datos relaciones cartográficas o espaciales tales como *ORACLE*, *SYBASE*, *INFORMIX*, *SQL SERVER*, entre otras. Mediante las extensiones: gratuitas: *Database Acces* y *SDE edits*, las cuales se incorporan al sistema como las opciones: *Database Table Preferentes*, *Add Database Table* y *SQL connect* al menú *Project*, tal y como se muestra en la siguiente figura:



En sus funciones nativas, permite el manejo de tablas mediante el cálculo de valores, la adición o eliminación de campos, la modificación de registros, las uniones o relaciones de tablas. Los datos son extraídos por medio de una relación definida por el usuario mediante reglas de la lógica booleana y operaciones matemáticas. Estas preguntas o relaciones no necesariamente están presentes en los archivos existentes; pero el programa controla el uso de los métodos del álgebra relacional para construir nuevas tablas o relaciones.

La desventaja del modelo relacional de datos que utiliza Arcview, es que las operaciones involucran una búsqueda secuencial para encontrar el dato que satisfaga la relación especificada, y esto puede llevar mucho tiempo y requerir importantes recursos para el procesamiento, ya que las preguntas involucran múltiples uniones de relaciones que pueden hacer lenta su respuesta. Aunque esto puede ser mitigado usando la indexación.

Entre los atributos de almacenamiento también se encuentran los metadatos, que en la versión básica de Arcview no se incluye, sin embargo se puede agregar la extensión gratuita *Metadata Builder* que agrega al menú principal la opción *Metadata* con la cual es factible construirse y consultar los metadatos, el cual se basa en el modelo *FDGC* (Content for Digital Geospatial Metadata). En la imagen siguiente se observa el menú para hacer metadatos.



Y para concluir con la parte del almacenamiento en el cuadro 32 mediante una X se marcan las opciones con que cuenta Arcview:

Cuadro 32. Tipos de almacenamiento geométrico	en Arcview 3.2
spaghetti o lista de coordenadas o gráfico	X
arcos, nodos	
Topológico	
Celda	X
Alfanumérico	X
Relacional	X
Red	
Jerárquico	
Temporalidad	
Estructura	
Raster	X
Vector	X
Metadato	X
Proyección cartográfica	X
Geobase	

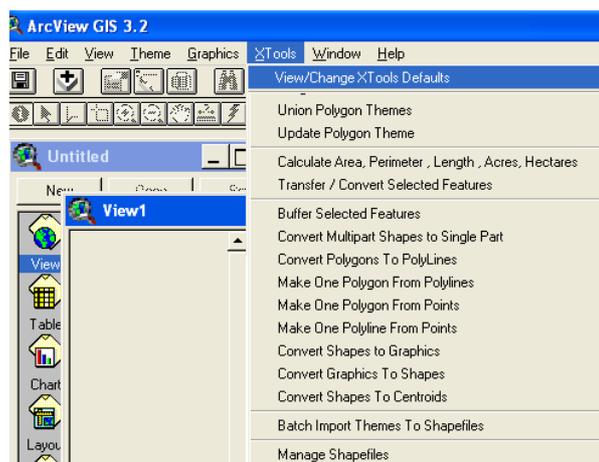
Elaboración con propia con base en el análisis de Arcview 3.2: Adriana Velasco

4.5.3 Explotación de geodatos

Arcview permite de acuerdo a criterios espaciales generar, extraer, clasificar e interpretar datos, mediante el tratamiento, la manipulación, la recuperación selectiva y el análisis espacial el cual es muy incipiente pero el usuario con creatividad puede lograr muy buenos resultados. Para abundar en este tema se muestran las opciones del sistema para explotar los datos:

- a) **Tratamiento de datos:** permite la selección, la extracción, el análisis de los datos y las tareas de preprocesamiento. Algunas de las tareas del tratamiento de datos se han concentrado en el sistema en la extensión gratuita llamada *XTool*, con la ventaja de que se agrupan en un sólo menú, el cual se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 8. Menú de opciones para tratamiento de datos de Arcview 3.2



Para hacer más explícitas las opciones que contiene Arcview para el tratamiento de datos en función de lo que marca la literatura de sistemas de cartografía automatizada, se elaboró el Cuadro 33 en donde se marcan con “x” las que Arcview puede realizar.

Cuadro 33. Resumen de la tareas de procesamiento que realiza Arcview 3.2

Preprocesamiento	Realiza Arcview
Cambio de proyección cartográfica	X
Cambio de formatos gráficos a shapefile	X
Conversión de formatos de datos (vector a raster o viceversa)	X
Cambio de clase de rasgo espacial	X
Cambio de shapefile a cualquier formato	X
Cambio de escala del gráfico	
Agregación de objetos espaciales a mapas de entrada	X
Generalización sencilla	X
Reducción	
Traslación	
Rotación	
Detección de errores en conversión formatos, digitalización	
Unión de información de mapas adyacentes	X
Estandarización de atributos tabulares	X
Edición de multiusuarios mismo archivo gráfico	
Detección de errores geométricos por medio de topología y corrección	
Rectificación de líneas, puntos o polígonos o datos para ajustarlos al sistema georreferenciado de trabajo	
Conversión de coordenadas	X
Cálculo de longitud de trazos, de áreas, de perímetro	X
Construcción topológica a datos de entrada	

Elaboración con propia con base en el análisis de Arcview 3.2: Adriana Velasco

Se puede observar que de los 20 procesos básicos, Arcview cuenta con 11. Desde mi punto de vista sería importante que incluyera la detección de errores en la conversión de formatos porque esta documentado que el principal problema para iniciar proyectos con geotecnología es la adecuación de los datos para su explotación. También debería incluir la topología aunque fuera sólo para la edición de los elementos gráficos para que facilitara la limpieza de líneas y polígonos dobles o cuando estos últimos no están cerrados. Y es que puede eliminar algunos vértices y suaviza los arcos.

Las tareas de rotación, reducción y translación se realizan de forma manual en pantalla en usuario, ya que no cuenta con fórmulas ni herramientas automáticas, por lo cual es difícil ajustar las diferentes capas de información que componen un mapa.

En relación al cambio de formatos gráficos hay que puntualizar que es limitada la conversión de raster a vector porque sólo lo hace para archivos tipo GRID.

La edición y detección de errores es muy rudimentaria ya que no produce reporte de errores, y estos se deben detectar de forma visual o a través de las tablas de atributos por parte del usuario.

Resulta muy laborioso adicionar elementos individuales de la imagen del mapa.

Y la velocidad de respuesta en su desempeño en el preprocesamiento disminuye conforme aumenta el volumen de datos, aún y cuando la PC sea de alta velocidad.

b) Manipulación

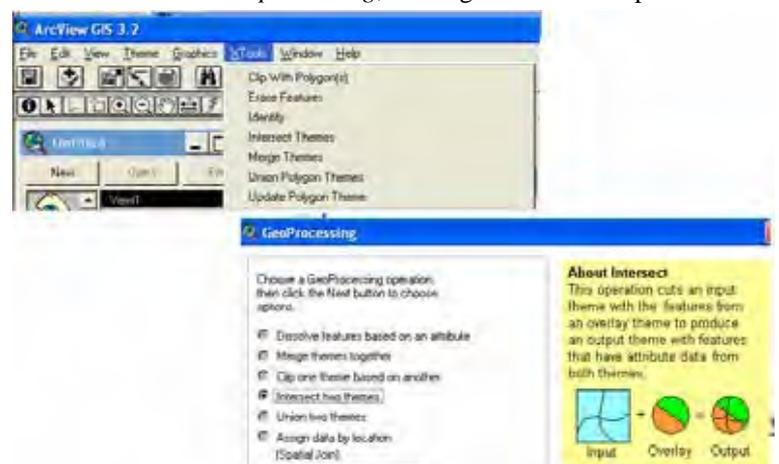
Es la actividad en la cual los usuarios más utilizan Arcview y lo hacen principalmente para seleccionar y re-seleccionar datos para el despliegue, así como para la interpretación visual en un ambiente integrado por diferentes formatos de información tales como dibujos CAD (DXF o DWG) archivos de texto o ASCII, coberturas en formato de Arc/Info, su formato nativo (shapefile), archivos TIFF, GIF, imágenes de satélite o mapas escaneados en formato de ERDAS (img o lan), o archivos GRID de Arc/Info.

También manipula los atributos para generar tabulados o para darles otra forma o apariencia, lo que facilita su recuperación o análisis posterior. Estos resultados pueden plasmarse en mapas que son factible de almacenar en diferentes formatos a los que originalmente se capturaron y guardaron en el sistema.

De acuerdo a lo que señala la literatura sobre la cartografía automatizada, Arcview puede:

1. Calcular atributos: tabulares y geométricos (áreas, coordenadas).
2. Cálculo espacial: a través de determinar distancias entre objetos.
3. Combinar: los atributos de objetos espaciales: por ejemplo un archivo de línea se puede combinar con uno de polígonos cuyo atributo es la Entidad, y obtener por resultado que al shape de líneas se agregue la Entidad a la que pertenecen.
4. Combinar: los objetos espaciales: siempre y cuando sean del mismo tipo.

Estas tareas se realizan con la extensión *Xtools* o con la extensión *Geoprocessing*, la imagen ilustra las opciones de ambas herramientas:



5. Reclasificación: cambia los valores de los atributos en la tabla *.dbf del *shape* y lo hace por medio de la herramienta *Calculate* que contiene las operaciones para aplicarse a datos numéricos, de texto y tipo fecha. Las clasificaciones se realizan mediante diferentes métodos en base a los atributos de los elementos en las capas de información para generar información temática. De esta forma una capa gráfica puede ser desplegada de diferentes maneras en base a sus atributos, lo que facilita las comparaciones directas de la información e incluso su graficación.

La limitante de Arcview es que las reclasificaciones y consultas no se pueden almacenar para aplicar a otro tema a menos que se programen pero esto no es sencillo para el usuario común. Y las tareas de reclasificación que incluyen la modificación de límites o elementos espaciales para que estos sean removidos, no lo realiza Arcview 3.2 porque no cuenta con operaciones geométricas complejas que permiten derivar polígonos e intersecciones.

Aunque para el caso de los raster si es posible que reclasifique los datos, lo hace involucrando varias capas y basándose en procesos estadísticos.

Cuenta Arcview con tareas específicas de acuerdo a la estructura gráfica de datos entre ellas encontramos la manipulación vectorial y raster, a continuación se describe el desempeño que presenta Arcview:

Manipulación Vectorial

Las operaciones geométricas y matemáticas en Arcview son difíciles de realizar porque requiere de una importante cantidad de cálculo de coordenadas, generar centroides y usar información topológica con la que no cuenta el sistema pero ofrece realizar las operaciones. Pero para cubrir sus deficiencias combina la información entre temas gráficos.

Para lo cual permite acumular las consultas que se van haciendo sobre el mismo tema, con la finalidad de que se vayan sumando o quitando objetos que no cumplen con las condiciones fijadas.

Las opciones de combinación o intersección son:

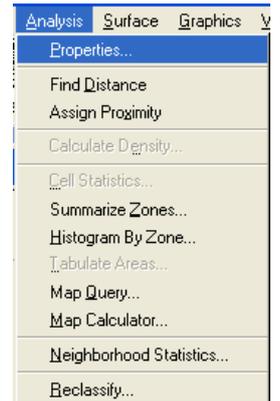
- “elemento contenido en”,
- “intersección de”,
- “a una distancia de”,
- “completamente contenido en”

Manipulación raster

Los datos para este tipo de estructura los selecciona Arcview por medio de un lenguaje SQL (structured query language) permitiendo ejecutar en ellos operaciones de multiplicación, adición, resta, etc., las cuales ejecuta en cada celda de cada imagen.

Hay que puntualizar que estas operaciones no están presentes en la versión básica de Arcview, pero mediante la activación de la extensión *Spatial Analyst* se pueden efectuar.

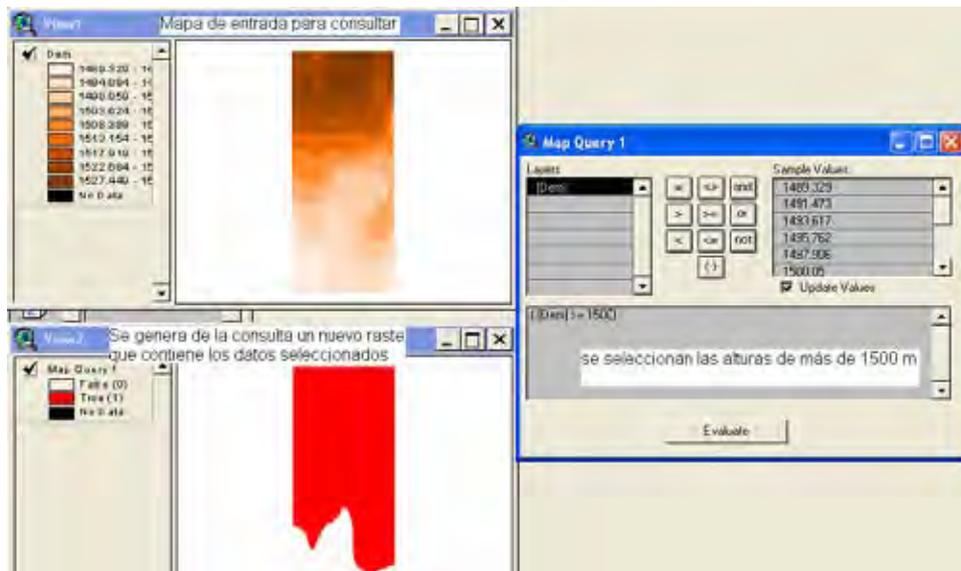
Al menú principal se agrega la opción “*Analysis*” la cual que contiene las siguientes herramientas:



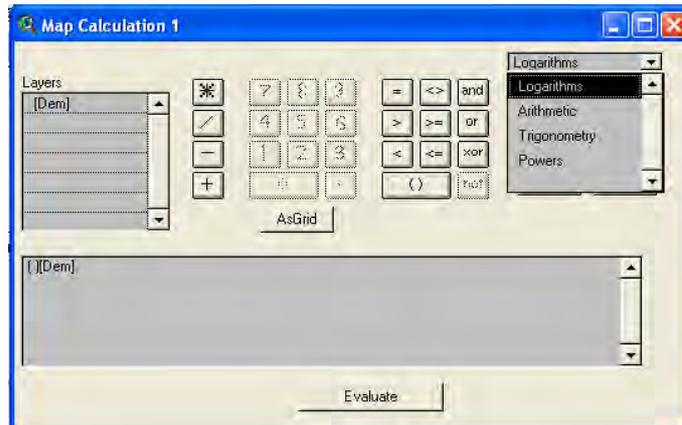
-*Map Query*: para hacer consultas usando operadores de lógica booleana. En el ejemplo siguiente a un modelo del terreno mediante una consulta se seleccionan los elementos de más de 1500 m.s.n.m.

Como resultado genera otro raster que contiene las celdas solicitadas las cuales son codificadas como verdaderas en tanto el resto lo clasifica como falso o que no hay datos.

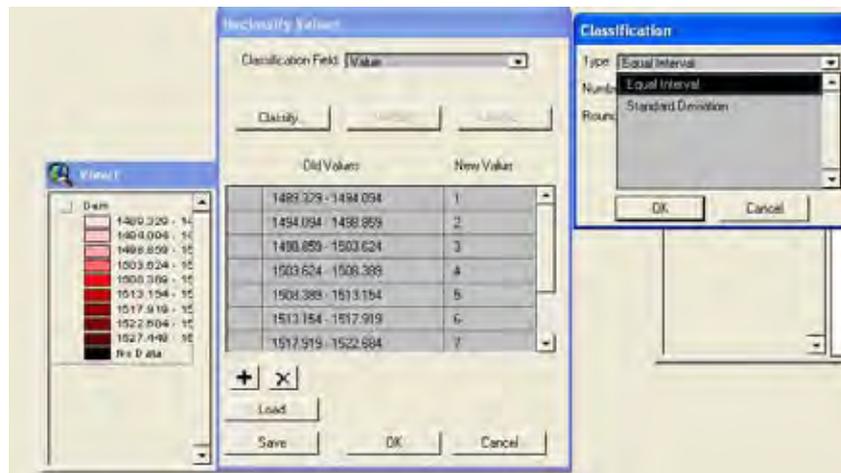
A continuación el ejemplo.



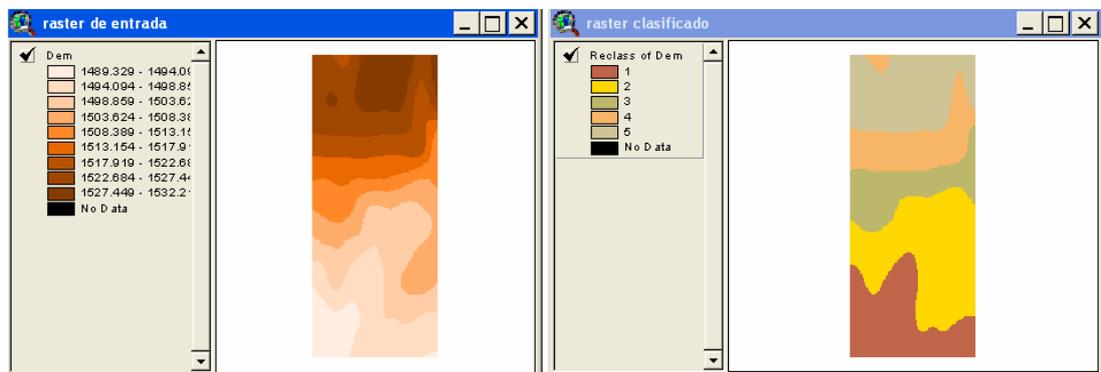
-*Map Calculador*: ofrece operaciones booleanas, aritméticas, logarítmicas y trigonométricas que aplica sobre cada celda, el resultado es un archivo donde las celdas toman nuevos valores. Su interfase es la siguiente:



-*Reclassify*: toma los valores de un campo y los clasifica mediante dos posibles opciones: intervalos iguales y/o por desviación estándar. En el ejemplo siguiente se muestra la interfase para introducir los datos de esta opción:



Se muestra un ejemplo de reclasificación para un modelo digital de terreno al que se le aplico una reclasificación de cinco intervalos iguales.

