

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
TESIS DE DOCTORADO

Título de Tesis:

IMPACTO DE LA GEOTECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO TEÓRICO-
METODOLÓGICO DE LA CIENCIA GEOGRÁFICA. HACIA UN NUEVO
PARADIGMA EN LOS ALBORES DEL SIGLO XXI

Nombre del Director de Tesis:

DRA. NELLY A. GRAY DE CERDÁN

Nombre del co-director de Tesis:

DR. JORGE MORELLO

Nombre del Doctorando:

Lic. GUSTAVO D. BUZAI

Mendoza, 20 de Abril de 1998

IMPACTO DE LA GEOTECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO TEÓRICO-
METODOLÓGICO DE LA CIENCIA GEOGRÁFICA. HACIA UN NUEVO
PARADIGMA EN LOS ALBORES DEL SIGLO XXI.

Dedico este trabajo a Claudia,
compañera inseparable de toda aventura geográfica,
con infinita gratitud por todos los momentos
vividos de auto-organización entre el
orden y el caos.

¿Cuándo tomaremos conciencia de que no hay una ni muchas crisis sino una mutación, no la de una sociedad sino la mutación brutal de toda una civilización?

Viviane Forrester
El horror económico. Fondo de Cultura Económica.
Buenos Aires, 1997:10

*Vivimos el momento en que es necesaria una nueva síntesis.
El que no comprenda esta necesidad no podrá comprender
a fondo los problemas del hombre de nuestra época.*

Ernesto Sábato
Hombres y engranajes. Seix Barral.
Buenos Aires. 1991:130

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
Situación	i
Enfoque.....	iv
Abordaje	viii
Síntesis	x

Dinámica # 1. punto - idea

Capítulo 1: HACIA UN NUEVO PARADIGMA DE LA GEOGRAFÍA BASADO EN LA GEOTECNOLOGÍA

1.1. Evolución del pensamiento geográfico desde su definición como <i>ciencia humana hasta la actualidad</i>	2
1.1.1. La Geografía como ciencia humana: Prolegómeno.....	2
1.1.2. Perspectivas geográficas: una síntesis evolutiva hasta fines del siglo veinte.....	4
1.1.3. Perspectivas geográficas actuales; un campo de conocimientos tripartito.....	12
1.1.4. Cambios paradigmáticos.....	14
1.2. La perspectiva geotecnológica	15
1.2.1. Manifestaciones iniciales; de la perspectiva técnica de la década del sesenta a la perspectiva teórica de los noventa.....	15
1.2.2. Reflexiones geotecnológicas.....	17
1.2.3. Conceptos, alcances, contenidos de la Geoinformática.....	20
1.2.4. Transformaciones conceptuales hacia el modelo digital de la realidad.....	28

Dinámica # 2. vector - vías de enfoque

Capítulo 2: CONCEPTOS HISTORIOGRÁFICOS PARA EL ABORDAJE DEL CAMBIO PARADIGMÁTICO EN GEOGRAFÍA

2.1. El camino de las <i>revoluciones científicas</i>	33
2.1.1. Evolución del concepto.....	33
2.1.2. El debate sobre las formas del progreso científico.....	34
2.1.3. Alcances del concepto <i>revolución científica</i> como instrumento de análisis.....	37
2.2. Periodización: extensión e importancia	39
2.2.1. Sobre los límites temporales.....	39
2.2.2. Sobre la importancia de los períodos.....	40

2.2.3. Periodización e importancia de los períodos en la historia del pensamiento geográfico.....	42
2.3. El enfoque Whig en la historiografía de la ciencia y su influencia en el abordaje del estudio de la evolución del pensamiento geográfico.....	43
2.3.1. El abordaje de la ciencia del pasado.....	43

Capítulo 3: CONCEPTOS GEOGRÁFICOS QUE SUSTENTAN EL DESARROLLO DE LAS APLICACIONES GEOTECNOLÓGICAS

3.1. Vías de abordaje conceptual.....	46
3.1.1. La relación entre Geografía y Geotecnología.....	46
3.1.2. Conceptos de base ecológica y corológica.....	47
3.2. Líneas de análisis.....	48
3.2.1. Inventario.....	48
3.2.2. Diferenciación.....	51
3.2.3. Interacción.....	53
3.2.4. Significancia.....	54
3.2.5. Temporalidad.....	55

Dinámica # 3. quadtree - el contexto

Capítulo 4: PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL Y CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA A FINALES DE SIGLO.

4.1. De la <i>modernidad</i> a la <i>posmodernidad</i>	59
4.1.1. El orden <i>moderno</i>	59
4.1.2. La <i>Posmodernidad</i> ¿es una nueva vanguardia de la <i>Modernidad</i> ?.....	60
4.1.3. Las manifestaciones posmodernas	61
4.2. Cultura posmoderna.....	65
4.2.1. El rol del lenguaje.....	65
4.2.2. Manifestaciones relacionales: hibridación cultural.....	66
4.2.3. El entorno material.....	70
4.2.4. Actuales cuestiones de <i>equidad</i>	72
4.2.5. La relación sujeto-objeto en la naturaleza del conocimiento.....	75
4.3. La globalización.....	76
4.3.1. ¿Una o varias globalizaciones?.....	76
4.3.2. La red de lazos transaccionales.....	79
4.3.3. El libre intercambio en la democracia neo-liberal.....	80
4.4. Ciencia y tecnología en el marco socio-cultural de fines de siglo.....	81
4.4.1. Hacia las ciencias de la complejidad.....	81
4.4.2. La clave: tiempo irreversible y procesos aleatorios.....	84
4.4.3. Auto-organización y auto-generación de los sistemas.....	84

4.4.4. La tecnología posmoderna y contexto. Un campo de encrucijada.....	86
4.4.5. La tecnología posmoderna como campo de reflexión.....	88
4.4.6. Hombre y mundo geotecnológico	90

Dinámica # 4. zoom - praxis disciplinaria

Capítulo 5: NORMALIZACIÓN DE CONCEPTOS. EL IMPACTO DE LA GEOTECNOLOGÍA EN LA METODOLOGÍA DE LA GEOGRAFÍA

5.1. Conceptos de representación espacial	93
5.1.1. Estructuras básicas de representación.....	93
5.2. Conceptos de representación temporal	98
5.2.1 integración de la variable temporal como cuarta dimensión.....	98
5.2.2. Características de una base de datos geográfica espacio-temporal en SIG.....	99
5.3. Técnica de los Sistemas de Información Geográfica	104
5.3.1 Definición del área de estudio.....	104
5.3.2. Geocodificación.....	107
5.3.3. Bases de datos.....	110
5.3.4. Transformaciones.....	112
5.4. Métodos de los Sistemas de Información Geográfica	115
5.4.1. Reclasificación cartográfica.....	115
5.4.2. Análisis por superposición temática.....	118
5.4.3. Tratamiento de datos puntuales y lineales.....	121
5.4.4. Mediciones.....	122
5.4.5. Tratamiento tridimensional.....	123
5.4.6. Cálculo de Índices.....	123
5.4.7. Modelado.....	124
5.5. Tratamiento de la geoinformación. Perspectivas de Aplicación	125
5.5.1. Perspectiva <i>Racionalista</i> : Un análisis geográfico por superposición temática	
Perdida de suelo productivo por crecimiento de la aglomeración.....	126
5.5.1.1. Introducción.....	126
5.5.1.2. La base de datos.....	127
5.5.1.3. Tratamiento de la información y resultados obtenidos.....	130
5.5.2. Perspectiva <i>Cuantitativa I</i> : Un análisis geográfico a través del uso de modelos.	
Determinación de áreas de emergencia habitacional en la ciudad de Buenos Aires 1991....	137
5.5.2.1. Introducción.....	137
5.5.2.2. Definición del área de estudio.....	138
5.5.2.3. Combinación de la base de datos alfanumérica y gráfica.....	139
5.5.2.4. Modelado.....	140
5.5.2.5. Análisis geográfico.....	146
5.5.3. Perspectiva <i>Cuantitativa II</i> Un análisis geográfico a través de las nuevas	
geometrías. Cálculo de la dimensión fractal (<i>D</i>) de la aglomeración de Buenos Aires	
(1869-1991).....	148
5.5.3.1. Introducción.....	148

5.5.3.2. El crecimiento fractal de las ciudades.....	149
5.5.3.3. Cálculo de D	150
5.5.3.4. Hacia el modelo de agregación múltiple.....	153
5.5.4. Perspectiva <i>Temporal</i> . Un análisis geográfico histórico. Modelado de secuencias y diagramas de solución para el trabajo automático en SIG.....	154
5.5.4.1. Introducción.....	154
5.5.4.2. Procedimientos.....	155
5.5.4.3. Modelado de secuencias y presentación del diagramas de solución.....	155
5.5.4.4. La reversibilidad temporal.....	158
5.5.4.5. El traslado de conceptos en una base de datos espacio-temporal. El uso de Gran Buenos Aires en la base de datos geográfica espacio-temporal ABA.DAT.....	168
5.6. La visión geotecnológica.....	172

Dinámica # 5. polígono - síntesis

Capítulo 6: IMPACTO DE LA GEOTECNOLOGÍA EN LA TEORÍA DE LA GEOGRAFÍA. LA GEOGRAFÍA GLOBAL EL PARADIGMA GEOTECNOLÓGICO.

6.1. Hacia la "síntesis".....	176
6.1.1. Punto, vector, quadtree, zoom y polígono como método de abordaje.....	176
6.2. Hacia la "Geografía Global".....	180
6.2.1. Historia interna, historia externa.....	180
6.2.2. La Geografía Global como campo de conocimiento interdisciplinario.....	184
6.2.3. La Geografía Global como dinámica centrífuga.....	185
6.3. Hacia la formulación paradigmática.....	186
6.3.1. Ciclos paralelos en la historia del pensamiento geográfico.....	186
6.3.2. ¿Existe un nuevo paradigma de la Geografía basado en la Geotecnología?.....	188
6.3.3. Perspectivas futuras.....	190
BIBLIOGRAFÍA.....	192
AGRADECIMIENTOS.....	225

INTRODUCCIÓN

Situación

El mundo actual está atravesando por una etapa en la cual se evidencian notables cambios en cuanto a la organización socioeconómica, política y cultural de la población respecto del período histórico anterior que se ha definido como "modernidad". No se considera que estas actuales manifestaciones empíricas sean parte de esta, incluyéndose como otra de sus tantas *vanguardias*, ya que los cambios que se aprecian están llevando a una organización de características verdaderamente contrapuestas.

A finales del siglo veinte estamos asistiendo al predominio definitivo de la *sociedad posindustrial* y de la *cultura posmoderna*, y con ello a un cambio de cosmovisión que aparece bajo las pautas de una verdadera globalización de la humanidad y nuevas perspectivas científico-tecnológicas que en un nivel teórico presentan un panorama de creciente incertidumbre y en el nivel de aplicación se ha convertido en fundamental para la evolución social de la población.

En este marco, el desarrollo tecnológico ha obtenido una alta valorización y se ha convertido en ideal para que la ciencia se presente como aplicación concreta a fin de satisfacer las demandas sociales de dinámica cambiante. Por lo tanto, el *medio tecnológico* y particularmente en su interior las tecnologías de la información, pueden considerarse actualmente el sustento de las actividades humanas sobre el planeta.

El impacto de las aplicaciones computacionales y de la Informática en el mundo actual ha sido tan amplio que algunos pensadores han denominado a la presente época como *Era Informática*, frente a otras denominaciones posibles como la de *Era Atómica* o *Era Espacial* (Dormido y Mellado, 1987), y la informática puede ser definida como la combinación de las ciencias y técnicas relativas al manejo de la información (Deitel y Deitel, 1985); e incluye una gran cantidad de disciplinas.

En la actualidad resulta casi imposible determinar alguna actividad social y cultural del hombre que pueda no estar relacionada con procedimientos computacionales,

dentro de este contexto de gran amplitud se pondrá el foco de atención en los efectos recíprocos que se producen en la relación Informática-Geografía al momento de automatizar el análisis espacial en un nuevo ambiente y apoyar la aparición de una nueva visión de la realidad.

De acuerdo con la definición de Informática presentada anteriormente no cabe dudas de que la Geografía puede ocupar un rol de suma importancia en su conformación y sumada a diversos aportes interdisciplinarios, a comienzos de la década del noventa en los países centrales, comenzó a hacerse referencia a una nueva especialidad: la Geoinformática (ITC, 1991).

El concepto de Geoinformática será considerado en sentido amplio como todo tipo de aplicación computacional destinado al manejo de la información; pero en este caso específico a información georreferenciada (Buzai, 1992). Este concepto resulta ser sumamente abarcativo ya que el centro de su fundamentación es la información geográfica, cuyo eficiente tratamiento se logra a través de la flexibilidad creciente del *software* computacional y las mejoras permanentes en las capacidades del *hardware* general.

La Geografía actual recibe un impacto positivo de la Geotecnología y encuentra una nueva ubicación en el contexto de las ciencias como productora de soluciones socioespaciales a las demandas del contexto total, pero no se ve afectada cumpliendo un rol pasivo sino que muestra una gran actividad creando también este mundo que al mismo tiempo la transforma. La Geotecnología deja de ser un simple *set* de herramientas de análisis espacial y nutrida a través de conceptos de naturaleza geográfica llega a convertirse en una interfase con notable carga teórica.

Sus resultados deberán ser funcionales para un nuevo tipo de sociedad y al mismo tiempo recorrer un camino que apunte a la búsqueda de un papel destacado a través de la praxis geotecnológica que indudablemente incluirá una praxis geográfica automatizada. Los conceptos geográficos han modelado la Geotecnología y esta brinda la formación de un nuevo espacio geográfico para su tratamiento y análisis.

Si bien la Geotecnología ha incorporado conceptos geográficos que han sido fundamentales para avanzar hacia la posibilidad de la realización de un análisis espacial computacional, debe considerarse que estas modernas tecnologías han tenido un desarrollo inicial y una aplicación posterior verdaderamente interdisciplinaria. Entre las disciplinas de formación podemos nombrar la Computación Gráfica, Aerofotointerpretación, Procesamiento Digital de Imágenes, Geometría Computacional, Gestión de Bases de Datos, Ingeniería de Software, Fotogrametría e Ingeniería Tecnológica (Marble, 1990), mientras que en cuanto a las ciencias de aplicación basta con hacer una recorrida por los artículos publicados en revistas especializadas como GIS World (Estados Unidos), International Journal of GIS (Inglaterra) o Fator GIS (Brasil) para ver que se podría confeccionar una lista prácticamente interminable.

Enfocando directamente el aporte geográfico, la normalización de conceptos que han podido ser codificados mediante una señal electrónica al nivel de *byte* ha servido de sustento para lograr una nueva representación del mundo, como actual visión a partir de la cual se comienza a ver la realidad. Este aspecto tiene su notable impacto en la investigación geográfica, la transmisión de conocimientos y en última instancia en el total de la sociedad.

El momento actual, podría ser considerado un período de revolución científica que se presenta sin nombres sobresalientes. Una nueva forma de acceder y conceptualizar la realidad geográfica, mediatizada a través de la Geotecnología como nuevo filtro que se ha incorporado para el análisis del mundo y que por todas las características mencionadas está formando un nuevo paradigma de la Geografía basado en la Geotecnología.

Por lo tanto, el presente trabajo se fundamenta en la evidencia de los cambios que se están produciendo en el contexto general y la necesidad de conceptualizar las relaciones entre; conceptos geográficos, Geotecnología, representación digital del espacio geográfico como modelo de la realidad, status y normalización del conocimiento, y en la totalidad de las relaciones contextuales en el proceso de historia interna y externa de la ciencia (Capel, 1994) a fin de lograr:

a) Definir la "Nueva Geografía" surgida del Paradigma Geotecnológico y determinar de que manera se ingresará al siglo XXI con una nueva óptica respecto del espacio geográfico que nos rodea.

b) Conceptualizar las características que nos ofrece el nuevo paradigma y analizar las posibilidades con que se cuenta para que la Geografía ocupe un lugar destacado en el contexto social y cultural del próximo siglo.

Considerando esta gran amplitud temática se pondrá el foco de atención en los efectos conjuntos que se producen entre el contexto sociocultural general y la Geografía, de que forma la teoría y metodología de la Geografía han sustentado el desarrollo geotecnológico y de que manera la Geotecnología reinterpreta los conceptos geográficos incorporados a fin de brindar nuevas capacidades y posibilidades para lograr una nueva "cosmovisión", como nuevo paradigma que modifica, enriquece y sustancialmente amplía la capacidad dialéctica entre el hombre y su entorno.

Enfoque

El desarrollo de un sistema teórico como forma de verificar las líneas disciplinarias y las perspectivas interdisciplinarias para el abordaje de la problemática se produce como etapa superior a la consolidación de un sistema técnico avanzado que ha permitido llegar al concepto de Geoinformática separado de las soluciones totales propuestas en una primera etapa para la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Es verdad que en la actualidad la tecnología SIG puede ser considerada el núcleo de la Geoinformática, pero debe encontrarse apoyada eficazmente por diferentes *software* a fin de lograr la integración más eficaz para el tratamiento automatizado de los datos geográficos, aspecto que Dobson (1983) reclamaba desde inicios de los ochenta y recién en la actualidad parece haberse cumplido.¹

¹ *La evolución histórica del sistema técnico en nuestro país proporcionó como resultado la aparición de tres generaciones de usuarios: 1987-1991 (primeros resultados con monopolio en la propiedad y utilización de la tecnología), 1991-1994 (resultados difíciles de aquellos usuarios que habían quedado al margen de las primeras instalaciones) y 1994-actual (gran*

El sistema técnico evolucionó hacia una definición de Geoinformática basada en el tipo de información y con ello logró la amplitud necesaria a fin de permitir el desarrollo de los aspectos teóricos particulares y vinculados a contextos generales (Guevara, 1996) necesarios al momento de encarar una tarea como la presente.

Investigar acerca del rol de la Geoinformática en la sociedad actual nos lleva a intentar la búsqueda de una mayor amplitud que la lograda por los sistemas técnicos que van desde una visión centrada en el SIG hacia otra centrada en la geoinformación, pues aquí la problemática aparece en un plano puramente interdisciplinario y se hace evidente la inadecuada linealidad en su desarrollo hacia la profundización del conocimiento.

Estamos acostumbrados a captar el transcurso de la realidad a través de una variable tiempo (t) secuencial, lo cual nos lleva inevitablemente a un pensamiento lineal que intenta adecuarse a esa construcción. Utilizando las categorías del entendimiento y acción con dichas características surge finalmente un escrito secuencial que es el resultado de su transmisión escrita.

Ante la problemática de encontrarnos frente a un tema que se nos presenta como multisecuencial el inconveniente inicial consistió en ajustado a un esquema de referencia diferente, que pudiera tener la capacidad de captar la no-linealidad y multisecuencialidad temática. La tarea que resulta de estas iniciales consideraciones justifican el desarrollo siguiente.²

A partir de aquí surgió la idea de trasladar el concepto de "vórtice" (v) obtenido del análisis de la cosmología de Descartes (Cohen, 1989) a la formación de diferentes

variedad de soluciones con popularización de software y geoinformación). El balance general de los diez años transcurridos desde el ingreso de la tecnología SIG a nuestro país se encuentra en Buzai (1997).

² *Diferentes alternativas en la ruptura de una linealidad temporal como camino hacia el próximo siglo se pueden encontrar en Buzai (1996) y Nemeth Baumgartner (1994) avanza sobre la relación entre nodos temáticos y una nueva forma de presentación escrita a través del hipertexto.*

vías de abordaje de la problemática. Por lo tanto, mucho mas allá de la utilización de sistemas abiertos o de una posible teoría de conjuntos, rompiendo toda linealidad predeterminada a través del tiempo, los vórtices podrían brindar la identidad temática y al mismo tiempo las relaciones interdisciplinarias necesarias.

Consideramos que un v actúa como remolino, una zona de turbulencia representadas para nosotros, no por partículas elementales sino por un campo de fuerzas disciplinarias que intentan llevar la problemática hacia su núcleo de conocimientos, a manera de justificar sus propios contenidos y existencia.

La relación (\emptyset) de dos v produce una zona de bifurcación (zb), es la unión de dos temáticas que forman una tercera, pero esta tercera se encuentra en una situación al borde de la estabilidad a causa de una constante puja de conocimientos disciplinarios que la pueden hacer inclinar hacia la preferencia de sustentarse en un u otro campo.

$$v \emptyset v = zb \quad (1)$$

La relación de tres v produce una zona de trifurcación (zt), es la unión de tres temáticas para formar una cuarta, pero esta se encuentra ante una puja de conocimientos disciplinarios que pueden hacer la inclinar hacia la preferencia de sustentarse en cualquiera de los tres campos que le brinda existencia.

$$v \emptyset v \emptyset v = zt \quad (2)$$

Estas intersecciones entre v van produciendo sectores de diversos órdenes como las zb o las zt , ya así sucesivamente, pero para lograr órdenes sucesivos se necesitan cada vez mas uniones disciplinarias hasta llegar a la zona de síntesis (zs) en donde queda definida la posibilidad de aproximarnos de manera interdisciplinaria a la temática en cuestión.

$$v \emptyset v \emptyset v \emptyset v \emptyset \dots \emptyset v = zs \quad (3)$$

$$zb \emptyset zb \emptyset zb \emptyset \dots \emptyset zb = zs \quad (4)$$

$$zt \emptyset zt \emptyset zt \emptyset \dots \emptyset zt = zs \quad (5)$$

La z_s representa un pequeño sector de límites precisos y donde se produce la mayor turbulencia, la mayor interacción temática en la interdisciplina necesaria que permite captar la complejidad temática.

Una interacción permanente entre la temática y el esquema de referencia permite definir la cantidad de v y la ubicación de cada uno de ellos. Cuando la jerarquía de cada perspectiva de abordaje es similar se mantienen en el mismo plano de referencia, en cambio cuando se parte desde un punto de vista deductivo se utiliza un plano diferente de mayor amplitud, al cual le llamaremos vórtice marco (vm) que mediatizará las relaciones existentes entre los v definidos.

Definimos esta situación como sistema estructurado de vórtices (sev) similar a una estructura espiralada compleja como sistema de galaxias vecinas. Las presentes cuestiones conceptuales han permitido definir la temática y principalmente las diferentes perspectivas. Pasaremos a continuación a mostrar el desarrollo concreto de aplicación a la temática y seguido a este desarrollo intentaremos fijar los puntos de turbulencia en las z_t a fin de orientar el accionar concreto hacia la búsqueda de resultados.

Las relaciones surgidas de la aplicación del modelo es la siguiente:

Vórtice marco

vm Sociedad; Organización socioeconómica y cultural.