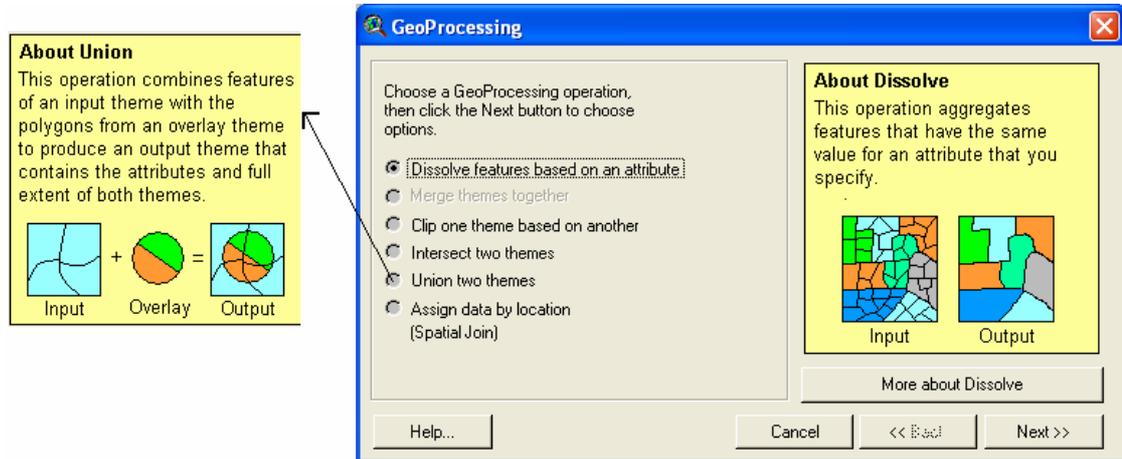


La conclusión respecto a ambas manipulaciones es que Arcview las realiza de forma amigable, los procesos son rápidos e intuitivos, con la ventaja de que produce un nuevo mapa que puede almacenarse o ser parte de otro proceso, lo que evita que los datos fuentes se vean afectados.

c) Recuperación selectiva

Arcview permite la recuperación de datos (gráficos y/o alfanuméricos) de las bases de datos cartográficas o temáticas mediante condiciones que pueden ser geométricas, lógicas o matemáticas:

1) Recuperación geométrica: se especifican las condiciones geométricas topológicas, por muestreo espacial o condiciones aritméticas. Con esto se posibilita la creación de regiones geográficas esta tarea es posible realizarla utilizando la extensión gratuita *Geoprocessing* o *XTools*, mediante la opción *Dissolve*, que genera área más grandes; o el proceso de *Union* que puede fraccionar áreas en pequeños espacios. En la imagen siguiente se muestra lo que hacen ambos procesos:



Otra forma de extraer datos es mediante el análisis de correlaciones complejas entre espacio-atributo-tiempo, que las realiza Arcview mediante las opciones de intersección descritas anteriormente en la opción de *manipulación vectorial*.

Con Arcview también es factible recuperar en el formato vectorial: la distancia entre objetos, el tamaño de las áreas, el vecino más cercano; pero no es posible extraer la dirección, la correlación espacial de los elementos, la ruta más corta, la línea visual, la conectividad y contigüidad pero se puede realizar utilizando la estructura raster con la extensión *Spatial Analysts* que realiza de forma simple la extracción de datos.

2) Recuperación lógica: no es posible llevarla a cabo con Arcview porque requiere la comparación de los valores uno a uno entre dos mapas así como del análisis espacial en cuanto a la adyacencia, la contigüidad y las funciones de vecindad

3) Recuperación aritmética: involucra la adición, la multiplicación, la división, la exponenciación para cada valor del mapa, pero lo hace sólo para las estructuras raster.

4) Recuperación a través del puntero: con éste se pueden elegir objetos sobre el mapa para formar un nuevo tema.

5) Recuperación por gráficos: el usuario podría construir sus propias figuras como polígonos irregulares para seleccionar con ellos objetos sobre el mapa en pantalla pero para esto requiere de la programación de la rutina ex profeso, ya que la única selección posible es por medio de un polígono rectangular y mediante líneas.

6) Recuperación mediante sentencias SQL: Arcview utiliza el lenguaje de la lógica Booleana igual que todos los sistemas cartográficos estandarizados para realizar mediante éste la extracción de datos, ofrece la posibilidad de expresar preguntas estructuradas en las que incluye operaciones relacionales, compara valores falso o verdadero: mayor que, menor que, más grande que, etc. y booleanas con valores lógicos de inclusión, exclusión, unión, etc. (and, or, xor, not).

Cualquiera de los resultados obtenidos por estas formas de recuperación se pueden presentar en dos formatos: analógico o digital y mediante las siguientes formas:

1. Valores tabulados.
2. Imágenes cartográficas.
4. Cadenas de coordenadas legibles por el ordenador (vectores).
5. Matrices almacenadas en el ordenador de elementos gráficos (raster).

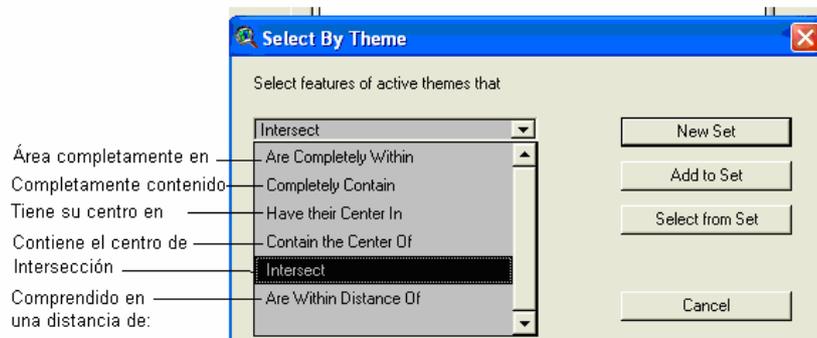
d) Análisis espacial

De acuerdo con los lineamientos de la cartografía automatizada, Arcview permite un análisis de relaciones implícitas, visibles y evidentes entre las capas de información como puede ser la sobreposición gráfica de diferentes layers con la opción de ligar sus bases de datos. Así como también la posibilidad de detectar patrones espaciales al definir las relaciones de localización entre puntos, líneas y áreas, lo mismo que los procesos espaciales que definen la dinámica natural de estos rasgos en términos de distancia y conectividad. También permite detectar las relaciones que existen en la base de datos espacial y descomponer los sistemas espaciales en sus partes, lo mismo que conocer áreas de influencia y afectación. Quizá vale la pena precisar que gran parte del análisis de los elementos espaciales se hace de forma descriptiva, lo que esta determinado por lo que el usuario logra captar ya que muchas veces sólo es a través del análisis visual.

Arcview contiene una de las opciones más importantes del análisis espacial como es la sobreposición de objetos espaciales (puntos, líneas, áreas y celdas) con lo cual puede encontrar las interrelaciones entre ello, su limitante es que sólo puede incluir dos temas cada vez.

La sobreposición lo hace a través de la opción de *Select by theme* que ofrece las opciones que se observan en la siguiente imagen:

Imagen 9. Opciones de análisis espacial en Arcview para la sobreposición de mapas:



Las herramientas de análisis espacial de Arcview son limitadas lo mismo que sus posibilidades para las operaciones topológicas, pero aún así es factible conocer sobre los objetos espaciales algunos de sus principios fundamentales como son: la localización, la distribución, la causalidad, la conectividad y la evolución que es lo que se busca con el análisis espacial.

El sistema hace el análisis espacial de los objetos espaciales es a través de su localización (coordenadas bidimensionales o tridimensionales); así como de los atributos de los rasgos espaciales, y por medio de una incipiente topología que sólo cubre algunas de las relaciones espaciales. En el cuadro siguiente se muestran los tipos tipo de análisis espacial y mediante una “x” se indica los que puede realizar Arcview.

Cuadro 34. Tipos de análisis espacial de acuerdo al objeto espacial que realiza Arcview 3.2 y la herramienta con la que lo efectúa

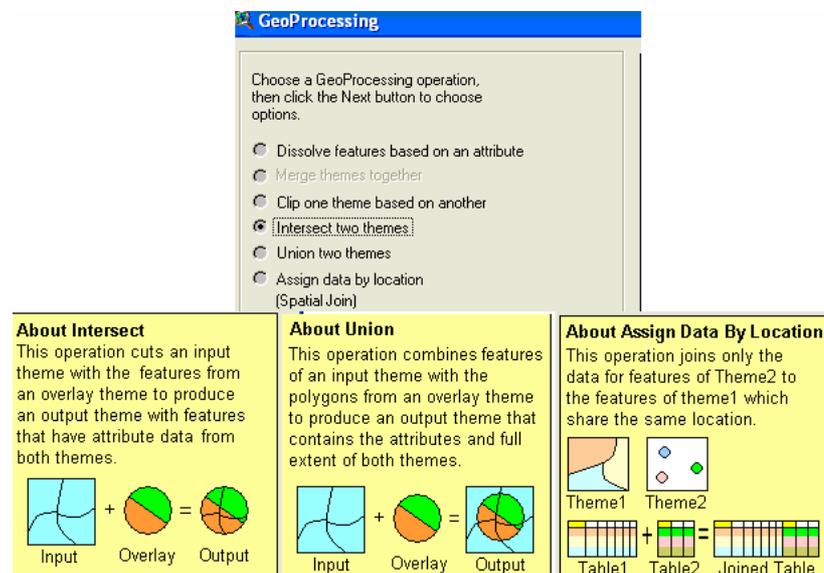
Objeto espacial	Punto	Herramienta con la que se elabora en Arcview	Línea	Herramienta con la que se elabora en Arcview	Área	Herramienta con la que se elabora en Arcview
Punto	son vecinos	Select by theme	esta cerca de	Select by theme	es un centroide del	Select by theme
	es asignado a	Select by theme	esta situado en	no lo hace	esta dentro de	Select by theme
Líneas			Cruce	Select by theme	Intercepta	Select by theme
			Union	geoprocessing	es un límite de	no lo hace
Áreas					esta sobrepuesta	Select by theme
					es adyacente a	Select by theme

Elaboración con propia con base en el análisis de Arcview 3.2: Adriana Velasco

Otra parte del análisis espacial para los datos vectoriales lo realiza a través de la extensión gratuita *Geoprocessing* en la que ofrece las opciones: *unión* (combina los rasgos de dos temas involucrados) la *intersección* (operación mediante la cual un

tema es cortado según los límites de otro tema y los atributos de este último se transfieren al tema cortado) y por último la opción de *asignar la distancia por localización* (determina la distancia entre elementos puntuales y sirve para encontrar el vecino más cercano). En la imagen siguiente se ilustran gráficamente estas opciones:

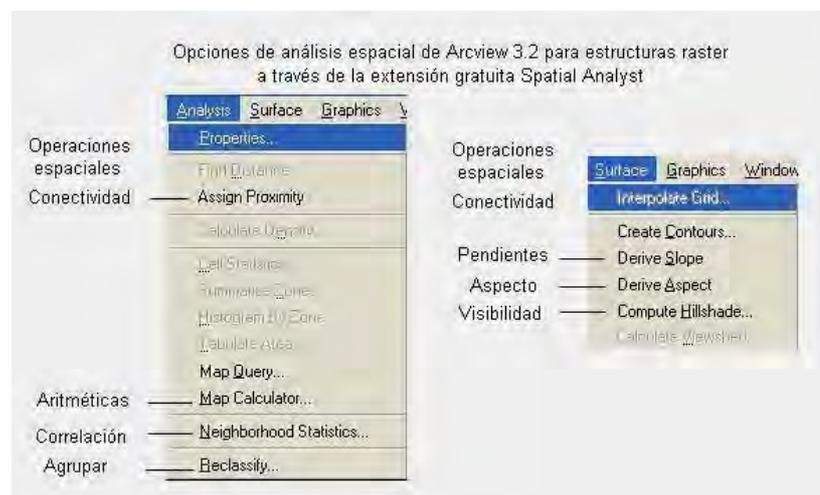
Imagen 10. Opciones de Arcview para el análisis espacial de datos vectoriales



También posibilita el análisis de redes y linear mediante la extensión Network Analyst que requiere ser comprada.

Y en cuanto al análisis espacial raster, Arcview sólo lo realiza mediante la activación de extensiones con las cuales facilita las operaciones aritméticas, (promedio de peso, comparación, funciones de correlación); las de conectividad (funciones de proximidad); estadísticas de vecindad para cálculo de pendientes o aspecto, (posición de sol en la bóveda terrestre) así como de agrupamiento. Para esto se activa la extensión gratuita: *Spatial Analyst* que se compone de dos menús *Surface* y *Analyst* que agrupan las funciones para el análisis espacial raster, en la imagen siguiente se muestran las opciones de los menús anteriores:

Imagen 11. Opciones de Análisis espacial de Arcview para estructuras raster



El potencial del análisis espacial raster se puede incrementar mediante la compra de la extensión Spatial Analyst.

e) Análisis cartográfico

De los procesos que comprende este tipo de análisis, Arcview permite algunos como son: el cambio de proyección de los objetos tantas veces como el usuario quiera; generar mapas estadísticos o cuantitativos con la misma precisión, exactitud y métodos de representación cartográficos semejantes a los mapas tradicionales. Pero en el caso de las correlaciones y distancias espaciales es muy limitado, y no cuenta con herramientas para ayudar a elegir la mejor representación cartográfica para el fenómeno espacial que se representa.

En cuanto a las operaciones analíticas que incluye el análisis cartográfico Arcview puede hacer: las de reclasificación siendo mejor su desempeño para las estructuras raster; también realiza las operaciones de distancia, sin embargo las de conectividad no se incluyen en la versión básica.

Como se mencionó en el capítulo anterior con el análisis cartográfico se derivan tres tipos de cartografía: la estadística, la de movimientos y la de correlaciones, Arcview puede construir cada una de ellas a continuación se detallan sus posibilidades:

- **Cartografía estadística**

Esta es el fuerte de Arcview ya que el sistema cuenta con los métodos cartográficos para hacer la representación puramente cuantitativa y jerarquizada de los datos geográficos.

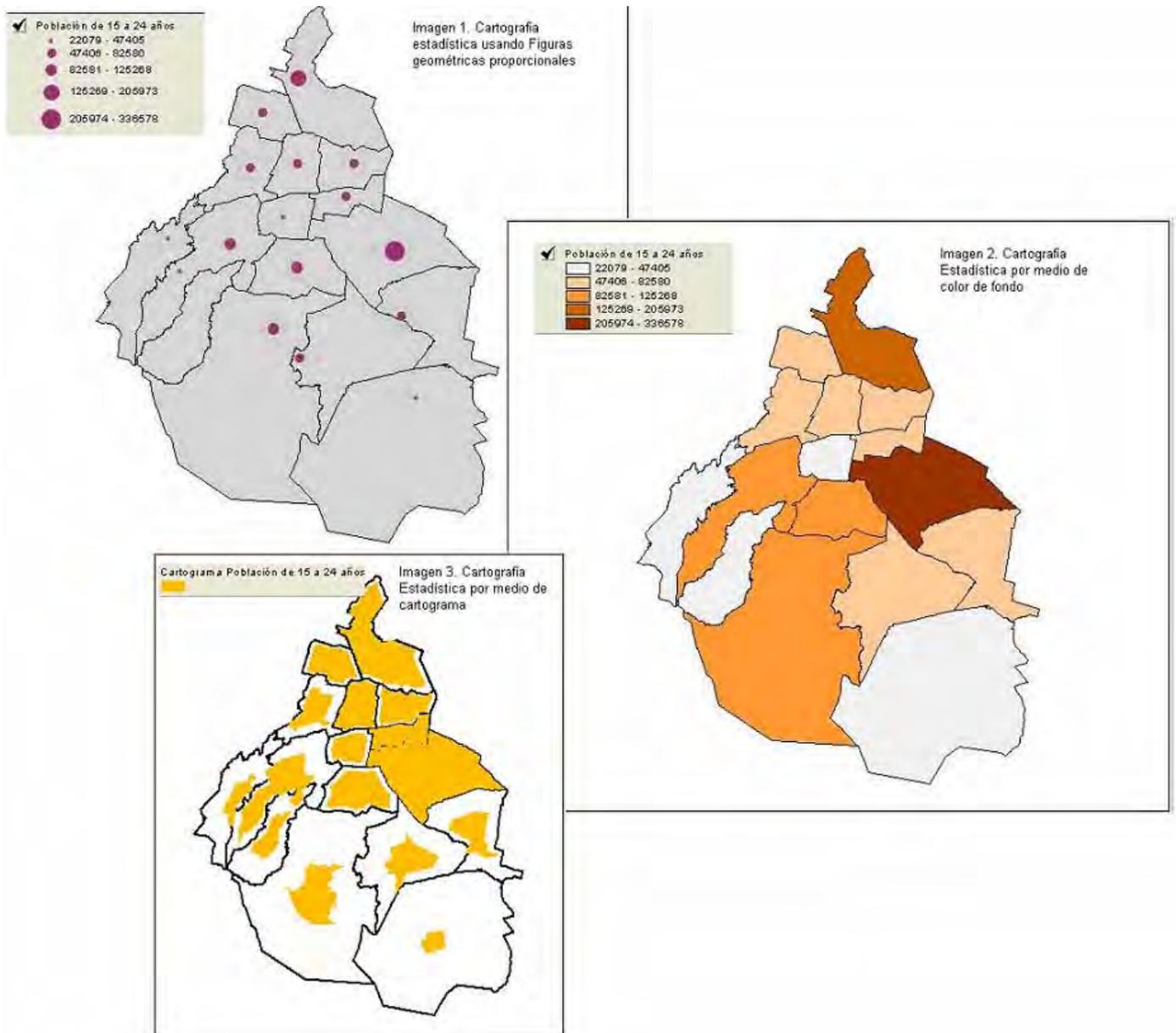
En los mapas producidos con Arcview se observa la representación a nivel de puntos específicos referidos a unidades político-administrativas, así como la utilización de las figuras geométricas con tamaños proporcionales (símbolos fuera de escala proporcionales) a la magnitud que representan, como son círculos, cuadrados, triángulos, rombos para los que es factible utilizar el tono, color, la textura de su interior y el calibre de sus bordes con la finalidad de representar otra información temática. Lo mismo que la representación de variables cuantitativas referidas a las unidades político-administrativas mediante el color o el rayado del área de la unidad, y aunque no encontré ningún mapa que empleará cartogramas, Arcview hace uso de este método a través de la extensión gratuita *Cartogram*. Sin embargo el punto débil de Arcview es que no cuenta con símbolos geométricos con estructura interna que pudieran aplicarse para representar datos estadísticos

En cuanto a la representación que hace la cartografía estadística para mostrar los datos por medio de escala de valores continuos o discretos, Arcview en el caso de la escala continua representa el valor absoluto de la variable en cada localización, y su tamaño puede ser leído en una escala gráfica de manera directa; en tanto para la escala discreta, los valores los agrupa por intervalos de clases y en la escala gráfica sólo pueden ser determinados los rangos en que se encuentran.