Vórtices de conocimiento

$v1$ Conocimiento científico (aspectos físicos-empíricos)

$v2$ Conocimiento filosófico (aspectos metafísicos)

$v3$ Conocimiento geográfico (espacio geográfico)

$v4$ Conocimiento tecnológico (técnicas y herramientas)

Zonas de bifurcación

$zb1 (v1 \emptyset v2)$ Filosofía de la Ciencia

$zb2 (v1 \emptyset v3)$ Investigación científica en Geografía

$zb3 (v1 \emptyset v4)$ Ciencia Aplicada

$zb4 (v2 \emptyset v3)$ Filosofía de la Geografía

$zb5 (v2 \emptyset v4)$ Filosofía de la Tecnología

$zb6 (v3 \emptyset v4)$ Geotecnología

Zonas de trifurcación

<i>zt1</i> (<i>v1</i> Ø <i>v2</i> Ø <i>v3</i>)	Filosofía de la ciencia geográfica (formación de conceptos)
<i>zt2</i> (<i>v1</i> Ø <i>v2</i> Ø <i>v4</i>)	Filosofía de la ciencia y la tecnología (física, metafísica y epistemología)
<i>zt3</i> (<i>v2</i> Ø <i>v3</i> Ø <i>v4</i>)	Filosofía de la Geotecnología (GEOTECNOLOGÍA en la representación del mundo)
<i>zt4</i> (<i>v1</i> Ø <i>v3</i> Ø <i>v4</i>)	Geotecnología Aplicada (métodos y técnicas de aplicación al análisis espacial)

La zonal de síntesis (*zs*) es la que posibilita estudiar de una manera integrada la aparición del nuevo paradigma de la Geografía basado en la Geotecnología en el contexto que presenta el *vm* e integrando las temáticas amplias de los *v* y las zonas restringidas *zb* y *zt*.

A partir de estas definiciones se propone un camino de abordaje que va desde la idea inicial como manifestación empírica hacia la idea final como manifestación acabada de un verdadero proceso de revolución científica.

Abordaje

Durante la tarea realizada se produce la confrontación de una doble perspectiva que tiene aspectos *inductivos* cuando surge de la experiencia empírica en el uso geotecnológico y se encamina a determinar su impacto en la teoría y metodología de la Geografía; y aspectos *deductivos* que surgen del análisis del contexto (*vm*) y sus prácticas socioculturales que influyen en la Geografía como *historia externa* a fin de abordar el análisis de su inserción en la configuración científica a finales de siglo.

Estas líneas de abordaje son permanentemente complementarias y dialécticas a lo largo del trabajo y se enmarcan en una línea exclusivamente desarrollada a fin de recorrer el sistema de vórtices por un camino de coherencia interna que permite la creciente ampliación del tema en diferentes dinámicas hacia la síntesis final.

Dinámica # 1 - punto - idea

Se verifica la evolución del pensamiento geográfico desde su definición como ciencia humana desde finales del siglo pasado. Se analizan los cambios paradigmáticos en ciclos de veinte años y la aparición de una perspectiva geotecnológica como campo de reflexión metodológica desde la década del sesenta y teórica desde los noventa. Se definen los alcances y contenidos de la Geoinformática y su utilización para lograr una nueva visión como modelo digital de la realidad.

Dinámica # 2 - vector - vías de enfoque

Se analizan los conceptos historiográficos para el abordaje del cambio paradigmático en Geografía, como *revolución científica* y la importancia en las periodizaciones adoptadas. Se manifiesta el inconveniente de realizar un enfoque *whig* para el análisis de los antecedentes científico-tecnológicos.

Se analizan los conceptos geográficos que sustentan el desarrollo de las aplicaciones geotecnológicas en cinco líneas de análisis; inventario, diferenciación, interacción, significancia y temporalidad. A través de éstas se verifica el impacto de diferentes paradigmas de la Geografía como sustento del desarrollo geotecnológico a fin de realizar procedimientos de análisis espacial integrados en los enfoques ecológico y corológico.

Dinámica # 3 - quadtree - el contexto

Se presentan los aspectos de la relación fragmentación-globalización del contexto social, cultural, económico, político y científico-tecnológico a finales de siglo. Se evidencian las manifestaciones empíricas que muestran el paso de una sociedad industrial a una posindustrial, de la cultura moderna a la posmoderna, de la definitiva globalización de las actividades humanas y del nuevo paradigma científico de finales de siglo. Se analiza el rol de la tecnología ante las nuevas pautas de organización social y de que forma se enmarca la geotecnología en estas relaciones.

Dinámica # 4- zoom - praxis disciplinaria

Se analiza el impacto de la Geotecnología en la metodología de la Geografía. Los conceptos de representación espacial y temporal. Las técnicas y métodos de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica como núcleo de la Geoinformática y diversos tratamientos de análisis espacial que se enmarcan en capacidades técnicas capaces de valorizar diferentes aspectos teóricos.

Dinámica # 5 - polígono - síntesis

Se realiza una recapitulación del camino seguido hacia la síntesis y el surgimiento de una "nueva geografía" que surge como producto del "paradigma geotecnológico". La *Geografía Global* no sólo permite determinar la aparición de un nuevo paradigma, sino principalmente el estallido de una revolución científica que va desde la Geografía al contexto científico. Se abren algunas perspectivas para la inserción de la nueva Geografía en el nuevo paradigma científico general de la auto-organización y el descubrimiento de un doble ciclo en la historia del pensamiento geográfico para justificar la aparición del nuevo paradigma como síntesis de la formulación inicial.

Síntesis

La Geografía como ciencia humana ha desarrollado gran cantidad de conceptos durante aproximadamente un siglo, los cuales han sufrido un continuo proceso de normalización desde mediados de la década del sesenta para transformar procedimientos tecnológicos en geotecnológicos.

La Geotecnología a su vez ha dado un paso más adelante tomando esos conceptos para ser llevados al nivel de la codificación binaria posibles de ser trabajados mediante procedimientos computacionales. Los ha transformado en su esencia y con ello ha creado un nuevo mundo artificial.

Sin embargo, este mundo artificial, creado a través del uso de Geotecnología no se presenta como simplemente un cambio de ambiente, sino que es un cambio fundamental en la forma de comenzar a ver nuestro entorno. Este "filtro" se convertirá en una forma básica para mirar la complejidad del espacio geográfico a lo largo del siglo

XXI. Con ello quedarán modificados tanto los conceptos como la realidad misma, aspecto que permite encarar esta dinámica como la aparición de un nuevo paradigma en los dominios de la investigación geográfica.

Este nuevo paradigma no es producto de especulaciones teóricas. Surge del trabajo interdisciplinario en la fuente y uso de las nuevas tecnologías y de la relación recíproca entre Ciencia y Tecnología en distintos momentos. En última instancia, se presenta a través de un acotado aporte de reflexión teórica y con un importante componente empírico reclamado por las prácticas de la sociedad actual a fin de resolver los problemas concretos que propone la realidad.

Esta nueva revolución geográfica y el surgimiento del nuevo paradigma, ubicará la Geografía en una posición relevante dentro del contexto de las ciencias y dentro del *pragmatismo lúcido* que Galbraith (1995) anuncia como forma de actuar para el próximo siglo.

Dinámica # 1

punto

CAPITULO 1

HACIA UN NUEVO PARADIGMA DE LA GEOGRAFÍA BASADO EN LA GEOTECNOLOGÍA

1.1. EVOLUCIÓN DEL PENSAMIENTO GEOGRÁFICO DESDE SU DEFINICIÓN COMO *CIENCIA HUMANA* HASTA LA ACTUALIDAD.

1.1.1. La Geografía como Ciencia Humana: Prolegómeno.

Durante los primeros siglos de existencia, a partir de lo que Baulig (1985) denominara "la aurora de la ciencia griega", la Geografía se desarrolló a partir de aportes individuales en una escena que Haggett (1988) denominó como la del *sabio aislado*. Este periodo de gran amplitud se encuentra marcado por la presencia de muchos nombres ilustres de la antigüedad que a través de los primeros aportes sistematizados en pos de la ciencia geográfica han sobresalido principalmente por la búsqueda de soluciones a problemas concretos que planteaba la realidad, desde el cálculo de posiciones absolutas sobre la superficie terrestre dentro de un sistema de coordenadas hasta el conocimiento de lugares lejanos en la búsqueda de nuevas rutas comerciales, materias primas escasas en los países centrales o metales nobles monetarizables.

De este largo período podemos destacar los trabajos sobre la descripción de la Tierra de Hecateo (*Descripción de la Tierra*) y Heródoto (*Historia*) en los siglos VI y V a.C, los estudios estratégicos para gobernantes de Estrabón (*Geografía*) realizados a principios de nuestra era (Estrabón, 1980), los aportes matemáticos de Eratóstenes, Hiparco y Ptolomeo (*Amalgesio y Guía Geográfica*); los grandes viajes comerciales a partir del siglo XII y los de descubrimientos realizados en el siglo XV permitieron un gran desarrollo en la cartografía a través de La Cosa, Contarini, Waldseemüller, Ribero y Mercator (*Atlas del Mundo*), entre otros (Raisz, 1974), La obra de Varenius (*Geografía General*) que aborda el estudio geográfico en el marco de la Revolución Científica del siglo XVII (Varenio, 1974), y las reformulaciones a la Geografía descriptiva y

cartográfica realizada en el siglo XIX por Alexander von Humboldt (*Cosmos*) y Carl Ritter (*Geografía General Comparada*) (Dickinson, 1969).

Hacia finales del siglo XIX se produjo la gran especialización de las ciencias posibilitada por la gran acumulación de conocimientos disciplinarios y el desarrollo de metodologías científicas de aplicación generalizada durante el lapso de tres siglos, del XVII al XIX, que Boido (1996) caracteriza como el período de la *Revolución Científica*. Para Haggett (1988), se puede determinar una segunda etapa de crecimiento de la Geografía que se asocia con la interrelación lograda a partir de la creación de sociedades geográficas y de grupos de trabajo con intereses comunes.

A pesar del camino recorrido hacia la institucionalización (Capel, 1983), la gran especialización y la dominante visión parcelada del conocimiento hizo que la Geografía viviera la concreta posibilidad de desaparición como actividad científica independiente y diferenciada por su propio objeto de estudio, pues éste se había fragmentado en el interior de varias disciplinas que según Baulig (1985) podrían ser denominadas "geográficas". Si la Geodesia se ocupaba de las dimensiones terrestres, la Geofísica del campo magnético, la Sismología de características físicas especiales del planeta, la Climatología y la Meteorología se convierten en Ciencias de la Atmósfera, la Oceanografía e Hidrografía estudian los cuerpos de agua, la Geología se ocupa del subsuelo a través de la Mineralogía, Estratigrafía, Tectónica, Geomorfología, la Biogeografía se desarrolla como rama de la Biología y aborda el estudio de la evolución de la distribución espacial de animales y plantas; al quedar en evidencia que una única ciencia no podía abarcar todo este conocimiento, ¿cuál sería el objeto de estudio de la Geografía a partir del cuál podría ser considerada como una ciencia específica?.

La obra de Ratzel (1882, 1891) brindaría a fines del siglo XIX una respuesta a la cuestión, incluyendo al hombre y sus actividades. Por lo tanto, la Geografía sin dejar su tradición naturalista incluyó definitivamente al hombre y se convertiría en la única

disciplina científica que abordara en su objeto de estudio una relación: el hombre y la naturaleza.³

La Geografía encontraba un lugar en el contexto de las ciencias, pero lo había hecho como *ciencia humana*, una perspectiva que a partir de ese momento se mantendría hasta la actualidad y sobre la cuál los geógrafos han alcanzado fuerte consenso.

1.1.2. Perspectivas geográficas: una síntesis evolutiva hasta fines del siglo veinte.

La Geografía definida como ciencia humana es la que ha posibilitado mantener una cierta unidad en nuestra ciencia y su evolución histórica presenta el campo disciplinario actual. Sin embargo, cabe destacar que en el siglo transcurrido a partir de su definición, ha variado con gran dinamismo la forma de encarar la relación de estudio y se encuentra íntimamente ligada a la postura filosófica e ideológica que el investigador tenga acerca de la realidad, planteada en el marco de la historia interna y externa de la ciencia (Capel, 1994).

Los inicios del presente siglo estuvieron signados por el predominio de los desarrollos teóricos realizados por la escuela geográfica francesa, principalmente a través de los estudios de Vidal de la Blache, quien desarrolló su teoría a través de un continuo diálogo crítico hacia la escuela alemana de finales de siglo pasado (Moraes, 1987). Tomó el concepto relacional propuesto por Ratzel (1882) y lo trasladó desde una visión naturalista apoyada principalmente en conceptos biológicos hacia la consideración del hombre en su carácter creativo y posibilitado de brindar respuestas a la acción del medio físico, es decir, colocó al hombre de manera activa, y que a través de la cultura generaría formas particulares en la relación hombre-medio, lo que daría como resultado diferentes *géneros de vida* (Vidal de la Blache, 1898, 1903, 1911, 1913).⁴

³ *Las posteriores perspectivas en Geografía Humana toman como punto de partida esta definición y la amplían hacia "el estudio de los grupos humanos en relación al medio geográfico" (Demangeon, 1952). En este sentido desaparece la idea de hombre como individuo y de naturaleza como ambiente biónico exclusivamente.*

⁴ *Las perspectivas enfrentadas entre la escuela alemana representada por Ratzel y la escuela francesa representada por Vidal de la Blache se puede datar con el punto de partida*

Apoyado en la obra de Varenius (1650) y desarrollando su estudio *especial* que había quedado inconcluso, se puede considerar que los desarrollos de Vidal de la Blache marcan el inicio de la *Geografía Regional*, perspectiva de análisis que se convertiría en la postura dominante en los estudios geográficos por casi medio siglo.

El método de análisis se basó en la "curiosidad superficial para la descripción de regiones" (Vidal de la Blache, 1985:41) y se concretó tomando a la *región geográfica* como objeto de estudio y realidad objetiva, marco espacial de delimitación precisa dentro del cual se estudiarían en su totalidad las combinaciones surgidas de los aspectos humanos en relación a las realidades naturales. Esta relación se manifiesta a través del *paisaje* y se presenta como hecho concreto posible de ser captado a través de la percepción individual.⁵

Mientras las perspectivas geográficas de Ratzel y de Vidal de la Blache se basaron filosóficamente en el positivismo de Comte, aparecería una propuesta de impacto *racionalista* con el trabajo de Hartshorne (1939, 1958), visión que toma las bases filosóficas neokantianas del análisis realizado por Hettner (1927), apoyadas en la clasificación de las ciencias propuestas por Windelband y Rickert (Windelband, 1970) en la cual el excepcionalismo mantenía un rol de importancia y permite el desarrollo de una postura que se separa del empirismo. Aunque las posturas filosóficas son diferentes y

proporcionado por el final de la guerra franco-prusiana en 1870. A partir de allí ambos discursos estaban orientados a Justificar la expansión territorial de Alemania y Francia, Ratzel apoyado en conceptos de la biología como "espacio vital" servía de fundamento al imperialismo alemán, y Vidal de la Blache, propiciando una geografía despolitizada, proponía el concepto de "géneros de vida" y con ello justificaría el colonialismo del estado francés, al trasladar pautas culturales más adelantadas a los pueblos más atrasados. El debate determinismo-posibilismo está tomado como base central de la evolución del pensamiento geográfico en Sodré (1977).

⁵ *La noción de paisaje (flandschaft) tiene su origen en estudios geográficos realizados en Alemania con el concepto de Landschaft Presenta una perspectiva de análisis de gran subjetividad al considerar básicamente un elemento de manifestación visual o de percepción plurisensorial, el cual se presenta como resultado de la totalidad de combinaciones posibles para la síntesis. Según Christofolletti (1976) muestra una combinación entre ciencia y arte característica de muchas disciplinas del siglo XVIII. Hacia la década del veinte la postura paisajística tuvo un importante desarrollo en Estados Unidos como Geografía Cultural ligada a la Antropología; Sauer (1925) basó su análisis en el impacto de la cultura en el medio y consideraba a la geografía como "fenomenología del paisaje".*

esta perspectiva se convertiría en la mayor renovación que se lograra para la geografía tradicional, se seguiría acentuando la perspectiva corológica.⁶

Esta clasificación de las ciencias permitía diferenciar dos formas de realizar prácticas geográficas: la perspectiva *idiográfica* que focaliza la atención hacia cuestiones particulares y específicas, y la *nomotética* a partir de la cuál se abordan aspectos posibles de ser generalizados. Dentro de esta dicotomía, la identidad geográfica estaría marcada por la primera perspectiva representada metodológicamente a través del análisis regional de regiones únicas y no generalizables. Como la ciencia se define a través de sus métodos y no del objeto, en el caso particular de la Geografía se contaba con el *método regional* para la definición de regiones geográficas formales a través de la cual nuestra ciencia podía diferenciarse de las demás disciplinas.

Sin embargo, la importante renovación es verdaderamente conceptual. La propuesta de Hartshorne (1939, 1958, 1959) en primera instancia parecería ser metodológica en el sentido de poner un importante peso en el *método geográfico* para la determinación de regiones y también como forma de ubicar a la Geografía en un lugar particular dentro del contexto científico. Considerarla *racionalista* (Moraes, 1987) si bien es muy discutible puede presentarse como una alternativa de definición válida y se basa en el hecho de que la región geográfica como objeto de estudio deja de ser una realidad objetiva para pasar a ser construida a través de procedimientos intelectuales precisos que llevan a la diferenciación de áreas.⁷

⁶ La dicotomía ecológica-corológica es la segunda contraposición que surge en Geografía luego del enfrentamiento entre la dicotomía físico-humana. La perspectiva de relación hombre-medio no se descarta como elemento de análisis pero si como objeto de estudio de la Geografía que pasaría a ser una ciencia de los lugares y no de los hombres (Vidal de la Blache, 1913).

⁷ El trabajo clásico en nuestro medio sobre la denominada "Geografía Regional" pertenece a Rey Balmaceda (1992) quien se ha basado en el Paradigma Racionalista de Hartshorne. Un análisis de mayor amplitud sobre el concepto regional, desde su visión como realidad objetiva hasta las perspectivas actuales que la enmarcan como objeto de abordaje nomotético puede hallarse en Zamorano de Montiel (1994).

El contexto histórico de mediados de siglo, en el cuál las guerras mundiales han cumplido un papel preponderante para el desarrollo científico-tecnológico de actividades militares y luego con la *carrera espacial* (Johnston, 1991), favoreció el auge de las ciencias físico-matemáticas y con ello el impacto que éstas traerían a diversas ciencias sociales en general y a la Geografía en particular.

La primera crítica importante a la propuesta de Hartshorne (1939) fue formulada por Schaefer (1953), y se convertiría en fundamental, pues brinda las pautas conceptuales para el surgimiento de un nuevo paradigma en nuestra ciencia. Una visión completamente contraria al excepcionalismo y a la consideración de una Geografía descriptiva de carácter idiográfico. Con estas bases se produce a partir de aquí lo que sería denominado *Revolución Cuantitativa* que brindó como resultado principal una notable revolución teórica (Christofolletti, 1976). En este sentido, si bien fue el término de *Geografía Cuantitativa* (Garrison y Marble, 1967; Cole y King, 1968) el que se ha privilegiado para conceptualizar el resultado de esta etapa de desarrollo histórico, se ha destacado su carácter teórico como *Geografía Teórica* (Bunge, 1962, 1966; Burton, 1963), su aspecto revolucionario como *Nueva Geografía* (Manley, 1966) y su alto contenido estadístico como *Geografía Estadística* (Berry y Marble, 1968).⁸

En el período de *ciencia normal* dominado por el *Paradigma Cuantitativo* predominan estudios dirigidos a la búsqueda de leyes científicas. Esto es posible debido a que los estudios geográficos comenzaron a compartir aspectos metodológicos con el

⁸ *El prestigio obtenido por la cuantificación en esos años ha permitido contar con opiniones muy favorables hacia esta perspectiva de análisis, en las cuales se induce a su utilización a fin de que la investigación geográfica tome un protagonismo central como campo de conocimientos. Ackerman (1958:30) plantea que "la investigación fundamental debe apoyarse, en gran medida, en la cuantificación. Con esta afirmación no sólo se destaca que toda investigación útil en Geografía debe ser un estudio cuantificado, sino también que un análisis realmente significativo de los procesos que determinan la evolución del contenido espacial debe apoyarse en la cuantificación". Por tal motivo, no cabe duda de que la cuantificación es el rasgo fundamental del periodo, sin embargo, si bien el término Geografía Cuantitativa ha sido ampliamente aceptado para marcar el cambio de actitud frente al abordaje de la realidad geográfica, también se acepta que el adjetivo "cuantitativo" no puede ser utilizado con un sentido clasificatorio. Según Dollfus (1978) los adjetivos utilizados junto al término Geografía deben mostrar sus subdivisiones, las cuales se encuentran directamente relacionadas a la porción de la realidad geográfica que se aborde.*

resto de las disciplinas científicas. Si bien se han rescatado como antecedentes los modelos de localización surgidos de la economía espacial como los de Von Thünen (1826), Weber (1909), Christaller (1933), Losch (1939) y con posterioridad los modelos clásicos intraurbanos producidos a partir de los estudios de *Ecología Urbana*⁹ realizados por la llamada "escuela de Chicago" (AME, 1984), de los cuales se destaca el modelo de Burgess (1925), ampliado posteriormente a través de los aportes de Hoyt (1939) y Harris y Ullman (1945), los trabajos que aplicaron métodos cuantitativos para el análisis espacial se separan de las pautas geométricas de localización a partir de que fueran empleadas tres líneas de abordaje (regional, sistemática e histórica) en la organización de la información que proporcionaba la *matriz de datos geográfica* propuesta por Berry (1964)¹⁰

De la totalidad de estudios realizados surgen importantes sistematizaciones de la metodología geográfica desarrollada en los términos del *Paradigma Cuantitativo* tendiente a un abordaje modelístico y sistémico de la realidad. Cronológicamente se pueden destacar los aportes de Bunge (1962, 1966), Haggett (1965), Chorley y Haggett (1967), Garrison y Marble (1967) Cole y King (1968), Garrison (1968), Harvey (1969), Chorley (1973), Haggett (1977) y Christofolletti (1979).

⁹ Los trabajos de *Ecología Urbana* desembocaron en el estudio de los patrones de distribución socioespacial a través de la utilización de "mapas sociales". Rescatan una importante línea geográfica que parle en la década del veinte como *Ecología Humana* (Barrows, 1923) y se la traslada como método de aproximación al interior de lo ciudad llevando a nivel espacial la tradición sociológica, para ser recuperados en la década del sesenta mediante el uso de conceptos provenientes de la biología (Schnorre, 1961; Eyre, 1964; Stoddart, 1966).