También es factible la representación de diagramas de dos tipos: barras y circulares, sin la posibilidad de figuras divididas o estructuradas y sin la dinámica temporal.

En el modelo 9 siguiente se muestran tres alternativas de representación que Arcview ofrece para la cartografía estadística, en cada ejemplo se tomó como variable la “Población de 15 a 24 años”. En la primera imagen se utilizan las figuras proporcionales, en la segunda imagen el color graduado y en la tercera se hace uso del cartograma.

Modelo 9. Posibilidades de Arcview 3.2 para la representación de la Cartografía Estadística



Elaboración con propia: Adriana Velasco

Después de observar estas posibilidades cartográficas y derivado del análisis que realice en los mapas publicados en Internet concluyo que se desaprovecha la alternativa del cartograma y que se abusa de la representación puntual.

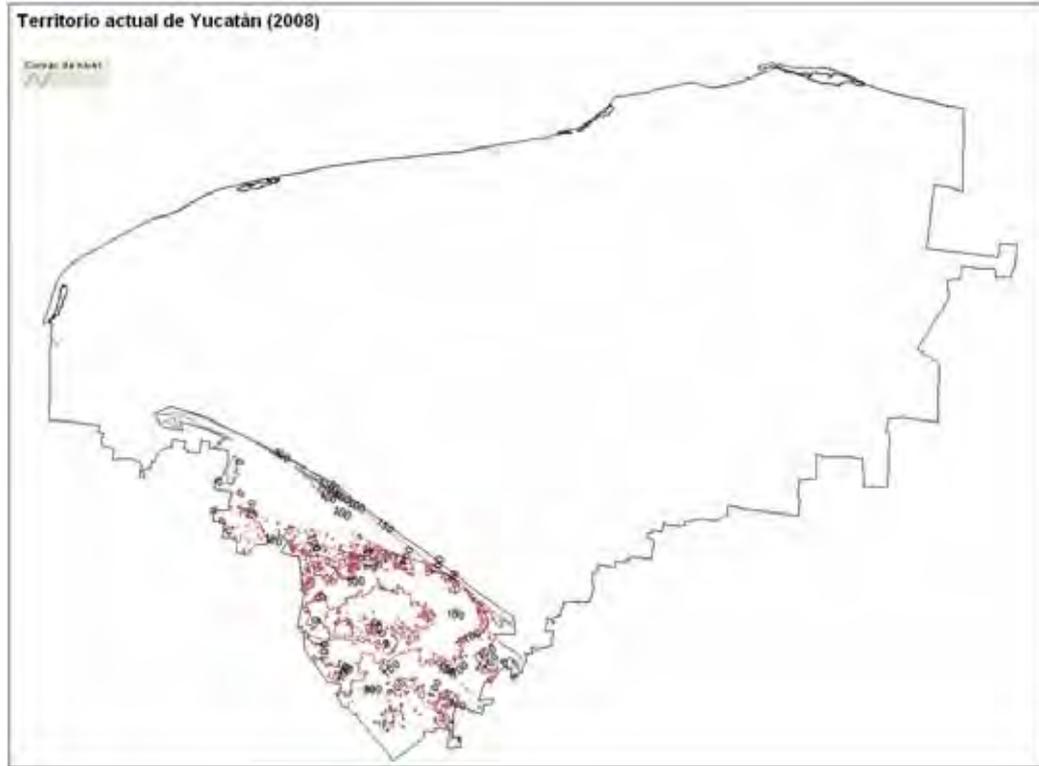
- **Cartografía de movimientos**

De los tipos de mapas que incluye esta cartografía como son el de **mapas de variación** Arcview puede calcular el valor medio para cada período de tiempo para derivar por ejemplo mapas climáticos; y puede representar la evolución elaborando mapas sinópticos por un período de tiempo tan breve como una hora o según sea la dinámica del fenómeno y se podrían montar los *shapes* como soportes transparentes o como una historia en cuadros de imágenes simultáneas en el monitor o como un equivalente de gráficos evolutivos.

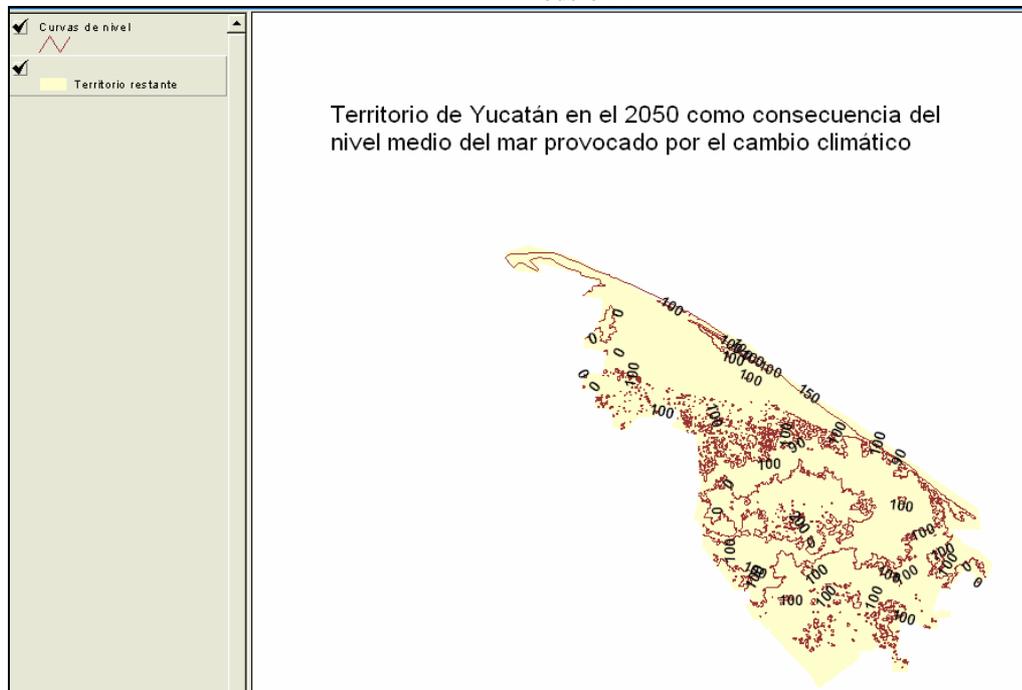
Como ejemplo de este tipo de cartografía se modeló con Arcview la “Pérdida de Territorio que sufriría Yucatán como consecuencia de la inundación derivada del cambio climático”. En un primer escenario se muestra el territorio actual de la entidad (modelo 10) y las cotas de altitud que van de 0 a 150 m.s.n.m. De estas se seleccionaron las que están entre 0 y 60

m.s.n.m que es el promedio que se considera que aumentará de nivel el mar en el Caribe y Continente Americano para el año 2050. Como resultado se muestra el territorio que se perdería en el modelo 11.

Modelo10. Territorio actual del Estado de Yucatán (2008) y curvas de nivel



Modelo 11

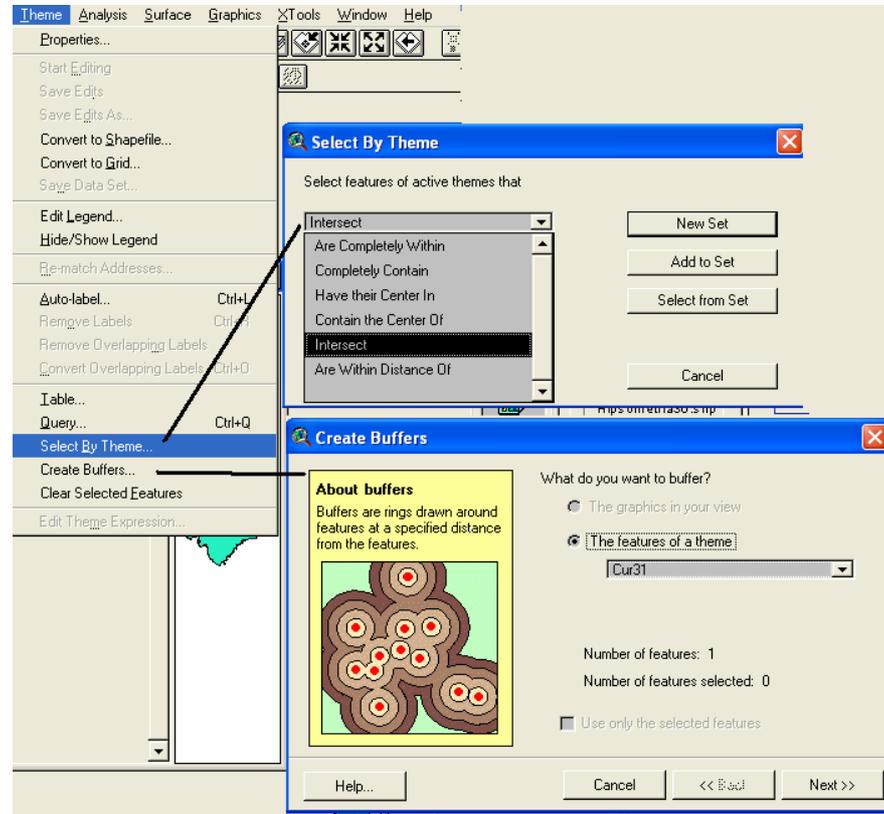


Otra de las opciones de Arcview, es que puede representar directamente el sentido o valor de la variación realizada en un intervalo de tiempo.

Pero su limitante son la construcción de mapas de flujos, ya que no arma redes, ni traza flujos.

En el caso de los mapas de penetración o influencia Arcview los pueden realizar tanto para estructuras raster como vectoriales porque permite el análisis de acceso y resolver problemas entre centros vecinos o de alcance a partir de un punto de difusión. Esto lo realiza por medio de las herramientas de buffer (áreas de influencia) o de selección por tema vectorial (*select by theme*) ambos en el mismo menú de *Theme*.

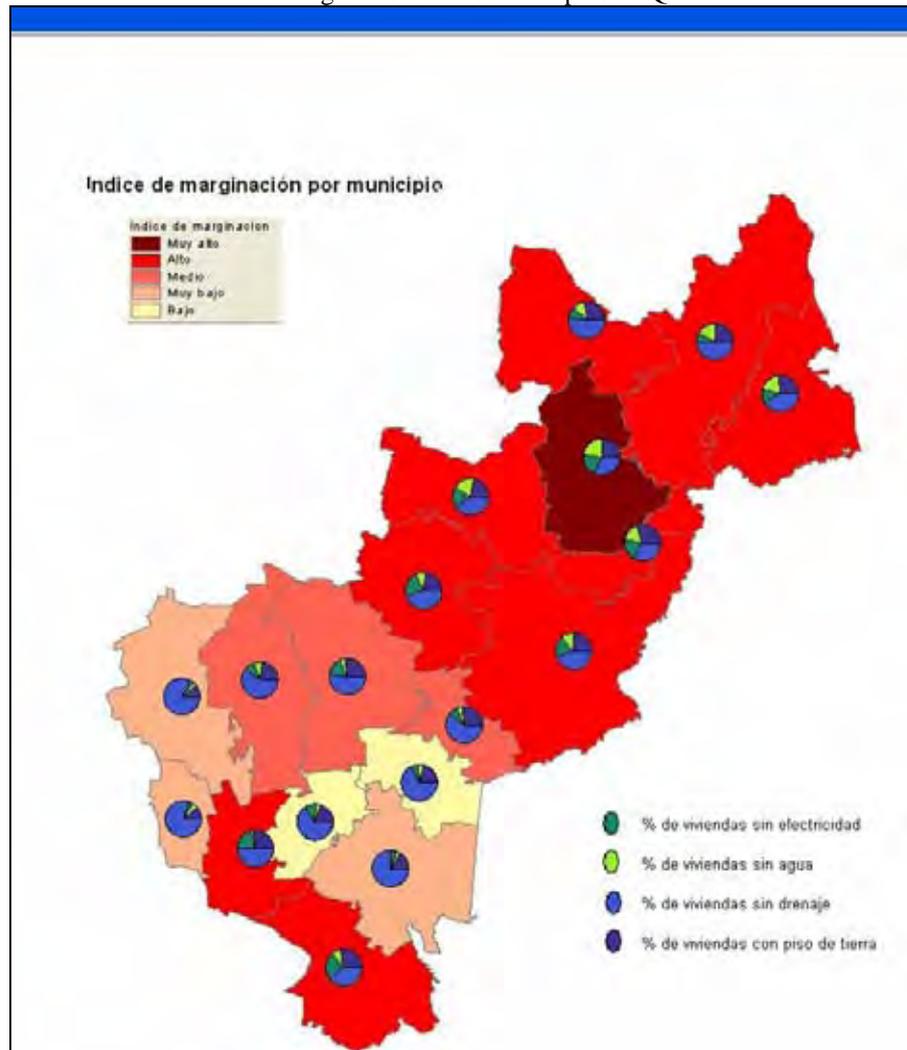
En la imagen siguiente se muestran las opciones de ambos procesos.



- **Cartografía de correlaciones**

Arcview puede elaborar estos mapas ya que sobre un mismo fondo es capaz de mostrar dos o más variables, para las que se pretende mostrar sus relaciones lógicas, los lazos de causalidad y dependencia entre varios datos. Para ilustrar esta posibilidad de Arcview se plasmó en el modelo 11 el territorio de Querétaro con la Distribución del índice de marginación usando la opción cartográfica de fondo de color por municipio y encima de los mismos, se añadió un gráfico circular dividido en porcentajes de acuerdo a las variables de vivienda con las que se forma el índice de marginación. Esto con la intención de conocer cual de las variables involucradas en su construcción permite apreciar la profundidad de la pobreza de forma multidimensional y conocer la importancia de cada indicador. Según lo observado sólo hay un municipio de muy alta marginación donde resalta que la falta de drenaje en las viviendas es lo que determina su marginación ya que es que tiene el mayor porcentaje. De esta forma se pueden construir las correlaciones de datos en el espacio, aunque se sugiere que para ello se utilicen las herramientas estadísticas de los paquetes destinados para tal fin que permiten hacer la correlación y posteriormente el resultado sea plasmado en el mapa.

Modelo 12. Representación de correlaciones espaciales con Arcview para mostrar la Distribución del índice de Marginación en los municipios de Querétaro



Elaboración propia con datos del Índice de Marginación por municipio de CONAPO 2005

f) Análisis geográfico

Este apareció a partir de la versión 3.0 de Arcview en el que se incluyeron nuevos módulos, que se extendieron al análisis geográfico entre los que se encuentran:

- Arcview Spatial Analyst
- ArcView Network Analyst
- ArcView 3D Analyst
- ArcView Image Analyst

Con el análisis geográfico se aborda el estudio de la localización para lo cual Arcview puede:

- Determinar con precisión el sitio; a través de establecer sus coordenadas geográficas de los objetos espaciales.
- Estudiar las relaciones que justifican la posición, puede describir su situación en relación con los aspectos más relevantes de su emplazamiento y del medio físico, económico o de infraestructura.
- Facilitar el análisis de las relaciones entre el lugar y la posición de los elementos en el espacio para conocer las estructuras y los sistemas que los rigen.
- Encontrar las causas e interrelaciones en los sistemas y los objetos que los forman.

- Conocer la extensión de los objetos espaciales.

g) Análisis geoestadístico

La versión básica de Arcview no cuenta con la posibilidad de realizar este tipo de análisis pero es factible llevarlo a cabo mediante la compra de la extensión *Geostatistical Analyst* que permite la exploración de la variabilidad de datos, examina las tendencias globales e investiga la autocorrelación y correlación entre múltiples series de datos y utiliza mapas de cuantiles para plasmar los modelos geoestadísticos

Estos procesos sólo se aplican a archivos raster y sirve para el análisis de tendencias para superficies, para el análisis de componentes principales, el análisis de conglomerados, los promedios móviles espaciales, los modelos de regresión espacial y las estimaciones bayesianas.

h) Modelamiento

Arcview es un sistema que se caracteriza por contener los métodos y técnicas cartográficas tradicionales y automáticas estandarizadas con apego a lo que dicta la teoría, así que la parte del modelamiento no podía ser la excepción y por ello las herramientas que ofrece se basan en los distintos modelos teóricos que le permiten al usuario trasladar la realidad que estudia a este sistema por medio de los modelos cartográficos y espaciales que en su implementación hacen uso del modelo geotecnológico.

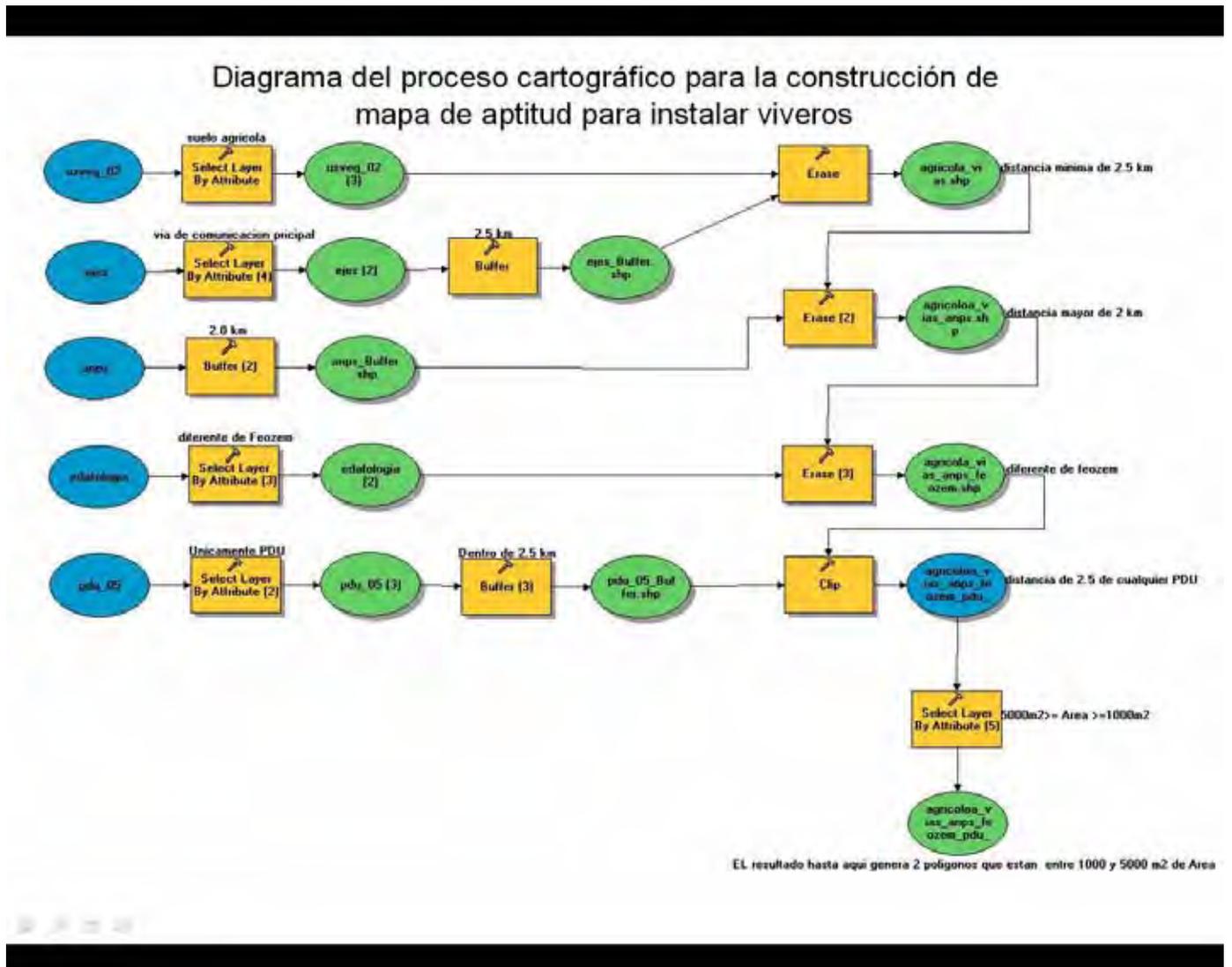
Este modelo se caracteriza en Arcview por ser amigable, con un número de pasos reducido y con herramientas digitales necesarias para estudiar el territorio a través de dos modelos:

i) Modelo cartográfico digital

El árbol jerárquico que es la forma como se esquematiza el modelo cartográfico y que utiliza una colección de mapas sobrepuestos, Arcview lo lleva a cabo de forma eficiente utilizando principalmente *shapes*, donde cada uno se organiza como una capa de información con datos que describen la naturaleza de cada localización perteneciente a un sitio común.

En esta combinación sólo pueden participar dos mapas y con el resultado se genera otro mapa (*shape*) que puede participar en una siguiente combinación. Todo el proceso que se sigue es posible guardarlo para aplicarlo en la construcción de otro modelo que por resultado siempre será un mapa. Este proceso que guarda el orden en que se van utilizando los mapas se hace con la extensión *Model builder* (gratuita), la cual guarda las operaciones y parámetros que se llevan cabo en cada combinación para llegar al mapa final, lo cual contribuye a evita construir un mapa desde cero, pero además permite detectar los posibles errores en la combinación de información y con esto facilitar la visualización esquemática de los distintos componentes que se requieren para llegar al mapa resultado del modelamiento.

El siguiente diagrama 3 ejemplifica como con Arcview se pueden plasmar las operaciones que se siguieron para construir un “Mapa de Aptitud para Instalar Viveros”.



En cuanto a los componentes del modelo cartográfico Arcview incluye:

1. La base matemática que provee la escala y/o la representación de la superficie de la Tierra en un plano.
2. Los métodos de representación geográfica.
3. Un sistema de símbolos que asegura la transformación de los datos geográficos representados por medio del canal visual al hombre y por el canal óptico electrónico a la computadora.

Su única limitante es que no permite salidas cartográficas que incluyan las relaciones complejas que se manifiestan en la realidad geográfica, y tampoco considera la modelación cartográfica, porque no se ha extendido a la producción de mapas temáticos, concebidos éstos como modelos.

ii) Modelo espacial

Arcview permite relatar lo que sucede en la superficie terrestre y representar las relaciones espaciales como expresiones lógicas que pueden ser desplegadas en un mapa y/o almacenadas en la computadora como un nuevo mapa o tabla. Porque cada dato esta asociado con localizaciones individuales lo que ha permitido expresar cada operación en términos de efectos en una localización.

Para el sistema es sencillo hacer la relación entre la cartografía y el espacio geográfico que requiere este tipo de modelo, porque cuenta con los medios de representación y con distintas proyecciones cartográficas. Aunque esta limitado porque no tiene estructuras topológicas y sus herramientas están enfocadas al formato vectorial con el cual son muy difíciles las operaciones algebraicas de objetos gráficos, lo que trae por consecuencia que no cuente con modelos determinísticos, probabilísticos ni estocásticos.

Aún así con Arcview es factible proporcionar información relativa al cambio espacial gracias a la disponibilidad de herramientas para la producción de mapas en capas (*shapes*) y al análisis de sobreposición.

Y aunque no cuenta con simulación de procesos, y no ofrece diversas respuestas para el mismo dato ante situaciones cambiantes, son factibles dos tipos de modelamiento:

1) Modelamiento cartográfico

Para el cual facilita la construcción de un camino lógico y define las operaciones espaciales para resolver un problema con lo cual se establece una metodología que es posible aplicarla en la construcción de otros escenarios.

Las técnicas que aplica son analíticas y sintéticas, en el caso de la primera descompone los datos por niveles de significado, mientras que en las sintéticas descompone los datos para uso de casos particulares.

Se basa en el proceso conocido como álgebra de mapas, en el cual sólo acepta dos mapas de entrada (*shapes*) y genera uno de salida y las capas se procesan por operaciones cartográficas como pueden ser: reclasificación de zonas, combinación de capas, cálculo de distancias, de direcciones, de determinación de líneas, etcétera.

Las técnicas básicas del modelamiento cartográfico incluye la modelación cartográfica descriptiva y prescriptiva.

- ▶ Para el caso del descriptivo Arcview analiza los datos para descomponerlos en niveles más finos y usa técnicas sintéticas para recomponen los datos para un uso en particular. De las tres técnicas básicas para el modelamiento cartográfico descriptivo Arcview puede hacer:

→ *el análisis cartográfico sobre la posición*: a través de la distancia o dirección, puede indicar la posición absoluta con respecto a columnas y renglones o indicar una posición relativa con respecto a una particular serie de localizaciones

→ *el análisis de las formas cartográficas*: lo expresa en términos de formas (punto, línea, área o superficie) y tamaños.

→ *la síntesis de las características cartográficas*: genera un conocimiento objetivo ya que no sólo describe los atributos sino que sirve para expresar el significado que pueden tener esos atributos. Y mediante la elección de los datos que construye el modelo, que en este caso son mapas por cada tipo de dato sintetizado.

- ▶ Y en cuanto al modelado prescriptivo cartográfico Arcview puede involucrar la localización geográfica y ofrecer un rango de sitios que pueden ser evaluados como alternativas para solucionar el problema de ubicación de alguna actividad. Ante lo cual puede proporcionar la descripción de la variación geográfica de calidad de cada sitio. Esta ventaja en Arcview lo ha hecho que se utilice en la realización de estudios de ordenamiento territorial e impacto ambiental ya que pueden ser elegidos los mejores sitios para el emplazamiento de las actividades.

2) Modelamiento espacial

En la versión básica de Arcview no está presente, porque se basad en el formato vectorial con el cual son muy difíciles las operaciones espaciales vectoriales. Pero es posible realizarlo para los elementos raster a través de la extensión Spatial Analyst, ya sea gratuita o comprada (mucho más completa).

A los elementos raster aplica la modelación espacial mediante operaciones como la suma, resta, multiplicación y división, lo que realiza mediante el análisis escalonado de varios mapas digitales. Los modelos disponibles son matemáticos y geométricos que sirven para calcular distancias euclidianas o para calcular distancias euclidianas o generar modelos digitales del terreno. También cuenta con modelos de *coincidencia* o sobreposición (para encontrar elementos geográficos ubicados en alguna posición o traslapados con otros) y/o los de *adyacencia* (encontrar elementos que se encuentran próximos entre los objetos estudiados).

4.5.4 Edición cartográfica con Arcview

De todo el proceso que comprende la edición cartográfica sólo se analiza en este inciso el desempeño de Arcview para el diseño cartográfico de mapas únicos porque es en lo que principalmente se utiliza Arcview y su potencial respecto al traslado de las fuentes, la generalización, el etiquetado y el cambio de escalas que son parte de la edición y ya se ha revisado en los incisos anteriores.

La facilidad del sistema para el diseño de mapas para armar su presentación ya sea en pantalla o para impresión es la función que hace tan popular al Arcview porque de forma fácil permite el cambio de símbolos, de líneas, combina textos e imágenes. Sin embargo tiene limitantes para rotular, porque cuenta con pocas opciones para la colocación de etiquetas (estas se muestran

Formas para colocar títulos,
textos en el diseño final del mapa



en la siguiente figura) y tiene problemas con el despliegue del mapa, ya que se hace lento cuando tiene muchas etiquetas y lo mismo pasa con la manipulación de la éstas, lo cual resulta muy laborioso, por lo que no es recomendable su utilización para la producción masiva de mapas.

Las opciones de Arcview para el diseño cartográfico son mayores para las estructuras vectoriales que las raster debido a que es un sistema desarrollado con un enfoque hacia lo vectorial.

El diseño del mapa lo hace a través de *layout* que es un formato similar al papel donde se crea el mapa y es a través de este ambiente donde se realiza la presentación final del mapa el cual ofrece una visión general de cómo lucirá con todos sus elementos, es en donde se genera de forma automática leyendas, es factible tener imágenes, diseños o textos para construir una composición del mapa y hacer múltiples combinaciones para la exploración de diversos diseños antes de la decisión final del mapa.

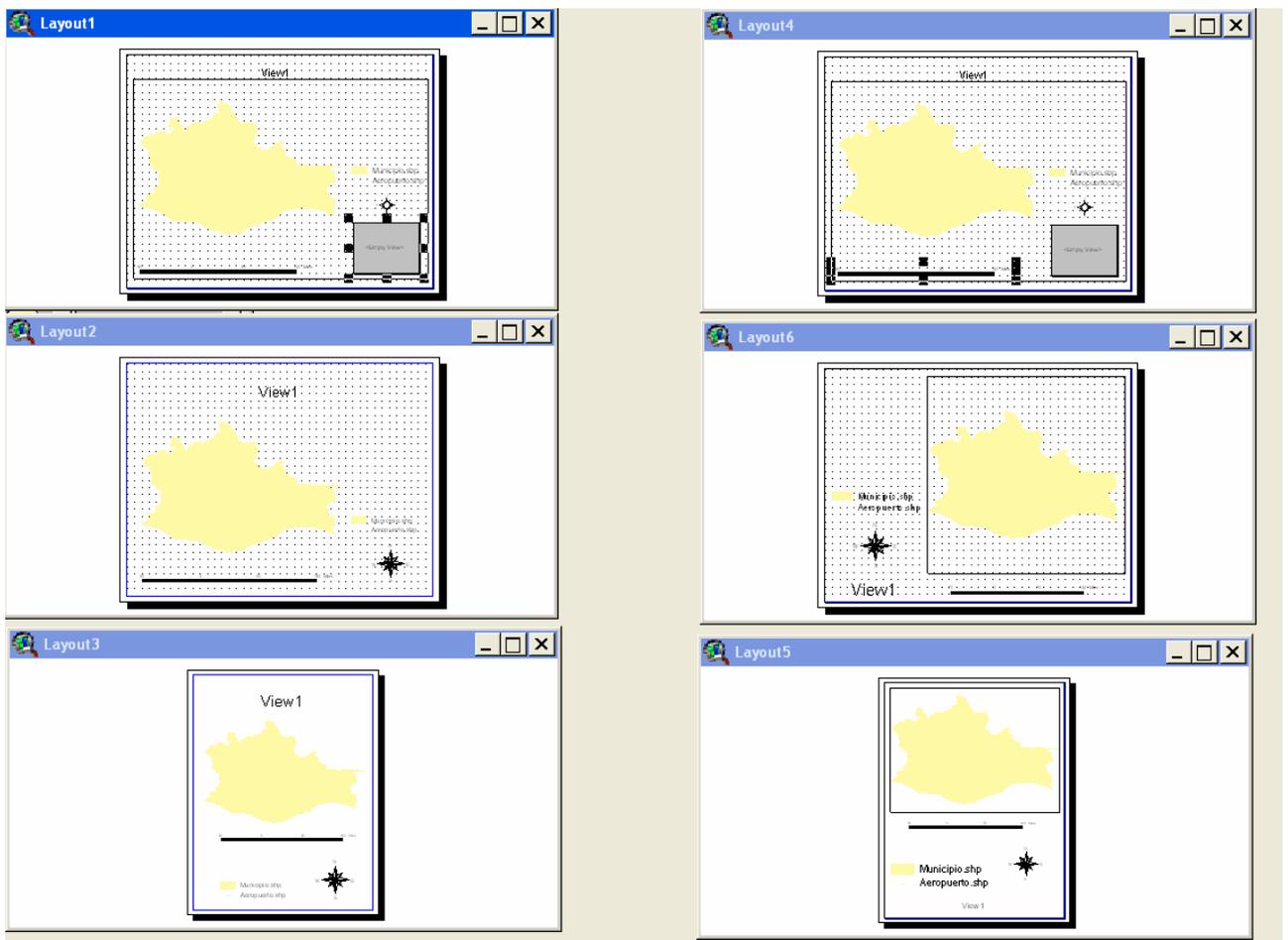
En el layout se define la orientación del mapa respecto al papel en la impresión y se van agregando los elementos del diseño cartográfico que distinguen al mapa de cualquier otra representación lo cual se realiza de forma fácil ya que sólo se requiere oprimir botones como los siguientes:



Cada botón tiene disponible una galería de signos, que se pueden incrementar con los diseñados por los usuarios.

Otra facilidad que ofrece Arcview son las distintas plantillas de diseño cartográfico predefinidos (templates) que se aplican al layout y ofrecen diferentes opciones para la presentación final del mapa. Estas plantillas las puede modificar el usuario o puede crearlas según sus necesidades para guardarlas y aplicarlas a otros mapas, aunque el uso de ellas puede hacer lenta la ejecución del sistema, lo mismo que el despliegue.

A continuación se muestran los ejemplos de las plantillas de diseño cartográfico predefinidas de Arcview 3.2

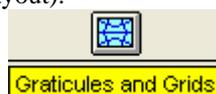


En estas imágenes se puede observar que ninguna de las plantillas contiene todos los elementos básicos del diseño cartográfico como es la indicación del tipo de proyección, las fuentes, el autor, la retícula, el año de elaboración y sólo sugiere la escala numérica.