¹⁰ Si bien la transposición de la matriz de datos originales a matriz geográfica permitió una estandarización de la información en el sentido de las unidades espaciales con la consiguiente posibilidad de realizar una cartografía temática comparativa, los métodos de aplicación cuantitativa parten de la matriz de correlaciones de unidades espaciales y se aplican procedimientos de agrupamientos, de entre los cuáles podemos destacar el "factor análisis", "linkage analysis" y "cluster analysis", como procedimientos que son de análisis multivariable (Johnson y Wichern, 1992) y que pasan a ser utilizados como métodos de "análisis multiespacial". Dichos procedimientos, en Geografía proporcionaron la posibilidad de realizar nuevos estudios de jerarquías urbanas e intraurbanas y la formación de una rama especializada de aplicación como la "ecología factorial" (Berry y Rees, 1969; Berry y Kasarda, 1976).

El *Paradigma Cuantitativo* tendría predominio en Geografía durante las décadas del sesenta y principios de los setenta. Durante este período la *historia externa* de la ciencia la impacta a través de hitos dramáticos que requieren nuevas perspectivas de análisis. Se puede destacar el descontento político generalizado, al mismo tiempo un resurgimiento del socialismo y la radicalización de las ciencias (Peet, 1977). Por ejemplo en Estados Unidos impactaron dos eventos políticos claves en la década del sesenta; el movimiento por los derechos civiles (en contra de las desigualdades producto del sistema capitalista) y la guerra de Vietnam (en contra del capitalismo de dominación imperialista). En Europa sobresale el "Mayo Francés" de 1968, movimiento estudiantil que con el lema "la imaginación al poder" sería considerado un punto de quiebre con las pautas de la modernidad.

Por tal motivo una serie de geógrafos dirigen sus críticas al *Paradigma Cuantitativo* y se presentan *radicalmente* opuestos a él. Por lo tanto, al inicio de la década del setenta aparece la que sería denominada *Geografía Radical* (Radical Geography) con dos vertientes principales, una crítica basada en la teoría marxista, que denominaremos *Paradigma Crítico* y otra que apunta a la solución de problemas humanos en una escala local y que da origen al *Paradigma Humanista*.¹¹

El *Paradigma Crítico* se presenta en favor de una Geografía que tenga utilidad para la transformación de la realidad social y, a través de evidenciar la crisis generalizada se intenta apuntar a la eliminación del orden establecido. En este sentido, critican la cuantificación como una línea de abordaje que tiene como objetivo la justificación del *status quo*.

Los estudios basados en el *Paradigma Crítico* apuntan a la relación que existe entre la Geografía y la dominación de clases sociales a partir de las pautas supraestructurales en la sociedad capitalista (Moraes, 1987), por lo tanto las maneras en

¹¹ Muchos estudios provenientes de la postura crítica aparecen rotulados como "Radical Geography" ignorando que la ruptura paradigmática se produjo en dos sentidos. Lo que aquí consideramos como *Paradigma Crítico*, si bien aparece como postura dominante, no se presenta como la única que dirige sus críticas al *Paradigma Cuantitativo*.

que se producen estas formas particulares de relación comienzan a ser estudiadas tomando como referencias trabajos realizados en otras disciplinas, como por ejemplo la economía (Luxemburgo, 1951; Barán, 1957; Barán y Sweezy, 1966; Frank, 1969; Emmanuel, 1972), la filosofía (Lefebvre, 1968, 1970a, 1970b, 1972) o la sociología (Castells, 1970, 1971, 1972) debido a que, según Lacoste (1972, 1973), el espacio no contaba con importantes reflexiones filosóficas y epistemológicas por parte de quienes lo estudiaron, los geógrafos.

De acuerdo a Lacoste (1973), al no existir la reflexión teórica necesaria¹², la Geografía tradicionalmente se consolidó en dos líneas principales; la de los grandes Estados y la de los profesores. La primera resulta ser una práctica concreta del poder para el dominio del espacio geográfico, mientras que la segunda se presenta como encargada de enmascarar a la primera y bajar la ideología de las clases dominantes a los alumnos. Considerando este punto de partida se producen los estudios del paradigma crítico, considerando a la Geografía como un elemento fundamental de dominio espacial del sistema capitalista de producción.

Al existir una relación estrecha entre los procesos sociales y las formas espaciales, el espacio pierde su carácter de absoluto (Harvey, 1973) para ser definitivamente una construcción social (Barrios, 1976, 1977; Gottdiener, 1988); un reflejo imperfecto de procesos sociales que solamente pueden ser percibidos en otra escala de análisis y al mismo tiempo un "pseudoconcreto" (Kosik, 1967) imposible de ser captado en totalidad a través de aproximaciones empíricas. Sin embargo, la desigual distribución que produce el sistema capitalista en todos los niveles de la organización social se manifiestan a través de algunos aspectos en el espacio geográfico en la forma de "rugosidades" (incorporación de capital en el espacio geográfico) que crean una inercia ("inercia dinámica"), la cual amplía los procesos de desigualdad socioespacial constantemente

¹² *Los geógrafos que desarrollaron el Paradigma Crítico como postura de la Radical Geography de vertiente marxista presentaron principalmente sus trabajos en la flamante revista "Antipode-A Radical Journal of Geography" desde 1969 y allí aparecieron trabajos de investigadores de prestigio como Pierre George, Richard Peet, William Bunge, David Harvey y el mismo Yves Lacoste. Los editores de Antipode fueron Richard Peet, Phil O'Keefe, Joe Doherty, Ben Wisner, Neil Smith y Eric Sheppard, actualmente cumplen esta función Richard Walker y Linda McDowell.*

(Santos, 1978). Este es el espacio geográfico del *Paradigma Crítico*, el de la pobreza, la delincuencia, la marginalidad social, de las catástrofes naturales, del desempleo, de la prostitución, del tráfico de armas, de la droga y otros. Es el espacio de múltiples dimensiones, que actúa como una importante variable constitutiva para que las desigualdades sociales se mantengan y se acentúen y que, según la crítica principal, el *Paradigma Cuantitativo* se presentaba incapaz de resolver.

Si bien el *Paradigma Crítico* comenzó a gestarse a finales de los sesenta con las denuncias de la existencia de una gran marginalidad socioespacial urbana comprobada a partir de las expediciones geográficas realizadas en Detroit y Toronto (Bunge, 1969; Horvath, 1971; Bunge y Bordessa, 1975) y la aparición de la revista *Antipode* (Peet, 1969), según Peet (1977), recién a mediados de los setenta se comienza a establecer su marco conceptual apoyado en desarrollos teóricos del marxismo. En este sentido las más acabadas sistematizaciones pertenecen a Harvey (1972, 1973, 1975), Peet (1975, 1977a, 1977b) y Santos (1974, 1975, 1978).

La postura del *Paradigma Humanista* también se encontraba *radicalmente* opuesta a los postulados de la revolución cuantitativa, sin embargo, a diferencia del *Paradigma Crítico*, ésta valorizaba aspectos de la relación del *mundo interior* con el *mundo exterior* del ser humano, tales como la percepción, las actitudes y los valores hacia el medio ambiente. En este sentido, la geografía se encargaría de estudiar y entender *mundos individuales*, con categorías que según Relph (1976) no se prestan a un análisis científico, y a través de ello poder actuar en un entorno local.

Parten de la premisa de que cada avance en la sofisticación analítica supone una pérdida de realismo respecto del *pattern on the ground* (Buttimer, 1983) y ésta se convierte en una diferencia fundamental respecto del *Paradigma Cuantitativo*, de allí la necesidad de volver al individuo como persona sensible. En esta línea surge el concepto de "Topofilia" (Tuan, 1974a) como un neologismo que se refiere a los lazos afectivos que unen a los seres humanos con el medio ambiente.

El *Paradigma Humanista* también se ha construido desde mediados de los sesenta como visión alternativa (Tuan, 1965, 1967) apoyado en los estudios culturales de

vertiente geográfico-antropológica (Sauer, 1927, 1962, 1963) y aquellos iniciales relativos a la percepción y el simbolismo en los mapas mentales urbanos (Strauss, 1961; Lynch, 1964). De esta forma, apoya los posteriores aportes en geografía de la percepción y del comportamiento (Gould, 1972, 1975).

El alto nivel de empirismo de esta perspectiva se encuentra reflejado en el análisis de los aspectos comunes en la percepción, las estructuras y respuestas psicológicas comunes, el etnocentrismo y las preferencias individuales (Tuan, 1973, 1974a, 1974b), el rescate de las posturas fenomenológicas (Relph, 1970; Tuan, 1971; Buttimer, 1974) y en el análisis de respuestas diferenciales a través de la valoración (Tuan, 1968; Buttimer, 1974). Se rescata el concepto de *Paisaje* (Tuan, 1980) desde el punto de vista de la topofilia, por lo tanto, muchos geógrafos de las posturas regionalistas encontraron en el *Paradigma Humanista* (Tuan, 1976) nuevas perspectivas de análisis.

1.1.3. Perspectivas geográficas actuales: un campo de conocimientos tripartito.

En la última década del siglo se han comenzado a afianzar en Geografía tres perspectivas para el análisis de la realidad, que corren de forma paralela y que aún no han sido incluidas en las ediciones recientes de trabajos que tratan de la historia de la disciplina. La primera de ellas basada en la noción de *Landscape Ecology* (Ecología del Paisaje) (Naveh y Lieberman, 1984), la segunda tomando aspectos socio-culturales de actualidad y denominada *Postmodern Geography* (Geografía Posmoderna) (Soja, 1989), y la tercera como *Automated Geography* (Geografía Automatizada) (Dobson, 1983a) basada en la geotecnología, es decir, en los notables desarrollos tecnológicos que han impactado nuestra ciencia.

En principio las tres perspectivas pueden ser consideradas revalorizaciones paradigmáticas; la *Ecología del Paisaje* incorpora conceptos del *Paradigma Regional*, del *Paradigma Racional* y del *Paradigma Humanista* sin desestimar en ningún caso los aportes cuantitativos, la *Geografía Posmoderna* incorpora conceptos del *Paradigma Crítico*, mientras que la postura de la *Geografía Automatizada* encuentra sustento en el *Paradigma Cuantitativo*.

La *Ecología del Paisaje* revitaliza la geografía tradicional a través de la interdisciplina, donde las ciencias de la naturaleza ocupan un lugar destacado.¹³ La *Geografía Posmoderna* aparece ante la crisis de la aproximación marxista en Geografía y la necesidad de revalorizar las cuestiones espaciales que habían sido dejadas de lado en estudios que pueden considerarse sociológicos.¹⁴ La *Geotecnología* presenta una visión digital del mundo para su tratamiento y análisis mediante medios computacionales y recién iniciados los ochenta aparece una primera reflexión sobre su rol en la Geografía como una revolución tecnológica que traerá un importante impacto a través de la automatización de tareas geográficas (Dobson, 1983), postura retomada como campo de debate recién una década más tarde.¹⁵

¹³ *En este sentido se revaloriza las perspectivas de geografía física a través del estudio de procesos y relaciones deterministas, al mismo tiempo que los problemas de alta subjetividad se siguen manteniendo en la definición del objeto de estudio. El "paisaje" no solamente es un objeto interdisciplinario, sino que también puede ser visto en diferentes escalas espaciales y temporales (Meentemeyer y Box, 1987).*

¹⁴ *La crisis en la perspectiva analítica marxista se refleja en el balance de sus teóricos; Topalov (1989:137) afirma que "No es fácil hacer la historia de las ideas y es menos fácil todavía escribir la historia de su propia generación. Por lo tanto, se ha comenzado recién, después de algunos años, a hacer el balance de la investigación urbana de inspiración marxista, radical o crítica, que tan fuertemente marcó los años 1970 (...). Generalmente, cuando llega la hora de los balances, es porque una época se termina. En efecto, el periodo triunfal de una investigación urbana marxista ya se ha cumplido. En este campo, como en tantos otros, se puede sin duda hablar de una crisis, en el sentido de que un estado antiguo del pensamiento y de la acción se desmoronó sin dar todavía origen a un nuevo orden de cosas, legible para los contemporáneos". En este sentido Dear (1988) llama a los geógrafos para su alineación hacia una "geografía humana posmoderna", la cual encontró los primeros intentos de sistematización en Harvey (1989) y Soja (1989). Este último reconoce la crisis del marxismo en varias líneas: la del rígido historicismo británico, la del neo-marxismo americano y las del existencialismo y estructuralismo francés; el paso hacia la geografía posmoderna se basa en el estudio de la instrumentalización del espacio por parte del poder.*

¹⁵ *La discusión aparece en The Professional Geographer con una serie de comentarios cortos respecto del trabajo de Dobson (1983) realizados por Cowen (1983), Cromley (1983), Kellerman (1983), Marble y Peuquet (1983), Moellering y Stetzer (1983), Monmonier (1983), Morrison (1983), Poiker (1983) y el mismo Dobson (1983b), para ser retomada diez años más tarde por la misma revista en un "Open Forum" titulado "Automated Geography in 1993", donde se encuentran comentarios de Dobson (1993), Armstrong (1993) Cromley (1993), Goodchild (1993), Marble y Peuquet (1993), Monmonier (1993), Pickles (1993), Posey (1993) y Sheppard (1993). La siguiente serie de trabajos que retoman la discusión se encuentra en la compilación de Pickles (1995a).*

1.1.4. Cambios paradigmáticos.

Desde el surgimiento de la geografía como ciencia humana se considera hasta hoy la existencia de dos cambios paradigmáticos revolucionarios: en la década del cincuenta la aparición del *Paradigma Cuantitativo* como postura crítica a los *Paradigma Regional* que había encontrado su mayor actualización con el trabajo de Hartshorne (1939,1958) - *Paradigma Racional*- y en la década del setenta con la aparición de las posturas radicales. *Paradigma Crítico* y *Paradigma Humanista* como posturas opuestas al *Paradigma Cuantitativo* surgido de la revolución cuantitativa.

El concepto de *paradigma* (Kuhn, 1962) se rescata como "visión del mundo" [Capítulo 2: 2.1.2] y aunque las ciencias sociales en general y la Geografía en particular se aparten del modelo evolutivo propuesto para el desarrollo científico -pues" nunca un paradigma ha desplazado totalmente al anterior y los anteriores- representa una conceptualización válida para enmarcar la aparición dominante de diferentes posturas filosóficas acerca de la realidad¹⁶

Apoyándose en este avance conceptual pero desde una visión que aprecia la ruptura en la continuidad como un cambio gradual, Haggett (1977) presenta la conversión paradigmática del científico como un movimiento en la relación costo-beneficios que se producen a partir de la consideración de un nuevo paradigma y finalmente surge la decisión que lleva a la aceptación o rechazo.

Esta flexibilidad permite captar la evolución del pensamiento geográfico con mayor amplitud, debido a que en nuestra ciencia nunca un paradigma que ha quedado establecido ha podido desplazar por completo a su antecesor, razón por la cual en la Geografía actual coexisten posturas correspondientes a las tres líneas de pensamiento principales expuestas. Cabe verificar en el momento actual de qué forma variarán las representaciones del mundo bajo los postulados de las tres perspectivas que aparecen

¹⁶ En Argentina las posturas filosóficas dominantes se presentan un (desfasaje) temporal respecto de su surgimiento en los países centrales. Se puede verificar el impacto de las relaciones interinstitucionales entre las universidades nacionales y el exterior en el trabajo de Bolsi (1989) y el del que se ha basado en publicaciones en Sánchez (1994).

como posturas emergentes. En este marco, los trabajos que han sistematizado el campo de la *Ecología del Paisaje* han aparecido a principios de la década del ochenta como contribuciones desde las ciencias de la naturaleza que han impactado a la actividad geográfica a través de los estudios de Naveh (1982), Naveh y Lieberman (1984), Risser et al. (1984) y Risser (1987). Los estudios de Harvey (1989) y Soja (1989) realizados en los finales de los ochenta son intentos desde la misma disciplina geográfica hacia la sistematización de una *Geografía Posmoderna*. Por su parte la perspectiva de la *Geografía Automatizada* no cuenta actualmente con una sistematización del nivel alcanzado en las otras revalorizaciones. La preocupación metodológica ha eclipsado en estos primeros años su verdadero contenido teórico y -como hemos visto- sólo han aparecido opiniones individuales enfocando temas parciales con diferente grado de profundidad. En este sentido, el período actual en la historia de la Geografía se presenta como un amplio campo de análisis y debate respecto de esta línea.

1.2.1. LA PERSPECTIVA GEOTECNOLÓGICA.

1.2.1. Manifestaciones iniciales: de la perspectiva técnica de los sesenta a la perspectiva teórica de los noventa

Con el desarrollo de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a partir de mediados de la década del sesenta (Tomlinson, 1990), las primeras visiones de automatización de las tareas geográficas a través de la computación (Tobler, 1959; Kao, 1963; Hägerstrand, 1967; Haggett, 1969) y la sucesión de sistemas de software y hardware hasta llegar a la década del ochenta en la que fue posible contar con sistemas aptos para las computadoras personales¹⁷ se sientan las bases tecnológicas que influirían a la geografía de la última década del siglo.

¹⁷ Tomlin (1983, 1990) desarrolla como tesis doctoral en Yale University el sistema *The Map Analysis Package*. Este software sería mejorado durante la década del ochenta en The Ohio State University hasta llegar a la versión 4.0 de *OSUMAP for-the-PC* (actualmente distribuida gratuitamente por Internet para la actividad académica en <http://thoth.shs.ohio-state.edu>). Se ha convertido en un sistema ampliamente distribuido en las universidades de América Latina a partir de la Primera Conferencia Latinoamericana sobre Informática en Geografía realizada en San José de Costa Rica en 1987 y a través de su uso se puede considerar el comienzo del

Las tecnologías informáticas traerían una influencia creciente en la sociedad actual y no dejarían de hacer sentir sus efectos en la actividad geográfica, a tal punto que tomando sus conceptos y aplicando los desarrollos teórico-metodológicos producidos, se crearía una nueva especialidad en nuestra ciencia: la Geoinformática (Buzai, 1992, 1997b).

Un mundo real que se transforma en un modelo digital presenta posibilidades de un manejo de la información geográfica hasta hace poco tiempo insospechado. Técnicas de CAC (Cartografía Asistida por Computador), CAD (*Computer Aided Design*, Diseño Asistido por Computador), SIG (Sistemas de Información Geográfica), PDI (Procesamiento Digital de Imágenes), LIS (*Land Information Systems*, Sistemas Catastrales), AM/FM (*Automated Mapping/Facilities Management*, Sistemas de Redes) y GPS (*Global Positioning System*, Sistemas de Posicionamiento Global) son cada vez más frecuentes para modelar el espacio geográfico mediante la utilización de computadoras personales.

En una serie de trabajos (Buzai, 1992; Buzai y Duran, 1994; Buzai y Duran, 1997; Buzai, 1997b) se ha ido construyendo el concepto y el contenido de la Geoinformática, el cual dista mucho de ser de alta especialización, debido a que la respuesta a su definición no se halla en el software sino en el tipo particular de información que se debe analizar; la geoinformación, cuya condición básica resulta ser la referenciación espacial a un determinado sistema de coordenadas. Por lo tanto, considerada de forma técnica, la Geoinformática se presenta como un conjunto de herramientas y un campo de reflexión teórica eminentemente interdisciplinario, por lo tanto en el interior de la ciencia geográfica no se presentará como herramienta neutra, sino que favorecerá a determinados paradigmas establecidos (Cromley, 1983).

La Geotecnología crea una nueva visión del espacio geográfico y sus modelos presentarán un amplio impacto como modo predominante de ver la realidad en el análisis espacial a finales de siglo y durante el siguiente, por lo tanto estamos en presencia de la aparición de un *nuevo paradigma* como nueva forma de ver la realidad cumpliendo una

uso masivo de la tecnología SIG en el ambiente de las computadoras personales (Sagres Editora, 1995; Buzai, 1997a; Koolen, 1997).

vez más el ciclo de veinte años que se ha establecido para los cambios paradigmáticos analizados. Una nueva visión que valoriza desarrollos anteriores y que se presenta en primera instancia como un nuevo paradigma de la Geografía basado en la geotecnología.

1.2.2. Reflexiones geotecnológicas

A pesar de que han existido trabajos pioneros que tratan acerca de la implementación y aplicación de las herramientas computacionales en Geografía (Tobler, 1959; Kao, 1963; Häggerstrand, 1967 y Haggett, 1969) se puede verificar que recién al comienzo de la década del ochenta se produce la aparición de un debate formal acerca de la posibilidad de aplicación de tecnologías computacionales integradas y su impacto en la práctica disciplinaria. El trabajo inicial pertenece a Dobson (1983a) y surge como resultado de su reflexión acerca de los notables avances experimentados en materia computacional, que según el autor, han permitido automatizar la mayoría de los métodos utilizados para la resolución de problemas geográficos. En este sentido presenta el surgimiento de lo que denomina *Automated Geography*, un campo de aplicación eminentemente técnico que lo presenta como ventajoso respecto de los métodos de trabajo tradicional.

Si bien Dobson (1983a, b) presenta conclusiones altamente optimistas, en las cuales vislumbra un camino irreversible hacia la creciente automatización no deja de reconocer algunos efectos negativos; a) la posibilidad de pérdida de rigor teórico - empañado por el alto potencial técnico- y b) la limitación que puede surgir al tener que orientar una investigación hacia la utilización de métodos fácilmente automatizables. El primer inconveniente fue vivido ya en la época de la *revolución cuantitativa*, en la que en muchas oportunidades se confundía teoría con metodología, mientras que el segundo - surgido directamente de la automatización- podía ser superado con el avance técnico y una integración flexible de los sistemas.

La integración computacional es considerada por Dobson (1983a) como una tarea a futuro ya que las aplicaciones integrantes de la *Geografía Automatizada* (Cartografía Computacional, Computación Gráfica, Procesamiento Digital de Imágenes de Sensores Remotos, Modelos Digitales de Elevación y Sistemas de Información

Geográfica) al realizar tareas de alta especificidad como componentes rígidos presentan límites muy precisos entre ellas. En este sentido, cabe destacar que en la actualidad esta tarea se ha cumplido y la integración ha sido resuelta con éxito bajo el concepto de Geoinformática (Buzai, 1997b) [**Capítulo 1: 1.2.3 y Figura 1.1**].

Los comentarios acerca del aporte de Dobson (1983a) presentan una amplia gama de profundidad y diferentes focos de atención, que van desde simples cuestiones terminológicas respecto del uso de *Automated Geography* (Marble y Peuquet, 1983; Moellering y Stetzer, 1983; Poiker, 1983) hasta la incorporación de aspectos teóricos de relevancia en la consideración de una falta de neutralidad ideológica de los sistemas computacionales en el momento de su aplicación (Cromley, 1983).

Las reflexiones acerca del impacto conceptual de la automatización geográfica se dirigen hacia dos puntos: a) el impacto en la Geografía bajo la consideración de que los conceptos incorporados en la tecnología no proveen desarrollos necesarios para la aparición de un nuevo paradigma (Dobson, 1983a, b; Cromley, 1983; Moellering y Stetzer, 1983; Poiker, 1983) y b) el impacto de la automatización geográfica en otras disciplinas (Kellerman, 1983).