Tampoco ofrece un ejemplo de lo que es el diseño cartográfico en la ayuda o manual del sistema. En los cursos que se imparten sobre el manejo del sistema tampoco se enseña que es el diseño cartográfico. Y esto contribuye a que los usuarios no expertos en cartografía elaboren mapas que no sirven como documento de consulta y no se les pueda citar como fuente de información.

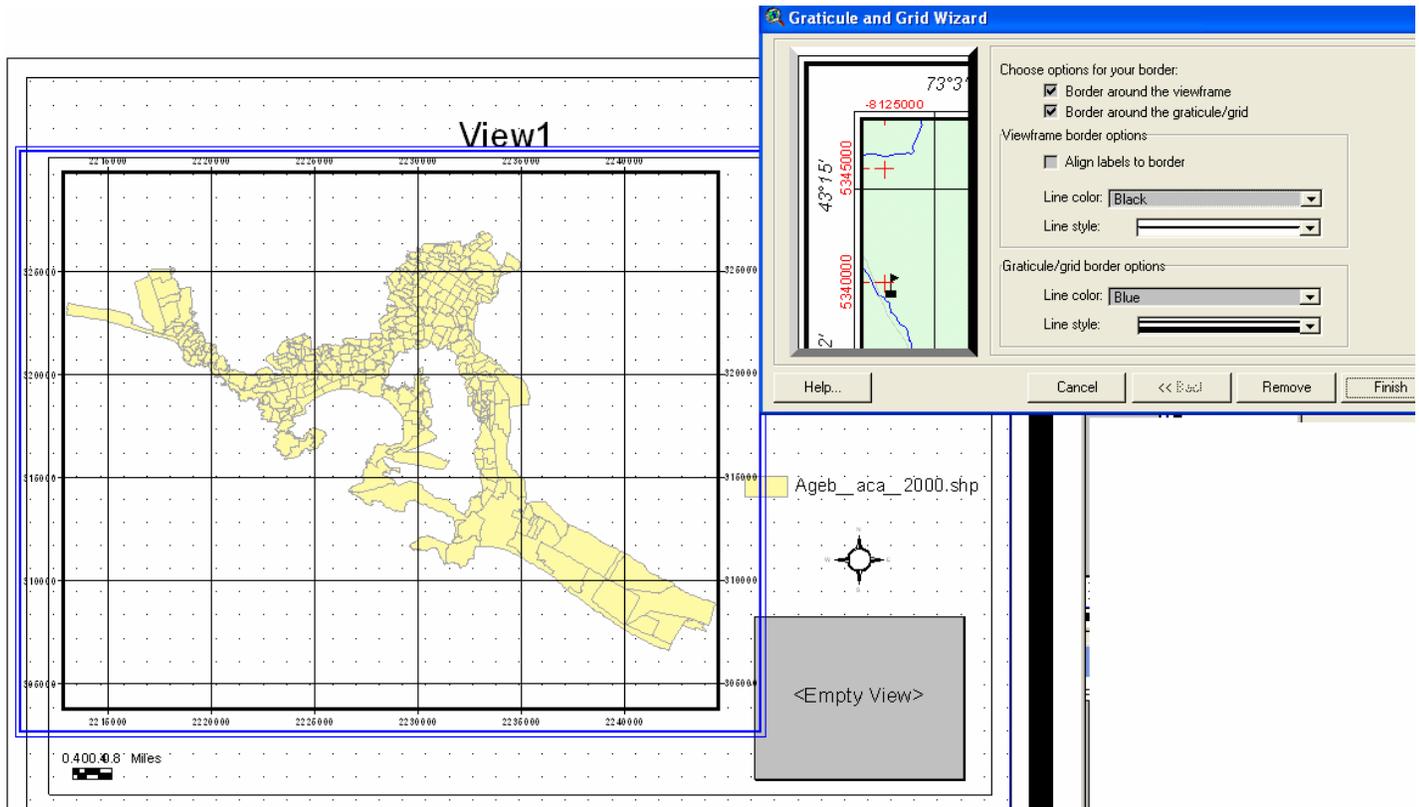
Arcview facilita la manipulación de los elementos diseñados para alterar sus propiedades, construir clases entre los objetos con similar valor para asignarles un valor gráfico, variar su posición, escala, rotación, sombreado de las líneas del diseño y permitir su copia simétrica. Tareas que se pueden realizar en la pantalla de la computadora, con lo que el resultado de la edición puede ser mostrado tal y como será impreso, con el panorama general de distribución y tamaño respecto al material de impresión.

Otra parte importante en el diseño del mapa es la generación de la retícula de acuerdo a la proyección cartográfica, proceso que Arcview lo realiza por medio de la extensión gratuita *Graticules and measured grid* que se agrega como un botón a las opciones de herramientas para el diseño del mapa (layout).



La construcción de la retícula es muy sencilla, cuenta con opciones para cambiar el tipo, el ancho, el color de la línea del borde, de los paralelos y meridianos. Además permite determinar el espaciado entre líneas o marcas de la malla de la retícula así como las unidades de medida.

En la imagen siguiente se ejemplifican gráficamente las opciones.



Las desventajas que encuentro en Arcview 3.2 es que no cuenta reglas cartográficas para el empleo de colores, tamaños y tipos de símbolos en función de la escala o su sustitución por otro cuando existe una aglomeración o traslape y tampoco considera las reglas para el desplazamiento de los símbolos.

4.5.5 Producción con Arcview

Las salidas o producción de Arcview en su versión básica pueden ser datos tabulares, esquemas, bases de datos, ortofotomapas, imágenes fotográficas o cartográficas, cadenas de coordenadas legibles por el ordenador (vectores), matrices almacenadas de elementos gráficos (raster) así como reportes de resultados mostrados a través del despliegue o por la impresión. Y mediante la extensión gratuita Spatial Analyst es posible las salidas de modelos en 3D y simulaciones.

La característica del sistema para las salidas es su interfase amigable, su facilidad para el mapeo exploratorio y para la construcción de imágenes que presentan información del territorio por parte de usuarios no expertos en geografía ni en cómputo, con la ventaja de la publicación de mapas en Internet.

Otra de sus ventajas es que permite producir mapas de forma rápida, pero lograr la calidad en el diseño cartográfico puede requerir de la inversión de considerable tiempo, porque aún cuando el sistema posee herramientas que facilitan la edición, el cambio de rótulos y etiquetas, puede ser lento y laborioso. Por lo cual se sugiere que se exporte la imagen del mapa con el contenido de sus elementos como etiquetas y símbolos, pero sin leyendas, títulos y tira marginal para que estos se agreguen mediante el paquete de diseño gráfico ya que en muchas ocasiones estos elementos contenido en la preparación del mapa mediante el *layout* son modificados cuando se exporta la imagen y pueden no ser legibles y después resulta muy difícil su edición en el paquete gráfico porque son parte de la imagen.

Los productos de salida que pueden obtenerse de Arcview son:

- a) **Despliegue en pantalla** de información geográfica tanto vectorial como raster para facilitar el análisis visual de la misma y favorecer el descubrimiento de patrones espaciales y la investigación geográfica sin la necesidad de imprimir la porción de territorio visualizado.

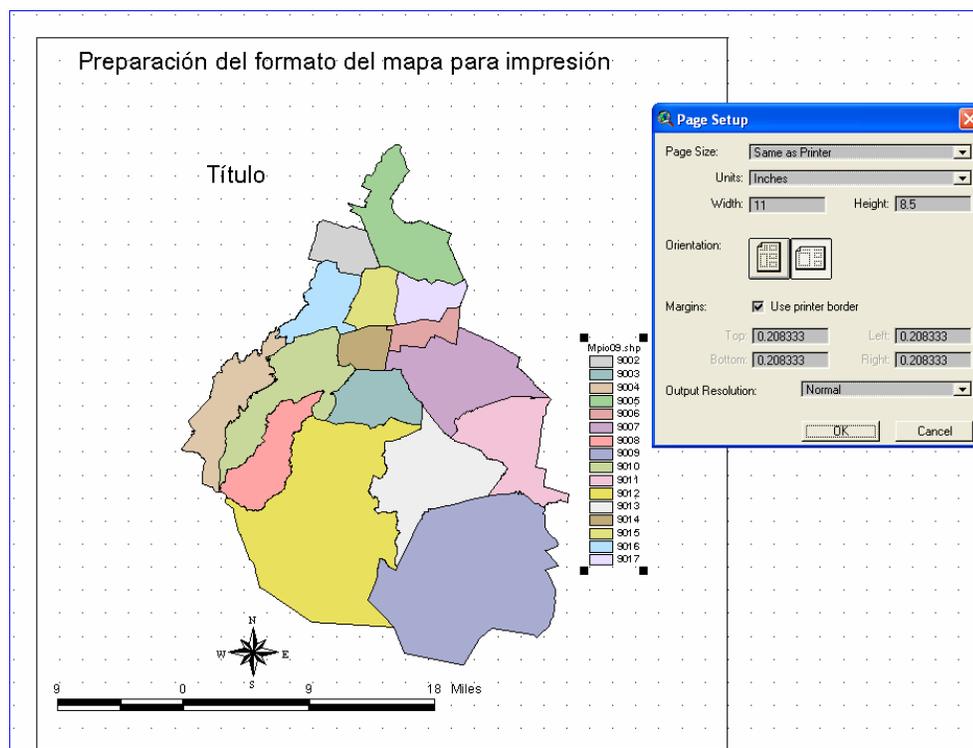
Y despliegue de atributos de la base cartográfica por medio de tablas.

- b) **Impresión:** al ser un sistema basado en la estructura vectorial puede generar mapas con el mismo nivel de exactitud y precisión que los elaborados por métodos tradicionales.

En estos mapas puede combinar tanto estructuras vectoriales como raster y congelar la imagen del mapa final, aún cuando los elementos que lo forman ya no estén en el área de trabajo (view). Esto facilita las futuras reproducciones del mapa porque siempre serán iguales que las del original, contando además con una muy buena calidad de impresión, que sólo puede verse limitada por el periférico de salida.

También permite obtener el graficado por separado de los elementos del mapa para su reproducción masiva.

La interfase que presenta resulta muy amigable para la preparación del formato de impresión. En la imagen siguiente se muestra la caja de diálogo para tal fin y un esquema del diseño cartográfico final de un mapa.



Otro de sus atributos es que puede convertir un mapa de colores en escala de grises para facilitar la distinción de las tonalidades en el mapa si no se cuenta con impresoras de color, lo cual resulta muy útil para los mapas coropléticos.

Sus opciones de impresión incluyen los diversos tamaños que existen y así como también la comunicación con cualquier periférico, ya que el protocolo que establece es muy sencillo y cuenta con el potencial de un administrador de impresión, que envía de forma rápida el archivo al periférico de salida sin importar que tan grande sea en bytes y de esta forma se libera el sistema para continuar el trabajo con él mientras se imprime el mapa.

- c) **Salida como transferencia de datos:** facilita la exportación de información tabular y gráfica conservando su precisión y atributos geométricos, sin ocasionar ninguna pérdida en su contenido, entre las opciones de transferencia de datos están:

- **Información gráfica en formato de:**

- Shapefile: formato que se ha vuelto el estándar para intercambiar información en los sistemas cartográficos y geográficos, es conveniente porque el archivo gráfico se puede exportar con todos los atributos del tema.

- DXF: cada tema geográfico en Arcview se puede exportar a un DXF, para lo cual el tema se transforma en varios layers, uno de ellos es el de “textos” en el cual se guardan todos los atributos del tema; y otro de ellos es el del tipo del objeto espacial que le dio origen, el cual se exporta sin ningún atributo. Este proceso se realiza por medio de la activación de la extensión gratuita llamada *DXF conversion*.

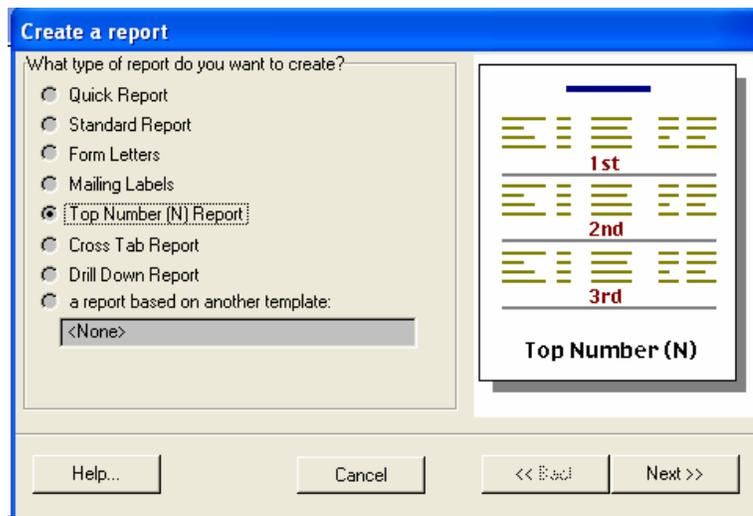
- GRID: los archivos vectoriales y las imágenes procesadas en el sistema se pueden transformar a GRID, en el caso del tema vectorial al transformarlo sólo se transfiere uno de sus atributos.

- KML: archivos para desplegarse Google Earth, Google Maps, y/o Google Maps para dispositivos móviles. Para esto se requiere de la extensión gratuita *Api Script Generador For Google Maps*.

- Información tabular en formato de:

- Dbase
- Info
- Texto delimitado

- Información en reportes: son varias las opciones que están disponibles cuando se activa la extensión *Report Writer* (gratuita) aunque su elaboración es laboriosa. En la imagen 12 siguiente se ilustran las opciones:



- Información en imagen: una vez terminado el mapa se puede exportar como una imagen para el cual es posible modificar su resolución de salida desde 72 hasta 144 ppi (puntos por pulgada). Sólo se recomienda que los títulos, leyendas, tiras marginales que acompañan al mapa se agreguen mediante el software de diseño gráfico porque estos elementos suelen modificarse en su exportación.

Cuenta con la opción de generar imágenes para los principales formatos de los paquetes de diseño gráfico como son:

- Wmf
- Windows metafile
- Windows bitmap
- PostScript new
- PostScript (EPS)
- Adobe Illustrator
- CGM binary
- CGM character
- CGM clear text
- JPEG

Entre ellos se encuentra el de alta calidad gráfica (PostScript), que permite crear imágenes del mapa con mayor definición y calidad gráfica lo que sirve para apoyar la otra de las ventajas de Arcview que es la de la separación

de la imagen conjunta resultante, en sus elementos componentes por sus calibres y colores para su reproducción de forma masiva.

Y su indiscutible ventaja es que los mapas producidos se pueden publicar en la web sin necesidad de programación o de comprar software para dicha tarea por que los usuarios han desarrollado los programas necesarios que ha puesto a disposición del público de forma gratuita. Uno de ellos es el *Mapserver* elaborado por la Universidad de Minesota.

Lo que puedo añadir a este análisis del Arcview, es que con esta herramienta los mapas producidos se pueden ceñir a las reglas cartográficas de representación y diseño, las cuales son importantes porque dan certeza a la información mostrada en el mapa y permiten que esté pueda ser usado como documento de consulta y como de referencia en otros estudios.

Ahora esta documentado que los productos que son elaborados con Arcview y que no se ajustan a lo que define un mapa es porque el usuario no cuenta con los conocimientos cartográficos ya que se ha demostrado que el sistema cuenta con todas las herramientas para el diseño del mapa y con los métodos de representación. Por lo cual se hace más que evidente la urgencia en la capacitación de los usuarios sobre cuestiones de cartografía, en especial sobre las técnicas de representación de fenómenos espaciales.

5. Conclusiones

Las ideas concluyentes a las que he podido llegar después de realizar este trabajo quiero presentarlas en partes: una para las hipótesis planteadas al inicio del trabajo, otras sobre el impacto de Arcview 3.2 en la geografía y cartografía en México, otras de carácter general sobre geotecnología, para finalizar con los pendientes.

Conclusiones respecto a las hipótesis planteadas

Para la hipótesis I. Se pudo comprobar mediante la revisión de las publicaciones de mapas que elaboran las diversas instituciones de México sobre todo aquellas relacionadas con datos estadístico que hacen poca cartografía temática automatizada, a lo que se tiende es al dibujo electrónico con escasas ligas a los manejadores de bases de datos. Muchos de los productos elaborados no se pueden considerar mapas porque no cumplen con los requisitos del diseño cartográfico. No hay producción de salidas cartográficas complejas de carácter analítico en el cual se interrelacionen visualmente por medio de métodos de representación cartográfica, los indicadores o variables que se construyen como producto de la investigación para explicar el comportamiento territorial de un fenómeno, lo mismo que se desaprovecha el mapa para representar el estado, la estructura, la dinámica y las interrelaciones de los diferentes fenómenos bajo estudio. Una de las posibles explicaciones de esta situación es la falta de capacitación del capital humano en todos los niveles y sectores sobre cartografía, y uso de la geotecnología, otra explicación que me han externado distintos productores de mapas, es que no les dan tiempo para hacer ralmente una obra cartográfica y se quedan en modelos del territorio sin explotar el potencial de los étodos de representación

Lo que impide en particular a la cartografía automatizada que sus proyectos se extiendan a la modelación cartográfica, hacia la creación de mapas de inventario, analíticos y sintéticos de temas económicos, políticos y sociales.

Para la hipótesis II. En la revisión bibliográfica hubo la oportunidad de revisar la opinión de distintos autores que afirman que el software cartográfico no se explota en toda su potencialidad por desconocimiento por parte de los usuarios y por la falta de capacitación en estas nuevas técnicas. Para el caso de México esto se comprobó mediante la revisión de la oferta educativa sobre geotecnología la cual resultó mínima lo mismo que los cursos formales sobre teoría y metodología de los geosistemas, con un predominio de cursos que se enfocan en el manejo del sistema dejando de lado los temas cartográficos y geográficos los cuales son impartidos por personal de poca calificación sobre cartografía y geografía. Ciertamente no son centros de enseñanza, sin embargo en la parte académica también hay un vacío, el cual considero debe ser ocupado por la licenciatura de Geografía de la UNAM que debería posicionarse de manera preponderante asimilando del cambio geotecnológico para aplicarlo en la resolución de los problemas del territorio.