Las relaciones interdisciplinarias entre la Geografía y el resto de las ciencias que comienzan a ver las ventajas de considerar la variable espacial a través de la automatización de las tareas geográficas se presenta como nuevo ámbito de reflexión no abordado. Monmonier (1983) afirma que el camino del geógrafo hacia la integración de equipos interdisciplinarios se presenta como inevitable y en base a esto, Morrison (1983) afirma que se presentará una excelente oportunidad para que nuestra disciplina pueda ocupar un lugar destacado en el contexto de las ciencias.

Los comentarios realizados hacia el trabajo inicial de Dobson (1983a) tienen una respuesta posterior de Dobson (1983b) quien no avanza hacia cuestiones de mayor profundidad y con el mismo optimismo afirma que si bien -como lo menciona Poiker (1983)- la *Automated Geography* no ha obtenido mejores resultados que los logrados con la revolución cuantitativa del cincuenta, los inconvenientes mencionados serán superados y se afianzará la *Automated Geography* como disciplina particular que utiliza

sistemas cibernéticos, humanos y electrónicos para el análisis de sistemas físicos y sociales.

Una década más tarde, la revista *The Professional Geographer* (vol. 45 N° 4) retoma el debate a través de un *Open Forum* titulado *Automated Geography in 1993*, a fin de analizar las iniciales consideraciones a la luz de la evolución de una década en la temática. En la primera presentación, Dobson (1993), que mantiene su postura, menciona que la integración proclamada como necesaria en el pasado ha comenzado a realizarse con la fuerza innovadora de los Sistemas de Información Geográfica, y avanza teóricamente al considerar que su correcto uso se aseguraría únicamente mediante el apoyo conceptual de lo que Goodchild (1992) definió como *Geographic Information Sciences*.

Sin abordar la posibilidad de existencia de una revolución paradigmática, Dobson (1993) reconoce que el tema ha sido tratado de forma privilegiada como "revolución tecnológica" y que se ha avanzado poco respecto de su rol en una "revolución científica". Considerando aspectos específicos en la teoría de la Geografía, los trabajos de Sack (1989) en geografía regional y de Price y Lewis (1993) en geografía cultural se presentan como ejemplos evidentes en los cuales el impacto de las tecnologías digitales pasa completamente inadvertido.

Estas omisiones no son regla general pues el impacto se verifica en niveles de mayor alcance, como el de los valores intelectuales. Dobson (1993) considerando los diferentes tipos de inteligencia definidos por Gardner (1993), establece que la capacidad *espacial* comenzará a ocupar un lugar destacado junto a las habilidades valorizadas tradicionalmente como la *lingüística* y la *lógica matemática*. Por lo tanto desde este nivel de desarrollo básico, la Geografía impactará de forma notable en otras disciplinas y con ello el geógrafo tendrá un mayor desafío al intentar ocupar un lugar destacado en la revolución científica e intelectual que se vislumbra.

Como se ha podido apreciar, existe una notable orientación conceptual respecto de los procesos de automatización en Geografía que va desde aspectos puramente técnicos en Dobson (1983a, b) hasta un mayor impacto teórico en Dobson (1993). Salvo

los comentarios de Marble y Peuquet (1993) que se han mantenido en la postura de considerar un leve impacto en la disciplina, otros autores han demostrado su definitivo optimismo el cual va desde la consideración de aspectos puntuales como una revalorización de los estudios en Ecología del Paisaje (Goodchild, 1993) o la integración de las posturas idiográficas y nomotéticas representadas por Hartshorne y Schaeffer respectivamente (Sheppard, 1993) hasta considerar que los logros de la automatización presentan un nuevo límite natural de la Geografía (Pickles, 1993), límite que según Armstrong (1993) cada vez es más difuso.

A finales de la década del ochenta el *National Center for Geographic Information and Analysis* de Santa Barbara, Estados Unidos, formuló su agenda para el estudio de los diferentes componentes de la geotecnología (NCGIA, 1989) y las mayores áreas definidas han sido: a) Análisis espacial y estadístico, b) Relaciones espaciales y estructuras de bases de datos, c) Inteligencia artificial y sistemas expertos, d) Visualización y e) Impactos sociales, económicos e institucionales de los Sistemas de Información Geográfica. Según el análisis de Goodchild (1995) aún no se habían iniciado los trabajos correspondientes al punto e) y dentro de esta gran área solamente estaba establecida una línea de inicio: la cuestión legal de la aplicación geotecnológica; mientras que los restantes puntos han comenzado sus desarrollos iniciales desde 1990.

Hay autores como Pickles (1995) que afirman que la potencialidad de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica va más allá de la técnica, ya que hay una incorporación de conceptos científicos que se llevan a la práctica, sin embargo, para avanzar en esta línea se deben manejar múltiples escalas, que van desde una firme conceptualización técnica que se presenta de forma concreta como *ideología de la normalización* (Pickles, 1991) hasta los aspectos contextuales más abarcativos que presentan el marco de una *cultura de la fragmentación* (Harvey, 1989). En estas líneas avanzaremos a lo largo del trabajo.

1.2.3. Concepto, alcances y contenidos de la Geoinformática

Los diversos aspectos geoinformáticos pertenecen al campo de la *praxis*, en la producción científica de conocimientos, por ser herramientas con las cuales el

investigador, apoyado por una teoría y mediante procedimientos metodológicos, está posibilitado de actuar sobre la realidad (Buzai, 1992). Son precisamente los métodos y herramientas los que pueden ser compartidos por diferentes campos del saber, razón por la cual tienen un carácter verdaderamente interdisciplinario.

En diversos trabajos (Buzai, 1992, 1997b; Buzai y Duran, 1994, 1997) hemos avanzado en la construcción del concepto, contenido y alcances de la Geoinformática a fin de captar su dinámica evolutiva frente a los importantes cambios científicos y tecnológicos que nos afectan profundamente durante la presente década.

El punto clave de análisis se enmarca en el tema del *tratamiento de la información*. Una información que se presenta en el espacio geográfico a través de manifestaciones tangibles conceptualizadas en un doble aspecto: atributos como contenidos medibles y su geometría particular en cuanto son objetos materiales. El ingreso de estas condiciones al ambiente computacional permite la creación de *bases de datos alfanuméricas* y *bases de datos gráficas* respectivamente.

Resulta necesario disminuir el nivel de abstracción y centrar la atención hacia el *software* como elemento que permite concretar la tarea empírica y que posibilitará llegar a un esquema lógico de la integración.

El tratamiento de la información alfanumérica se puede realizar mediante:

. *Editores de Textos* (EDT): La utilidad brindada básicamente por estos programas computacionales es la de presentar el monitor de la computadora como una hoja en blanco para realizar escritos, almacenarlos en algún medio magnético -diskette, disco rígido, tape back up-, recuperarlos para su modificación y/o ampliación, e imprimirlos. Los EDT han revolucionado en la ciencia y educación las formas en la transmisión de conocimientos, debido a que muchas veces las ideas no se encuentran completamente estructuradas y por lo tanto el texto -con su nueva flexibilidad- puede ayudar a su construcción. Mas allá de estas cuestiones, un EDT que almacenan su información en formato ASCII (American Standard Code for Information Interchange) se puede convertir en un elemento sumamente necesario para el tratamiento geoinformático

- debido a que tendrá la posibilidad de trabajar cuestiones relativas a bases de datos en formato raster [**Capítulo 5: 5.5.1**] en las cuales se deba proceder a la modificación de los números digitales que contienen en su interior. Entre los programas comerciales se encuentran: WordStar, Word Perfect, Word. El formato más utilizado para el intercambio de la información es el .TXT.
- *Administradores de Bases de Datos (ABD)*; Son software específicos para el almacenamiento de datos que, mediante la utilización de un lenguaje de consulta formal, permiten realizar múltiples relaciones para las búsquedas y obtener reportes alfanuméricos en forma de listados mediante el uso de las operaciones lógicas establecidas. En Geoinformática, los ABD se utilizan para almacenar y ordenar información en estructuras de bases de datos creadas de acuerdo a las necesidades de la investigación; estas pueden ser entendidas como matrices geográficas en las cuales las filas representan las unidades espaciales y las columnas las variables medidas. Los procedimientos de asignación han llamado la atención técnica (Goodchild y Sucharita, 1989) debido a que se convierten en básicos para la espacialización de la información a través de la cartografía digital. Entre los programas comerciales se encuentran: Dbase, Foxpro, Access. El formato más utilizado para el intercambio de la información es el .DBF.
- *Planillas de Cálculo (PLC)*: Son software específicos que permiten realizar, mediante la aplicación de fórmulas matemáticas, un tratamiento cuantitativo de los datos ingresados. La pantalla de la computadora presenta una organización matricial de filas -denominadas numéricamente- y columnas -denominadas alfabéticamente- que constituye un sistema de coordenadas en el que cada dato se puede identificar a través de una intersección fila-columna única. Esta matriz se organiza de forma similar a la de los ABD, pero su transposición permite la creación de una matriz geográfica posibilitada de ser trabajada a través de métodos de análisis multiespacial (Buzai y Sánchez, 1998). Entre los programas comerciales se encuentran: Lotus, Quatro Pro, Excel. El formato más utilizado para el intercambio de la información es el .WK1

- *Software de Análisis Estadístico (SAE)*: Los datos utilizados por los (PAE se organizan de forma similar a la mencionada para el caso de los ABD y PLC; por lo tanto, pueden incorporar directamente información previamente almacenada y trabajada en estos software de aplicación. El tratamiento estadístico realizado se basa en dos grandes grupos de procedimientos; (a) análisis descriptivo de las distribuciones y, (b) medición por agrupamientos y asociación de fenómenos. El primero incluye diferentes tipos de tratamientos numéricos y sus representaciones gráficas (por ejemplo, histogramas), y el segundo se basa en los diferentes procedimientos de asociación a través del uso de coeficientes de correlación. Santos y Muguruza (1988) presentan un trabajo detallado en cuanto a la aplicación de técnicas estadísticas mediante medios computacionales. Entre los programas comerciales se encuentran: SAS, Statistica, SPSS. El formato más utilizado para el intercambio de información es el .DBF.
- *Sistema de Posicionamiento Global (GPS)*: Las siglas GPS (Global Positioning System) se utilizan para designar al sistema militar desarrollado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos que permite obtener, mediante la utilización de señales emitidas por satélites artificiales en órbita y un sistema de recepción en Tierra, las coordenadas geográficas de cualquier punto de la superficie terrestre. Actualmente existen 26 satélites en órbita y el receptor para poder realizar el cálculo de ubicación por triangulación elige los cuatro mejores posicionados (ángulo de altura sobre el horizonte). Se obtiene un valor de x (longitud), y (latitud), z (altitud) y t (instante). El sistema está en constante mejora y se prevé la construcción de una nueva generación de satélites para el año 2000. Actualmente la exactitud lograda con *sistemas diferenciales* (dos antenas en la superficie terrestre) puede llegar al centímetro (Leick, 1995; Herring, 1996), por lo tanto no solamente se ha convertido en un sistema para múltiples aplicaciones urbanas -por ejemplo para guiar ciegos por las calles (Herring, 1996)- sino que en Geoinformática se presenta como componente básico para lograr la más exacta georreferenciación de las bases cartográficas digitales.