Para la hipótesis III. Afirmaba que en la elaboración de sistemas con el objeto de producir cartografía automatizada, se descuida la teoría, metodología y técnicas que marca la cartografía tradicional, donde sólo se presta atención a la agilidad y a la manipulación que permiten estos sistemas para manejar los datos y a la rapidez con que producen mapas.

El mejor ejemplo que valida, esta hipótesis es el Atlas de México producido por el I. Geografía de la UNAM, el cual en su momento se present como una obra completamente producida por procesos de cartografía automatiza. Sin embargo no se pudo disponer de los mapas en formato digital para explotarse con geosotfware, los atributos con los que se construyeron los mapas tampoco fueron disponibles y no es posible su actualización continua porque no se formó una base de datos cartográfica ni de atributos. Sólo se uso la geotecnología para reproducir mapas en papel, aunque se argumentó que gracias a la tecnología su producción había sido más rápida y más barata. Esta situación se ha vuelto a repetir con el Nuevo Atlas de México del Instituto de Geografía de la UNAM porque no hay una cartotecadigital de acceso al público, sólo los mapas en papel.

Para la hipótesis IV. La tendencia al adquirir software de cartografía automatizada es para resolver el problema inmediato que tiene el usuario, sin considerar si contiene las posibilidades para elaborar cartografía temática ya que el usuario no realiza representaciones cartográficas de acuerdo a estas técnicas. Esta hipótesis se comprobó después de revisar los trabajos cartográficos digitales elaborados por las diversas instituciones nacionales que tienen geosistemas, por los trabajos presentados en los congresos sobre sistemas de información geográfica y en las tesis relacionadas con la cartografía automatizada, en los cuales no se menciona las dificultades ni conclusiones en la utilización del sistema para el problema planteado y tampoco muestran a través de los mapas los resultados, no hay mapas síntesis ni de diagnóstico, y tampoco exponen las limitantes observadas en la elaboración de las obras cartográficas.

Para la hipótesis V. Se pudo comprobar que los sistemas son utilizados sólo para visualizar la base cartográfica, ya que en las aplicaciones cartográficas que hacen las instituciones nacionales sólo muestran una variable en el mapa con la combinación en algunos casos del método de fondo cualitativo o por símbolos según el rasgo geográfico. También es frecuente que las instituciones estén abocadas en la creación de bases de datos tabulares y son pocas las que han desarrollado bases cartográficas para explotarlas desde el punto de vista cartográfico, y sólo utilizan los geosistemas para añadir atributos a los objetos geográficos.

A pesar de que mucho se ha mencionado que se requiere de información geográfica suficiente, confiable y oportuna para acercarse al conocimiento de hechos físico y humanos que permite la adecuada planeación aún no contamos con ellos lo cual sigue limitando a la cartografía temática sólo a la producción básica. Y es que en México es frecuente que la geotecnología se aplique única y exclusivamente a la reproducción de mapas por medios automatizados, es decir, utilizados sólo para la edición y mantenimiento de la información gráfica contenida en las cartas topográficas y temáticas, sin aprovechar las opciones de análisis territorial en estos paquetes, no se combinan variables en los mapas, no se hace modelación cartográfica ni geográfica y se siguen haciendo mapas base como los mismos que se digitalizaron para formar la base cartográfica del sistema.

Conclusiones del impacto de Arcview 3.2 en la geografía y cartografía temática mexicana

Sin ningún afán propagandístico y realmente como producto de una investigación concluyó sin lugar a dudas que Arcview 3.2 es el principal geosoftwre utilizado para la producción cartográfica temática incluida en las publicaciones de investigaciones, en la presentación de resultados de las instituciones gubernamentales y en trabajos de estudiantes en México. Lo mismo que es la principal herramienta utilizada para la exploración de datos geográficos ya que permite la visualización sencilla mediante la transformación de la información en un formato manejable para ser desplegado como una imagen visual para que esté pueda ser captada por el usuario y favorecer así la comunicación de resultados y conceptos.

Teniendo un impacto significativo en México ya que ahora múltiples problemas de análisis del territorio en todos los ámbitos (académico, empresarial, gubernamental, de investigación) se están resolviendo con esta herramienta por su facilidad para manejar los principales formatos de datos, e integrarlos en un sentido vertical englobando una gran cantidad de temas y espacios a través de su funcionalidad (interacción) mediante una organización sencilla en una interfase amigable, además por la ayuda que presta en el problema de selección de la información de acuerdo a los objetivos de la investigación (significancia) y porque contiene conocimiento geográfico y cartográfico compilado listo para su aplicación.

Desde mi punto de vista considero favorable para la cartografía temática que sea el Arcview 3.2 el que marque la pauta en la producción cartográfica temática ya que cuenta con los principales métodos de representación cartográfica no incluyendo el de dinámica de flujo y el cartodiagrama, pero esto realmente no impacta en el potencial que tiene para mostrar los distintos fenómenos espaciales de acuerdo con las pautas de representación que marca la cartografía.

Es un sistema adecuado para enseñar y adentrar a los alumnos en el mundo de la geografía y cartografía automatizada preferentemente a partir del nivel medio superior y lo mismo que para alumnos más avanzados que requieren hacer el análisis espacial automatizado y crear bases cartográficas. Y si hay profesores que se atrevan al cambio, les resultara fácil aprender conceptualmente el conocimiento que contiene el Arcview para explotarlo y fortalecer sus clases. Aunque es cierto que se requiere un cambio de actitud y dejar de lado el miedo a lo desconocido a lo novedoso y a lo tecnológicamente avanzado.

Es conveniente su uso para la cartografía en lo concerniente al diseño cartográfico de mapas únicos, ya que cuenta con todos los elementos que este requiere y que son indispensables para diferenciar al mapa de cualquier otro documento en el que se incluyan imágenes del territorio pero sobre todo para no perder el potencial comunicativo y la confiabilidad que representa la información plasmada en el mapa. Y recomendaría aprovechar las plantillas de diseño para el mapa porque permiten crear varios modelos para el mismo de forma rápida ya que se desaprovecha su potencial para la construcción de plantillas para mapas, esto se constato con el análisis de mapas que se realiza en el inciso 4.3.

Ya que se observa que a pesar de que no es una herramienta nueva en México, seguimos muy rezagados porque sólo se enseñan sus funciones y herramientas y muy poco sobre análisis espacial y conceptos, tampoco se explota todo su potencial para obtener información derivada, que permiten crear mapas complejos y diagnóstico como otra poderosa opción de análisis de información geográfica.

Esta ventaja de Arcview contribuye con el paradigma comunicativo de la cartografía ya que cuenta con la herramientas para diseñar mapas que transmitan ideas proporcionando símbolos adecuados y los mapas producidos con esta herramienta podrían ser iguales o mejores de los elaborados por medios no automatizados pero no se buscan los métodos y simbología que transmitan el estado, estructura y desarrollo del fenómeno estudiado y representado.

Y es que los mapas producidos con Arcview son sencillos muestran una variable y la sobreposición de dos o tres métodos de representación cartográficos que no son los adecuados para la representación de múltiples fenómenos y muchos de ellos ni siquiera transmiten de forma inmediata el mensaje contenido por lo que se requiere leer la leyenda para interpretar lo que se muestra, además mostrar poca información.

Lo mismo ocurre con el paradigma cognoscitivo de la cartografía, en que Arcview facilita el conocimiento y representación de la realidad y ofrece la posibilidad de jerarquizar los fenómenos aunque hay que puntualizar que el usuario es quien tiene que reconocer los patrones y relaciones espaciales, porque el sistema no provee aún los procesos cognoscitivos del cerebro.

En tanto para el paradigma tecnológico Arcview es una de las herramientas que mejor lo representan porque ha cambiado en gran medida los límites de incumbencia de la cartografía y de la geografía, hace una diferencia entre los que lo conocen y manejan contra los que utilizan otras herramientas y es abismal la diferencia con los que no usan la geotecnología.

Actualmente es innegable su influencia en la vida de los de los geógrafos, ya que vivimos una revolución en la explotación y opciones de información y son múltiples las formas de obtenerla, lo cual obliga a los geógrafos a mantenerse actualizados en el avance tecnológico porque en este tema lo aprendido se vuelve rápidamente obsoleto, pero no así su conocimiento geográfico. La ventaja de Arcview 3.2 en este sentido es que no ha cambiado su interfase, mantiene todas sus funciones básicas y estas sólo se van enriqueciendo con los programas gratuitos y con las extensiones especializadas, de tal forma que el usuario se puede volver un experto en su utilización y en su aplicación para resolver múltiples problemas espaciales sin invertir importantes recursos. Aunque lamentablemente muchos son profesionistas, técnicos o especialistas sin título porque hasta el momento no existe una certificación en el manejo de Arcview 3.2 y son pocas las instituciones educativas que ofertan una especialización sobre geotecnología (Centro Geo, la Facultad de Geografía del Estado de México).

Otra parte negativa que podemos sumar a esto es que el auge geotecnológico en general, no sólo es el caso de Arcview ha generado un decremento en la investigación de la teoría de la cartografía, sin reformas teóricas que respondan a los cambios en la técnicas, los conceptos y contenidos de la cartografía, el aprovechamiento de los recursos técnicos presenta limitaciones y no menores han sido las consecuencias sobre la división del trabajo y la especialización de los profesionales ya que los modernos cartógrafos y geógrafos se han convertido principalmente en técnicos con un limitado entendimiento de los problemas a los que la cartografía puede atender.

Aunque esto no ha impedido que se consolide un grupo importante de usuarios que comparte soluciones a problemas comunes e intercambian información lo que ha provocado que el estándar de intercambio sea el “shape” aún para los que no cuentan con Arcview. Incluso en las páginas electrónicas en México que ofrecen la descarga de mapas digitales este se encuentra en formato “shape”, incluso en muchas de las licitaciones de gobierno de proyectos basados en SIG se pide que las salidas sean en este formato.

Y yo sumaría a esto, que diversos profesionistas se han favorecido independientemente de sus disciplinas porque pueden “hacer” Geografía y cartografía con Arcview, ya que se han difundido por inclusión sus conceptos y métodos en el ambiente computacional para llegar al resto de las ciencias mediante procedimientos de aplicación estándar.

E incluso ha impacto en el lenguaje que emplean sus usuarios ya que ahora no citan los procesos por su nombre en español y tampoco se refieren a ellos en función de lo que hacen, si no que nombran a los procesos de acuerdo al nombre de la función con la que se ejecutan en el sistema. Aunque esto no es positivo porque se va perdiendo el conocimiento cartográfico y geográfico.

Recomendaría su uso para el análisis espacial sencillo en donde se involucren cuestiones de intersecciones entre objetos espaciales o la determinación de áreas de influencia o para la sobreposición, lo mismo que para la construcción de mapa analíticos complejos, ya que permite modelar la realidad como resultado de recuperaciones o extracciones a las bases de datos alfanuméricas cuya información se puede transmitir de forma conveniente por métodos cartográficos adecuados.

Y considero que sólo queda pendiente que incrementen Arcview herramientas para la construcción de mapas temáticos que incluya sistemas expertos que permitan definir el tipo, la escala, el color de los signos convencionales, el método de

representación cartográfica y la definición de la mejor proyección cartográfica en función del fenómeno que se representa y la escala.

Conclusiones Generales

Después de la revisión realizada sobre la concepción cartográfica la primera conclusión que he tenido es que no se debe dividir a la cartografía en tradicional y automatizada. Porque la cartografía es única, que va evolucionando y utiliza nuevas técnicas para realizar su labor y actualmente los mapas se pueden elaborar de forma automática la representación que hace de los fenómenos espaciales se basa en las reglas cartográficas ya establecidas.

Pero con lo que sí coincido, es que se requiere una revitalización de la base conceptual de la cartografía, en cuanto a que juega un papel importante en la sociedad, con un público que va creciendo porque tiene la necesidad del producto tradicional en papel pero también de nuevos productos visualmente más atractivos en los que de forma fácil se puedan entender las relaciones complejas de los objetos cartografiados, pero para ello se requiere de la imaginación e iniciativa de los cartógrafos y geógrafos.

También se requiere del aporte de ideas, discusiones, de estudios teórico-metodológicos sobre los geosistemas desde la perspectiva geográfica, y es urgente la reflexión desde el punto de vista de los geógrafos. Ya que esto ha propiciado que los múltiples usuarios que incursionan en la aplicación de la geotecnología para cuestiones espaciales, aborden los problemas de forma errónea ya que desconocen la ciencia geográfica y cartográfica.

Este vacío teórico los geógrafos lo heredamos vía la curricula académica donde no hay una discusión sobre la metodología procesos geotecnológicos., sin embargo el mercado laboral exige profesionales con bases sólidas no sólo geográficas y cartográficas, si no también de la aplicación de la geotecnología para la resolución de problemas que tienen que ver con el estudio del territorio. Ya que debe quedar claro que la tarea del geógrafo no es la de elaborar modelos o mapas por computadora si no la de explicar y proponer la ordenación del espacio geográfico valiéndose de la geotecnología.

La falta de formación geotecnológica deriva en la poca producción de aplicaciones para el monitoreo, la modelación y análisis; de su aplicación para analizar las diferencias regionales mediante las variantes de niveles de análisis espacial que ayudarían a una planeación del espacio hecha por cada nación, de esta forma la tecnología nos ayudaría a apropiarnos de nuestro territorio.

En este aspecto los geógrafos pueden contribuir conformando bases de datos con información consolidada y validada que favorezca la creación de mapas temáticos, que muestren en detalle las unidades espaciales y sea más fácil la administración democrática del territorio.

Pero esto se requiere de la capacitación de recursos humanos, que es en la actualidad el tema más candente, pero no se debe centrar en el manejo del paquete computarizado, en cursos ofrecidos por vendedores de sistemas con poca o nula base conceptual. Debe ser educación formal teórico-práctica para tener una la posibilidad de la aplicación efectiva de la geotecnología porque en definitiva la educación es el camino para que pueda subsanarse el déficit observado.

Sería importante dotar a los alumnos y docentes de nuevas tecnologías. Aunque a medida que progresan las soluciones tecnológicas y se hacen más accesibles y de menor costo, aumentan también los riesgos de su uso inadecuado. Una de las tentaciones que encierra este progreso "es usar instrumentos poderosos para seguir haciendo lo mismo de antes" (Batto y Denham, 1995). Por esto las nuevas tecnologías se deben insertar en el marco de transformación curricular, pero su introducción deberá dosificarse e integrarse en un marco geográfico epistémico sólido. Y es que la geografía mediante su posición sintetizadora, cada día adquiere una mayor importancia en el manejo territorial mundial y no existe una rama del saber en que la información geográfica no desempeñe un papel indispensable.

Es necesario el proceso de transformación curricular en el que se promueva la renovación de la enseñanza en la geografía, a través de múltiples caminos pedagógicos y didácticos, como la inserción de nuevas tecnologías.

Los profesores están obligados a capacitarse para aplicar la geotecnología a la temática que enseñan. Aunque hay que puntualizar que la superación académica de los profesionales dedicados a los SIG, ha sido un factor negativo que ha conspirado tradicionalmente en contra de su desarrollo en estos aspectos. Hasta el presente la superación posgraduada se ha realizado en Holanda, Estados Unidos, Canadá y otros países de alto prestigio, sin embargo surgen coincidentemente dificultades financieras y lingüísticas que minimizan estos esfuerzos bilaterales. En Colombia el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" ha marcado una pauta en favor de resolver estos problemas. A este esfuerzo se sumaron los geógrafos

mexicanos y cubanos al diseñar en la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México, el primer estudio de Especialización en Cartografía Automatizada en 1991, además de la licenciatura Ciencias Geoinformáticas, o los estudios sobre Geomática que ofrece CentroGeo o la reciente carrera de geomática del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Lamentablemente la licenciatura en Geografía que se imparte en la UNAM no se ha sumado a este esfuerzo ya que en las materias en las que existe la posibilidad de enseñar lo relacionado con la cartografía automatizada, los sistemas de información geográfica o en general sobre la geotecnología aún no se incorpora.

Esta situación ha llevado a que muchos de los geógrafos que explotan los geosistemas sean autodidactas aprendiendo primero a manejar un geosoftwre con un conocimiento puramente técnico después en algunos casos logran adquirir los conocimientos conceptuales y metodológicos que ahora delinean la ciencia llamada geomática la cual ofrece los conocimientos para la recogida, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de la información geográfica.

Por lo cual considero que el Colegio de Geografía de la UNAM tiene una deuda con sus estudiantes y egresados porque no los ha capacitado en las cuestiones de la nueva geotecnología aplicada a la cartografía y geografía. Y aún cuando ya se cuenta con un nuevo plan de estudios para la licenciatura surgen inquietudes de hasta donde el nuevo profesionista estará preparado para el avance tecnológico, si su preparación responderá a las necesidades del mercado laboral y a la calificación que se le exige sobre análisis espacial el cual ahora debe realizar mediante la geotecnología para resolver múltiples y diversos problemas o estará en condiciones de competir contra los Geomáticos o contra los Geógrafos del Estado de México y de Guadalajara o contra los geoinformáticos del Estado de México.

Y no puede ser una justificación el presupuesto, para que el cambio geotecnológico se de realmente en la curricula geográfica en el Colegio de Geografía de la UNAM, considero que lo que se requiere es la creatividad para buscar oportunidades y hacer alianzas, dejar las rivalidades y protagonismos para que todos impulsen el cambio. Y como dice Fidel Castro “ Ojalá el desastre no continúe y muchos podamos tener la conciencia tranquila por haber realizado el máximo esfuerzo para evitarlo”.

Pendientes

Hay que superar la incapacidad para preparar contenidos interesantes en los mapas porque a pesar de que estos ahora son animados e interactivos, combinan diferentes tipos de información como imágenes satelitales, productos fotogramétricos o imágenes de diferentes sitios, estas combinaciones no son todavía suficientemente atractivas.

Es importante enseñar a los estudiantes cómo crear mapas sencillos o analizar datos y obtener resultados verdaderos. Para mejorar sus oportunidades en actividades empresariales tanto públicas como privadas, y en cómo ofrecer los resultados de nuestra comunidad cartográfica a la más amplia comunidad tecnológica internacional.

Se requiere llevar la educación cartográfica a todos los niveles porque ahora hay un acceso a Internet gratuito y son cada vez más personas creando e interpretando modelos del territorio, pero estos deben proporcionar un conocimiento correcto y que el mensaje sea fácilmente captado por el lector.

Es necesario que los cambios que se han gestado en el área de la producción de mapas por medios automatizados se enseñen en las aulas. Porque esta evolución en la última década ha hecho que sea menor la necesidad de las habilidades tradicionales para producir mapas.

Los profesores deben ser capaces de preparar a los estudiantes y usuarios para crear sus propios mapas en Internet.

Deben transformarse todas las esferas del quehacer geográfico para que los espacios en donde es posible la automatización esta se utilice.

En las escuelas universitarias debe existir todo el geosoftwre tanto gratuito como propietario que actualmente existe con la finalidad de que los estudiantes los pudieran evaluar y aplicar en sus trabajos lo cual les ayudaría a insertarse más fácilmente en el mercado laboral y esta en la posibilidad de aportar ideas.

En las distintas sedes donde se imparte la licenciatura de geografía, se deben ofrecer cursos de actualización de verano o en línea; sobre temas vinculados con la geotecnología y en los casos de los posgrados se deben transformar para que puedan ser cursados en línea o de forma semi presencial.

Se debe analizar el geosoftware desde el punto de vista de la cartografía y geografía para conocer su potencial y limitantes desde el punto de vista cartográfico y geográfico.

Se requiere del desarrollo de geosistemas aplicados a los problemas de naturaleza socioeconómica para revelar su complejo mundo de interacciones y las consecuencias sociales que de ellas emergen. Lo mismo que se necesita de la representación cartográfica del comportamiento de los variados indicadores demográficos y económicos, así como, de los más importantes resultados de investigación y estudios sobre la naturaleza, la problemática socioeconómica, el medio ambiente y la historia, todo ello visto en el contexto de su distribución espacial, que es el aporte que puede hacer la geografía y cartografía a la sociedad.

Se deben optimizar los actuales recursos conceptuales, metodológicos y tecnológicos en función de una automatización del manejo de información geográfica oportuna, eficaz y aplicada en los problemas geográficos y cartográficos

Y se debe ocupar la geotecnología para expandir el uso del mapa ya que permite potenciar la comunicación de información a través del mapa.

BIBLIOGRAFÍA

- *Alvarado, Ivonne (1993) "La teoría espacial en el campo del análisis geográfico". IV Encuentro de geógrafos de América Latina., Mérida, Venezuela.
- *Atencio, Evaristo Paredes (1994) "Sistema de Información Geográfica Principios y aplicaciones. Geoprosesamiento". Editora ERICA.
- *Bailey, T. and Gatrell, A. (1995) "Interactive Spatial Data Analysis", Longman, Malasia.
- *Baranski,. (1983)
- *Batto. A. y Denham. P. (1995) " El aula que faltaba". En: *La Nación*, 9 de abril de 1995. Buenos Aires.
- *A.M. Berliant (1987) "Problemas actuales de la Cartografía y utilización de los mapas". Conferencias. Universidad de la Habana. La Habana.
- *Bernhardsen, T. (1992) "Geographic Information System" Avendal, Viak IT and Norwegian Mapping Authority.
- *Bertin, J (1981) "Graphics and graphic information-processing". Walter de Gruyter.
- *Berry, Joseph K (1987). Computer-Assisted Map Analysis: Characterizing. Proximity and Connectivity. Proceedings of The International ... Disponible biosalud.saber.ula.ve/cgi- In/be_alex.exe?Documento= T0163000022277 &term_termino_2 =e:/alexandr/db/ssaber/...
- *Berry, Joseph (1995a) "What's in a Model?" Revista GIS WORLD. No.1 Vol. 8. Enero.
- *Berry, Joseph K. (1995) "Are you a GIS dead head?" In GIS Worldl Vol. 8 No.5.
- *Berry, J. K. (1996) "Analyzing Spatial Dependency within a map", GIS World. 9 (5):28.
- *Blalock, Huebrt (1986) "Estadística Social" Fondo de Cultura Económica. México Tercera reimpresión 1986. Título original "Social Statistics. Mc Graw-Hill. Inc. New York.
- *Bracken, Ian (1990) "Information technology and geography and planning" Including principles of GIS. London.
- *Brassel, K. E. and Weibel, R. (1988) "A review and conceptual Framework of automated map generalization". International Journal of Geographic Information System, 2 (3).
- *Bocco, Gerardo; Palacio, José Luis (1996) "Los sistemas de información geográfica en México. Evaluación de su desarrollo". En Memorias del I Foro sobre aplicaciones de los sistemas de información geográfica. Universidad Autónoma del Estado de México. Octubre.
- *Bosque, Sendra J., (1992) "Sistemas de Información Geográfica". Madrid, Ed. Rialp.
- *Bosque, Sendra J., Moreno Jiménez, A. (1994) "Prácticas de análisis exploratorio y multivariante de datos". Barcelona, Oikos-tau.
- *Bosque, Sendra J. (2001) "Planificación y gestión del territorio. De los SIG a los sistemas de ayuda a la decisión espacial (SADE)". Publicado en El Campo de las Ciencias y las Artes. Madrid, España, 2001, nº 138.
- *Boyle, A. Raymond (1974) "Map Data Processing". United Kingdom. Edition by Academic Press Inc. London.
- *Boyle, Raymond, Tomlinson, Roger (1980) "El estado de desarrollo de los sistemas para el manejo de los datos de inventario de recursos naturales". En Taller de entrenamiento en sistemas de información geográfica. San José de Costa Rica.
- *Broadlie K W. Carpenter L A, Earnshaw R A, Gallop (1992) "Scientific Visualization: Techniques and Applications " Springer-Verlag Berlin.
- *Burrough, P.A (1986) "Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment". Claredon Press U.S.

- *Buzai, Gustavo D.; Durán Diana (1997) "Enseñar e investigar con sistemas de información geográfica". Ed Troquel. Argentina.
- *Buzai, G.D. (1994) "Mundo real, modelo conceptual y modelo digital. Los Sistemas de Información Geográfica ante los procesos conceptuales de transformación". Contribuciones Científicas. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Buenos Aires, Argentina.
- *Buzai, G.D. (1997) "Geoinformática. Panorama de una nueva disciplina científico-tecnológica". CADXpress.
- *Buzai, G. D. (1999) "La exploración geodigital". Ed Matriz 2000, Buenos Aires Argentina.
- *Buzai, Gustavo D (2000) "La exploración geodigital". Editorial Buenos Aires. También en <http://www.gepama.com.ar/buzai/publicaciones/HIST.pdf>
- *Buzai, G. D. (2001) "Paradigma Geotecnológico, Geografía Global y CiberGeografía, la gran explosión de un universo digital en expansión", GeoFocus (Artículos), nº 1.
- *Buzai, G. D. (2001a) "Geografía Global: el paradigma geotecnológico y el espacio interdisciplinario en la interpretación del mundo del siglo XXI", Estudios Geográficos.
- *Bunge, M. (1972) "La investigación científica, sus estrategia y su filosofía". Ed Ciencias Sociales. Instituto del Libro. La Habana.
- *Cadoz, Claude (1994) "Las realidades virtuales". Editorial Debate, España.
- *Caire, Lomelí Jorge (2002) "Cartografía básica". Facultad de Filosofía y Letras. UNAM. Ciudad Universitaria. D.F.
- *Campbell, H. J. (1999) "Institutional consequences of the use of GIS". In: Geographical Information Systems. P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire.
- *Candau D., Rafael y Reinaldo Pérez Machaco (1989) "Sistemas automatizados de cartografía temática como caso particular de sistemas de información geográfica". II Conferencia Latinoamericana de Sistemas de Información Geográfica, Mérida.
- *Candau D., Rafael (1993) "La estandarización de la producción de datos geográficos y los SIG". Revista Geografía y Desarrollo. Instituto de Geografía. UNAM.
- *Candau, R. (1994) "Criterios para el diseño e implementación del Sistema Automatizado de Cartografía Estadística para computadoras personales PC-SACE._ Anuario de la Facultad de Geografía, UAEM. Estado de México.
- *Candau, D. Rafael (1996) "Cartografía Estadística en SIG en el ejemplo de módulo para GENAMAP STATMAP". I foro sobre aplicaciones de los sistemas de información geografía. UAEM.
- *Candau, Rafael, Franco, Sergio y Cesbron Veronique (1996) "El diseño conceptual de los sistemas de información geográfica (SIG) y el éxito de su puesta en marcha". Rev. Ciencia Ergo Sum Vol. 3. Noviembre.
- *Caro, Arias Clara Inés (1991) "Cartografía digital" en Revista Cartográfica. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Julio-Diciembre.
- *Cassettari, Seppe (1993) "Introduction to Integrated Geo-Information Management". Ed. Chapman y May. Great Britain.
- *Cebrián, J.A. y Mark, D.M. (1986) "Sistemas de Información Geográfica. Funciones y estructuras de los datos. Estudios Geográficos. España.
- *Cebrián Juan A. (1992) "Información geográfica y sistemas de información geográfica". Servicios de publicaciones Universidad de Cantabria, España.
- *Chavarría, Mario (1984) "Cartografía automatizada". Tesis licenciatura Geografía (UNAM). Facultad de Filosofía y Letras.
- *Chou, Yue-Hong (1997) "Exploring Spatial Analysis in geographic Information Systems". Ed Onword.
- *Chuvieco, Emilio (1990) "Fundamentos de teledetección espacial". Ediciones RIALP. Impreso en España.

- *Coll-Hurtado, Atlántida (2008) "La geografía mexicana a principios del siglo XXI" Anales de Geografía vol. 28, núm. 2 191-204
- *Cressie, Noel A.C (1993) "Statistics for spatial data". Ed Wiley Interscience Publication. New York.
- *Cromley, R.G. (1983) "Automated Geography: Some Problems and Pitfalls". The Professional Geographer.
- *Croswell, P.L. Clark S R (1988) "Trends in automated mapping and geographic system hardware". Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
- *Cooke, D. (1989) "Tiger and the post-GIS era"GIS World. Julio-agosto.
- *Coppock J T, Anderson E K (1987) "International Journal of Geographical Information System". Editorial Review.
- *Cowen, D J. (1988) "GIS versus CAD versus DBNS what are differences?" Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
- *Densham, (1991) "Spatial Decision Support System". Progress in Human Geography.
- *Díaz, Luis; Candeau, R (1992) "Sistemas de información geográfica" Compiladores UAEM. Estado de México.
- *DiBiase, D. (1991) "Linking illustration and mapping software through postscript". Cartography and Geographic System.
- *Dobson, J. E. (1983a) "Automated Geography", the Professional Geographer.
- *Dollfus, Olivier (1978) "El análisis geográfico" Colección ¿qué es? Nueva serie. Oikostau. Barcelona, España. 1era edición en lengua castellana.
- *Dorling, D. (1992) "Stretching animation to interactive visualization". In Cartography and Geographic information system". Vol. 19 No, 4.
- *Douglas, D and Peucker, T (1973) "Algorithms for the reduction of the numbers of points required to represent a digitized line or its caricature" .The Canadian Cartographer 2 (3).
- *Douglas William, J. (1995) "Environmental GIS Applications to Industrial Facilities". Lewis Publishers. Florida, EUA.
- *Ducher, G. (1980) "Cartographic possibilities of the SPOT and Spacelab projects". Photogrammetric Record, Vol. 10 No.56.
- *Egenhofer, M.F. (1992) "Why not SQL?" International Journal of geographical Information System. Vol. 6, No. 2.
- *Environmental Systems Research Institute Inc (1996) Arc View Gis. Redlands,USA.
- *ESRI (1998) "Shapefile Technical Description". ESRI White Paper.
- *ESRI (2008) "ESRI Map Book" Volumen Twenty –Three; Edited by Michael Law.
- *Flores, Antonio (1992) "Las variables visuales en cartografía temática". Revista Cartográfica Núm. 61Enero-Junio 1992. Instituto Panamericano de Geografía e Historia.
- *Fisher, Peter (1995) "Innovations in GIS 2". Editor Peter Fisher.
- *Fisher, Manfred and Leung Yee (2001) "Geocomputational Modeling". Ed. Spinger, New York.
- *Fotheringham, S., Brundson, C. y Charlton, M (2000) "Quantitative Geography: Perspectives on spatial data analysis", Sage, Gran Bretaña.
- Franco, Sergio; Valdez, Eugenia (2003) "Principios básicos de Cartografía y cartografía automatizada. Universidad Autónoma del Estado de México.
- *García, Manuel y Luis Rafael Díaz (1994) "Atlas Regionales y prácticas". Toluca.

- *Garcíarivas, Ortega Horacio; Gómez Raúl; Franco Sergio (1991) "Conceptualización de un sistema de información geográfica y su aplicación al contexto nacional". 3er encuentro de geógrafos de América Latina. Toluca UAEM INEGI.
- *Green, David (1999) "Cartography: from traditional to electronic and beyond" In Applied geography: principles and practice. Edited by Michael Pacione. London, Great Britain.
- *Goodchild, Michael, F (1996) "GIS and environmental modeling: Progress and research issues". Ed GIS World books. USA.
- *Gould, M.; Mark, D. y Gavidea Gadea (1991) "Resolución de problemas geográficos en inglés y español: implicaciones para el diseño de los SIG". Pontificia Universidad Católica de Chile. Viña del Mar.
- *Guptill, S. C. (1988) "A process for evaluation GIS. GIS/LIS", Proceedings accessing the world in Third Annual International Conference. Vol. 1. AAG, San Antonio, Texas.
- *Haber, R. B, McNabb D A (1990) "Visualization idioms: a conceptual model for scientific visualization system". In Nielson G.M.
- *Harvey, David (1969) Título original "Explanation in Geography". Versión española por Gloria Luna "Teorías, leyes y modelos". Alianza editorial. Madrid, España.
- *Hearnshaw, Hilary; Unwin, David (1994) "Visualization in Geographical Information System". New York: John Wiley & Sons.
- *Hernández, Antonio (2000) Revista cartográfica. Núm. 70 ene-jun. IPGH.
- *Hernández, Daniel (2002) "Concentración de hogares en condición de pobreza en el medio urbano". Secretaría de Desarrollo Social. Serie Cuadernos de Desarrollo Humano, 3 Noviembre.
- *Hunter, G.J. (1998) "Generalization Techniques for Spatial Data", 451-620 Lecture Notes, The University of Melbourne.
- *Imhof, Eduard (1975) "Positioning Names and Maps" American Cartographer.
- *INEGI (2000) "Información geográfica hacia el tercer milenio". México, D, F. Publicado por INEGI.
- *ITC (1991) "Geoinformatics. Program of Course". International Training Center. Enchede.
- *Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC (1993) "Principios de Cartografía Temática".
- *ITC-IGAC 1988 Curso básico de cartografía para tecnólogos, Ed., Bogota-Enschede.
- *Joly, F. (1979) La Cartografía". Ed. Ariel. Barcelona.
- *Keates, J.S. (1982) "Understanding maps". John andd Wiley and Sons New York.
- *Kasemi, S Lim y C. Rizos (2004) "A review of map and spatial database generalization for developing a generalization framework. School and Surveying and Spatial Information Systems". The University of South Wales, Sydney, NSW Australia.
- *Kasemi, S Lim y L. Ge (2005) "Integration of Cartographic knowledge with generalization algorithms". School and Surveying and Spatial Information Systems. Disponible en www.gmat.unsw.edu.au/snap/publications/kazemi_etal2005b.pdf#search=%22generalizer%20software%22.
- *Keller, P.R. and Keller M.M. (1992) "Visual Cues, Practical data visualization". Piscataway, N J I E E E Press.
- *Khun, T. S. (1962) "The Structure of scientific revolutions". Chicago, The University of Chicago Press. (1° ed. esp. 1993).
- *Kunz, B. Ignacio (1988) "El uso de la estadística para la construcción de clasificaciones y regionalizaciones". Instituto de Geografía. Serie Varia T, 1, Num. 11. México.
- *Lee, José Luis (1992) "La Geomática. Una visión panorámica". Memorias del 1er Congreso Nacional de Sistemas de Información Geográfica. Noviembre.

- *Longley P, Goodchild M, Maguire D, Rhind D (1999) *Geographical Information Systems, Volume 1: Principles and Technical Issues* 2nd edition John Wiley.
- *MacEachren, A. M. and Monmonier M.S (1992) "Geographic visualization introduction". In *Cartography and Geography System*. Vol 19 No, 4
- *Martin, D. and Gould (1991) "*Geographic information system and their socioeconomic applications*". Londres, Routledge.
- *Martin, David (1996) "*Geographic information system socioeconomic applications*" 2da edition. New fether Lane, London.
- *Mather, Paul (1991) "*Computer applications in geography*". Great Britain. Ed. Courier International.
- *Mckningt, T. L. (1984) "*Physical Geography a Landscape Appreciation*". Printice-Hall.Englanwood Cliff, New Jersey, USA.
- *McKendree, J. Reader, W. y Hammond, N. (1995). The "homeopathic fallacy" in learning from hypertext. *ACM Press*, 2(3). Disponible: <http://www.ioe.ac.uk/tescwwr/Homeopathy.html>.
- *Mc Master, Robert y Shea, Stuart (1992) "Generalization in Digital Cartography". Association of Americans Geographers.
- *Mollenar, Martin (1998) "*An introduction Theory of spatial objects modeling for GIS*". Ed. Taylor Francis.
- *Moellering, H. (1984) "Real maps virtual maps and interactive cartography" in Gaile, G.L. and Willmott, C.J. (Eds) *Spatial statics and models*.
- *Moellering, H., Stetzer, F. (1983) "A comment on Automated Geography", *The Professional Geographer*.
- *Monmonier, M (1989) "Graphic scripts for the sequenced visualization of geographic objects". *Proceedings of the 15th ICA Conference, Bournemouth UK*.
- *Monmonier, Mark (1990) "Strategies for the interactive exploration of geographic correlation". *Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich, Switzerland*.
- *Monmonier, Mark (1991) "How to lie with maps". Chicago.
- *Montiel y Trilla, (1986) "*Geografía de la Población*" Universidad de la Habana, Cuba.
- *Morehouse, S (1990) "The Architecture of Arc/Info". *ArcNews*. 12 (2).
- *Moreno, Marco; Levachkine, Sergei (2005) "Buscando las características cualitativas y cuantitativas para la modificación eficiente de escala en mapas vectoriales". *Computación y sistemas* Vol. 9 Num. 2 CIC IPN, ISSN 1405 546 Impreso en México.
- *Movafagh, M. Shadin (1995) "GIS/CAD Convergence enhances mapping aplicaciones" in *GIS WORDL*.
- *Muehrcke, P. (1972) "*Thematic cartography*". Association of American Geographers, Washington.
- *Muller, J.C., Andrew, U, Frank (1991) "*Advances in cartography*". Enscheda, the Netherlands, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences,. International Cartographic Association.
- *Muller, J.C. (1995) "*GIS and Generalization: Methodology and practice*". Taylor and Francis. European Science Foundation. London.
- *Naveh, Z. and A. S. Lieberman. (1984) "Conceptual and theoretical basis of landscape ecology as a human ecosystem science". *In: Naveh & Lieberman (eds.) Landscape Ecology, Theory and Application*. Springer-Verlag. New York, NY.
- *Openshaw, Stan (2000) "*Geocomputing*". Edit Taylor y Francis.

- *Palomar, Vázquez Jesús. (2001) "Los SIG como herramientas de ayuda para la generalización cartográfica bajo demanda. 1as jornadas sobre sistemas de información geográfica". Almagro (Ciudad Real) Actas de las Jornadas. España.
- *Palomar, Vázquez Jesús; Pardo Pascual José (2004a) "Resolución de conflictos visuales entre curvas de nivel en los procesos de generalización cartográfica" Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la información geográfica, Geo Focus (artículos) No. 4.
- *Palomar, Vázquez Jesús; Pardo Pascual José (2004) "Utilidad de las herramientas SIG en procesos de generalización cartográfica: generalización automatizada para los puntos de cota". Para el XI Congreso de Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información y Teledetección. Universidad de Murcia, España.
- *Peralta, Ricardo (1993) "La Alternativa videogramétrica en casos de percepción remota tradicional". Boletín No. 17 SELPER – MEXICO Nota técnica. Instituto de Ingeniería, UNAM.
- *Piña R.B. (1994) "Evolución en la captura y el tratamiento de la información geográfica con fines cartográficos". Instituto Geográfico Nacional de España.
- *Pickles, J. (1993) "Discourse on method and the history of discipline: Reflections on Dobson's Automated Geography", The Professional Geographer.
- *Peterson, P. Michael. (1995) "Interactive and animated cartography." Prentice Hall. Inc.
- *R. Galetto and Spalla (1996) "Multimedia technology, a new opportunity for GIS's improvement. in CISM courses and lectors Num. 365 International center for mechanical sciences. Ed by L. Mussio. Springer Wien New York.
- *Rhind, D., London (1977) "Contemporary cartography". Institute of British Geographers.
- *Rhind, D. W and D.R.F Taylor, (1989) "Cartography Past, Present and Future". New York, Elsevier.
- *Robinson, Arthur (1982) "Thematic Mapping in the History of cartography". University of Chicago Press, Chicago.
- *Robinson, Arthur H (1987) "Elementos de Cartografía". Ed Omega. Barcelona.
- *Robinson, Arthur H. (1995) "Elements of Cartography" 6ª edition. Ed. John Wiley and Sons, Inc. E.U.
- *Rogers, Andrei (1971) "Matrix Methods in Urban and Regional Analysis". San Francisco: Holden-Day.
- *Rosenblum L J. Nielson G M (1991) "Introduction: visualization comes of age". IEEE Computer Graphics and Applications. Guest editor's.
- *Rowley J. Gilbert P (1989) "The market for land information services, systems y support". In Shand P.J. The association for geographic information yearbook Taylor y Francis.
- *Salitchev, K.A (1978) "Cartographic communications, its place in the theory of science". In Canadian Cartographer. Volume 15, Number 2 / December 1978.
- *Salitchev, K.A (1979) "Cartografía". La Habana: Cuba, Ministerio de Educación.
- *E.E Shiryayev (1987) "Translation of kartograficheskoe otobrazheine preobrazovanie geoinformatii". Printed and Boubd in Great Britain. "The structure and functions of the banks of spatial digital and cartographic data".
- *Soja, Edward (1989) "Postmodern Geographies. The reassertion of space in critical social theory". London: Verso, 1989.
- *Taylor D. R. Fraser (1980) "The computer in Contemporary Cartography". Wiley, Chichester.
- *Taylor, D.R Fraser (1985) "Education and training in Contemporary Cartography" Ottawa, Canada.
- *Taylor, D. R Fraser (1989) "New Cartography". Published on behalf of the International Cartography Association.
- *Taylor, D. R Fraser (1991) "Geographic information systems: the microcomputer and modern cartography". Pergamon Press, Oxford.

- *Taylor, D. R Fraser (1994) "Visualization in modern cartography". New York: Elsevier Science Inc.
- *Trofimov, A.M., Panasyuk, M.V, (1982) "Conceptualization of geographical situations". Territorial and socio-economic systems of the Urals, Perm.
- *Tomlin, Dana C. (1983) "Digital cartographic modeling techniques in environmental planning" PhD Thesis. School of Forestry and Environmental Studies. Yale University. Connecticut.
- *Tomlin, Dana C. (1990) "Geographic Information Systems and Cartographic Modeling". Prentice Hall.
- *Tomlinson R.F. (1988) "The impact of the transition from analogue to digital cartographic representation." The American Cartographer.
- *Uribe, Oscar (1963) "La matemática, la estadística y las ciencias sociales". Instituto de Investigaciones Sociales. UNAM.
- *Unwin, David J and Hilary M. Hearnshaw (1994) "Visualization in Geographical Information System". J. Wiley and Sons, London.
- *Véliz, Antonio San Miguel y Vivian Rosell Sánchez (1994) "Atlas Regionales y especiales". Práctica y teoría- Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba y UAEM. Compiladores.
- *Waylett, John (1999) "Informe especial. Revista Geo-información No. 7 año 2 Septiembre-Octubre.
- *Weibel, R. (1997) "The Application of Agents in Automated Map Generalization". 19th ICA/ACI Conference, Ottawa, Canada.
- *Weber, W, (1980) "Map generalization and information science approach", in Contributors to map generalization proceedings, Ed. Opheim, H.Oslo Norsk Regnesentral/Norwegian Computing center.
- *Wood, Clifford H. (1996) "Cartographic design theoretical and practical perspectives". John Wiley & Sons Inc.
- *P Yoeli (1972) "The Logic of Automated Map Lettering" Cartographic Journal 9.
- *Zarate, López Alberto (2001) "Sistema Automatizado de Cartografía Temática para el análisis territorial del Sistema de abasto alimentario en el Estado de México". Tesis licenciatura en Geografía (UNAM).

ANEXO 1

Direcciones electrónicas de las instituciones para las que se analizaron los elementos del diseño cartográfico de los mapas publicados:

Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) en el estudio “Plan de Acción para combatir la desertificación en México” (2000).¹

Instituto Mexicano del Transporte en los “Proyectos Derivados de: Transporte y Accesibilidad en la cobertura de los servicios de educación y salud de Querétaro”; en los de “Info Multimodal”; en los de “Info Puentes”; y en los del “Sistema de Información para el Análisis de Riesgos en Carreteras”.²

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en el Atlas Nacional de Riesgos (1994).³

Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el “Índice de Marginación por municipio 2005”.⁴ Vale la pena mencionar que es la única institución en donde se nombra a los mapas como tales, ya que en las otras instituciones se hace alusión a ellos como figuras, gráficos o imágenes.

Secretaría de Marina sólo publica de forma electrónica el índice de cartas náuticas. Aunque produce mapas temáticos técnicos electrónicos llamados Cartas Náuticas Electrónicas, las cuales están en formato Raster BSB y en formato ENC S-57, son imágenes digitales georeferenciadas, y reproducciones idénticas de una carta náutica de papel, que dan al navegante una imagen del lugar donde se navega ya que contiene datos de posición, y opcionalmente puede obtener datos de otros sensores (Radar, GPS, Ecosondas, etc.). Sin embargo estas cartas sólo es posible visualizarlas en un Sistema de Cartas Electrónicas ECS (Electronic Chart System), el cual debe ser propiedad del usuario.

Instituto de Geografía de la UNAM: se revisaron los mapas electrónicos contenidos en el Atlas Nacional de México⁵ en el tema de turismo. Es importante destacar que es una obra que hace uso de todos los métodos cartográficos, se representan los fenómenos espaciales con el método adecuado y mencionan la proyección cartográfica empleada. Lo que quizá haya que señalar es que aunque es una obra producida con geotecnología, los productos cartográficos no se pueden explotar en geosistemas porque su producción es un papel y recientemente como imágenes gráficas.

En la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), se exploró en cada uno de los Programas que coordina, y sólo fue posible encontrar mapas en las tres subsecretarías que la forman. En el caso de la subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenamiento se revisó el “Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2001-2006”⁶ es un compendio de mapas. Para la subsecretaría de Desarrollo Social y Humano se analizaron los mapas del “Diagnóstico Situacional de localidad CEC” (centros estratégicos comunitarios) del Estado de Baja California⁷, la cual es parte de una monografía para cada entidad del país que incluye tablas, mapas y texto. Y para la Subsecretaría de Prospectiva, Planeación y Evaluación se revisó “Concentración de hogares en condición de pobreza en el medio urbano” (Hernández, 2002)⁸.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes se analizaron los mapas publicados por la Dirección de General de Carreteras.⁹

SAGARPA fue difícil encontrar publicaciones donde empleen mapas, se exploró en los documentos relativos a los estudios de regionalización de la Dirección de Programas Regionales y Organización Rural pero no cuentan con ellos. Pero salvo la situación el estudio “Sobre el Desarrollo Productivo Sustentable en las Áreas Marginadas de Chiapas”¹⁰ que fue el que se analizó.

Comisión Nacional del Agua se analizó el “Atlas Digital del Agua de la República Mexicana”¹¹ que esta formado por cuatro mapas, pero en el análisis se consideraron sólo los mapas de Distritos de Riego y el de Catálogo de Presas porque los otros dos tienen problemas y no se despliegan.

Lo curioso de este trabajo es que la interfase para consultar los mapas simula un atlas tradicional, en la siguiente imagen se muestra el ejemplo.

¹ www.conaza.gob.mx

² www.imt.mx/siget/principal.html

³ <http://atl.cenapred.unam.mx/metadataexplorer/index.html>

⁴ <http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/margina2005/AnexoB.pdf>

⁵ http://www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/atlas_nacional.htm

⁶ http://www.sedesol.gob.mx/subsecretarias/desarrollourbano/subsecretaria/documentos/Mapas_5.pn.duot.pdf

⁷ <http://cat.microrregiones.gob.mx/diagnostico/>

⁸ http://www.sedesol.gob.mx/subsecretarias/prospectiva/subse_publicaciones.html

⁹ http://portal.sct.gob.mx/SctPortal/appmanager/Portal/Sct?_nfpb=true&_pageLabel=P24066

¹⁰ <http://www.sagarpa.gob.mx/sdr/progs/pdf/esec6.pdf>

¹¹ <http://siga.cna.gob.mx/Atlas/>



En el Servicio Meteorológico Nacional se analizaron los mapas producidos para el día 7 de abril de 2007 para los temas de Tormentas, y Nortes¹².

Comisión Reguladora de Energía se analizaron los mapas incluidos en los documentos para “Determinar las Zonas Geográficas” donde pueden concursar participantes para introducir gas natural. Se tomaron los casos de Mexicali¹³, el del Río Pánuco¹⁴ y la de la Lagunas, Dgo¹⁵.

En el Instituto Nacional de las Mujeres sólo se consiguió el mapa del “Porcentaje de hablantes de lengua indígena” y fue el que se analizó¹⁶. Es una institución que genera muchos datos y los presenta como tabulados con resultados por entidad federativa con lo cual se podrían construir mapas pero desaprovechan el potencial de la comunicación cartográfica.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) se analizaron los mapas de la “Delimitación de Zonas Metropolitanas de México”¹⁷

En el caso del Fondo Nacional para el Turismo (FONATUR) el material que nombra como mapas más bien son una especie de esquemas donde muestra la ubicación de sus proyectos, por lo cual no se consideraron en el presente estudio.

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas se revisaron los mapas sobre “Indicadores económicos de los pueblos indígenas de México”, 2002¹⁸.

Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA) se revisó el “Diagnóstico de Infraestructura Cultural” (2007).¹⁹

Instituto Nacional de Ecología (INE) se consultó el sistema de cartografía digital en el cual se revisaron los mapas del tema Sur-Sureste.²⁰

¹² <http://smn.cna.gob.mx/boletin/aviso/avisoysalertas.html>

¹³ <http://www.cre.gob.mx/registro/resoluciones/1996/res00896.pdf>

¹⁴ <http://www.cre.gob.mx/registro/resoluciones/1997/Res023-97.pdf>

¹⁵ <http://www.cre.gob.mx/registro/resoluciones/1998/Res256-98.pdf>

¹⁶ http://www.inmujeres.gob.mx/dgede/gps_prioritarios/indigenas_mapa.png

¹⁷ http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/zonas_met.pdf

¹⁸ <http://www.cdi.gob.mx/ini/indicadores/mapa05.html>

¹⁹ http://sic.conaculta.gob.mx/publicaciones_sic/dic_2007.pdf

²⁰ <http://mapas.ine.gob.mx/>

Para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) se consultaron los mapas en línea de su Infoteca, en específico el tema de Gestión, porque se pensó podría contener mapas construidos con datos producidos por la institución en los cuales se utilizaran métodos diferentes a los empleados en los temas clásicos para cuestiones físicas. Pero esta premisa no se cumplió porque el método utilizado en todos los mapas fue el de área.²¹

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) se revisaron los mapas de Zonificación de Áreas Naturales Protegidas. Vale la pena mencionar que estos mapas son de los pocos que incluye el tipo de proyección cartográfica.²²

Del Instituto Federal Electoral (IFE) se analizaron sólo algunos mapas de su cartografía electoral (Aguascalientes, Campeche, Chihuahua, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas) porque todos eran iguales. Esta es otra de las instituciones que incluye la proyección cartográfica en sus mapas.²³

Para el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se analizaron los mapas de Potencial Productivo del Maíz de Campeche (PROMAF).²⁴

En el caso de ESRI. Co se analizaron algunos de los mapas publicados donde esta compañía muestra las posibilidades de mapeo. Los temas revisados fueron negocios, agricultura, cartografía, educación y salud²⁵.

Secretaría de Seguridad Pública se revisaron los mapas del “Cuarto Informe de Labores” (2004).²⁶

En el Instituto de Geofísica de la UNAM de los tres mapas disponibles en la opción de lo que llama Publicación de Mapas de Riesgos Volcánicos sólo fue posible revisar el Mapa de Peligros por Caída de Productos Balísticos del Volcán Popocatepetl, ya que para los otros dos su imagen es ilegible.²⁷

Del Instituto de Geología de la UNAM se revisaron los mapas de riesgos del Volcán Citlaltépetl.²⁸

²¹ <http://infoteca.semarnat.gob.mx/website/geointegra/Cmviewer/viewer.htm>

²² <http://www.conanp.gob.mx/consulta/>

²³ <http://www.ife.org.mx/portal/site/ife/menuitem.6b00558db1fb40b8fd0f407d100000f7/>

²⁴ <http://www.inifap.gob.mx/>

²⁵ http://www.esri.com/mapmuseum/mapbook_gallery/volume20/index.html

²⁶ <http://www.lib.utexas.edu/benson/lagovdocs/mexico/federal/seguridadpublica/informe4-2003-2004.pdf>

²⁷ <http://www.igeofcu.unam.mx/>

²⁸ <http://geologia.igeolcu.unam.mx/academia/Temas/MapaCitla/Citlaltepetl.html>