El tratamiento de la información gráfica se puede realizar mediante:

- *Diseño Asistido por Computador (CAD)*: Las siglas CAD (Computer Aided Design) se han convertido en un estandar para designar al conjunto de *software* que tiene utilidad para la digitalización de entidades gráficas vectoriales -puntos, líneas, polígonos- que combinados en una misma composición forman lo que se denomina un *mapa vectorial*. Sus primeras aplicaciones corresponden a desarrollos en diseño industrial y arquitectura debido a su gran capacidad y precisión para el manejo de entidades gráficas en dos y tres dimensiones (2D-3D). En Geoinformática se aplican en procedimientos bidimensionales de Cartografía Asistida por Computador (CAC), incorporando al formato digital mapas realizados en papel mediante el uso de métodos tradicionales. La tarea técnica se concreta a través del uso de una *tableta digitalizadora* y como son procedimientos en gran forma manuales se han estudiado las formas en las que resulta posible generar la menor cantidad de errores en el procedimiento de digitalización (Buzai, 1990; Mello y Cintra, 1993, Quintanilha, 1995), mientras que otros autores toman como fundamental la posibilidad de simplificación gráfica a través de procedimientos de generalización conceptual (McMaster, 1987; Cromley, 1992; McMaster y Shea, 1992; d'Alegre y Goodchild, 1993). Entre los programas comerciales se encuentran; MiniCAD, CableCAD, AutoCAD. El formato más utilizado para el intercambio de información es el .DXF.

- *Cartografía Asistida por Computador (CAC)*; Originalmente se ha utilizado la tecnología CAD para realizar procedimientos de CAC (Teixeira y Gerardi, 1990; Sammarco Rosa, 1994), sin embargo, los programas computacionales que originalmente fueron realizados para su aplicación en diseño gráfico, han crecido notablemente en capacidad y en la actualidad se presentan como excelentes herramientas de aplicación cartográfica. Estos software son los que permiten una verdadera CAC debido a su flexibilidad para la realización de composiciones completas en las cuales se pueden emplear los más variados recursos para una efectiva cartografía topográfica y temática. Si bien los primeros *software* trabajaron exclusivamente en formato raster, en la actualidad han avanzado en tratamientos de alta calidad vectorial. Entre los programas comerciales se encuentran; PaintBrush, Corel Draw, Adobe Illustrator, y los formatos para el intercambio de la información pueden ser cualquiera de los vectoriales (principalmente DWG, DXF).

- *Procesamiento Digital de Imágenes (PDI)*: Son software que en Geoinformática se utilizan específicamente para el tratamiento digital de imágenes raster provenientes del uso de *scanners* (Jamilla y August, 1996) o generadas por percepción remota a través del uso de sensores instalados en satélites artificiales, por ejemplo Landsat Enhanced Thematic Mapper (ETM), NOAA Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR), SPOT High Resolution Multispectral Stereo Imager (HRMSI), MOS Sea-viewing Wide-field-of-view Sensor (SeaWiFS), entre otros (Lillesand y Kiefer, 1994). Los software utilizados en PDI tienen la capacidad de incorporar imágenes con diferentes tipos de resolución: espacial (determinada por el tamaño de pixel), espectral (cantidad de bandas espectrales que el sensor puede captar), radiométrica (nivel de gris que puede tener cada pixel -desde el blanco pleno al negro pleno-) y temporal (lapso de tiempo que tarda en tomar una imagen de la misma zona después de haber completado un giro de traslación completo en su órbita). El tratamiento, de estas imágenes está destinado al registro de las características particulares del área de estudio mediante procedimientos técnico-metodológicos diferentes: aumentos de contraste, realización de histogramas, filtrados de frecuencias espaciales, operaciones aritméticas, clasificación multiespectral y análisis de los componentes principales, entre otros (Crósta, 1992). La relación SIG/PDI es cada vez más estrecha puesto que las imágenes provenientes de los sensores remotos están ocupando rápidamente un lugar de gran importancia como proveedoras de información espacial actualizada (Estes, 1992). Entre los programas comerciales se encuentran: ER Mapper, EASI/PACE, ERDAS (Graham y Gallison, 1996).
- *Modelado Digital de Elevación (MDE)*: El MDE es un procedimiento computacional por el cual se representa el espacio geográfico en tres dimensiones (3D), Técnicalemente, estas representaciones se obtienen mediante modelos que se basan en superficies para el cálculo de ecuaciones analíticas como polinomios, series de Fourier y splines, o modelos que utilizan redes puntuales, como una malla cuadrada, rectangular o triangular (Raper, 1989; Cintra, 1990; Kumler, 1995). Estos sistemas permiten realizar cartografía topográfica en 2D, cálculos de visibilidad, de ángulos de incidencia solar, de pendientes y diagramas de bloques en 3D. Una importante serie de

- aplicaciones se pueden consultar en la sistematización de Raper (1989), mientras que para el caso orográfico se cuenta con la contribución de Price y Heywood (1994). Por su parte, los trabajos de Gold y Edwards (1992) y Kraak (1992) analizan detalladamente las estructuras de funcionamiento de redes triangulares TIN (Triangulated Irregular Network), mostrando que este modelo puede superarse hacia una multi-resolución, es decir, una representación 3D de mayor fidelidad a medida que mejora la escala de observación. En este sentido la geometría fractal (Buzai et al., 1998) y multifractal (Christofolletti, 1998) puede aportar elementos teóricos para seguir avanzando. Entre los programas comerciales se encuentran: Surfer, Gridzo, etc.
- *Software de Conversión Gráfica (SCG)*; Son sistemas que permiten vectorizar de forma automática o semiautomática (con control del usuario) imágenes generadas en formato raster y así transformarlas en capas temáticas vectoriales. Por el contrario también se pueden rasterizar imágenes vectoriales, principalmente cuando se trata de áreas que deben trabajarse con procedimientos superficiales. La totalidad de transformaciones posibles como la importación de archivos vectoriales, de vectores a polígonos, de vectores a raster, de vectores a redes, de polígonos a raster, de polígonos a quadtree, de raster y quadtree a polígonos, de raster y quadtree a quadtree y raster, son ejemplificadas gráficamente en Buzai y Duran (1997).

El tratamiento combinado de la información alfanumérica y gráfica se puede efectuar mediante la utilización de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica. Sin embargo, con esta combinación no basta para llegar a la definición de SIG, a esta posibilidad se le debe sumar la de georreferenciar la información total a un sistema de coordenadas x-y o geográficas. Si bien analizaremos en detalle las posibilidades técnicas de los SIG en el Capítulo 5, la secuencia de los temas tratados hasta aquí y su combinación con los diferentes tipos de *software* que hemos analizado permite definir dos conceptos: Geoinformática y SIG. Una visión completa de estas relaciones se puede apreciar en la Figura 1.1.

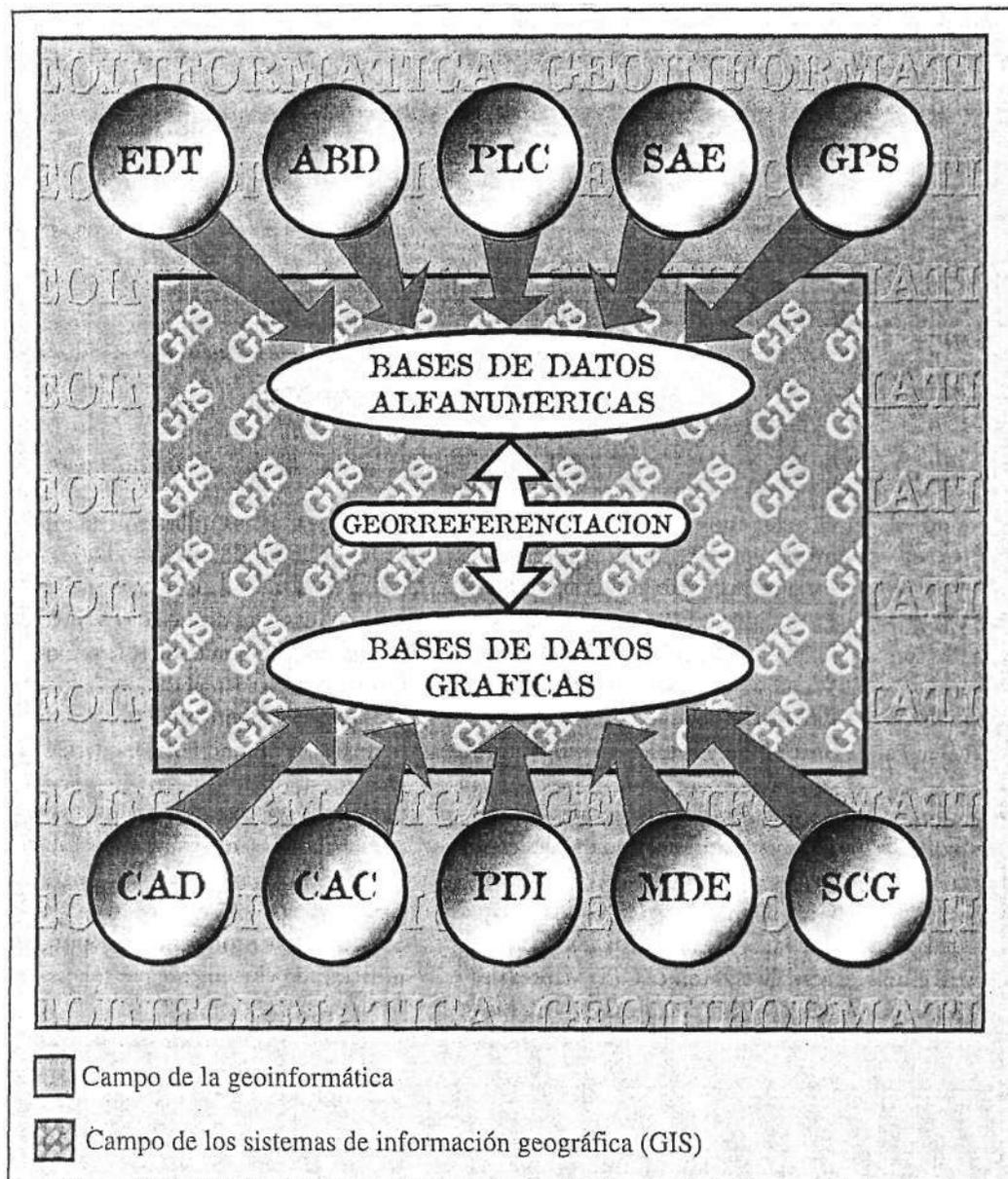


FIGURA 1.1.

Relaciones Geoinformáticas. Los EDT (Editores de Textos), ABD (Administradores de Bases de Datos), PLC (Planillas de Cálculo), SAE (Sistemas de Análisis Estadístico y GPS (Sistemas de Posicionamiento Global) forman las Bases de Datos Alfanuméricas. Los sistemas CAD (Diseño Asistido por Computador), CAC (Cartografía Asistida por Computador), PDI (Procesamiento Digital de Imágenes), MDE (Modelado Digital de Elevación) y SCG (*Software* de Conversión Gráfica) forman las Bases de Datos Gráficas. La totalidad de estas relaciones representa el campo de la Geoinformática y el vínculo entre ambos tipos de bases de datos junto a su georreferenciación el campo de los Sistemas de Información Geográfica que se evidencia como su núcleo.

En síntesis, no se debe pensar que en Geoinformática interviene un tipo especial de *software*, por el contrario, su particularidad está dada por las características propias de la información que el sistema debe tratar hacia la búsqueda de resultados. De modo tal que todos los programas computacionales capaces de producir información georreferenciada o servir de soporte a otros que la utilizan directamente pueden ser incluidos sin inconvenientes en este campo de aplicación. La más eficiente utilidad geoinformática surge de la efectiva combinación del *software* -la integración mencionada por Dobson (1983a, b)- y de la posibilidad de transferencia de datos (Rossmeissl y Rugg, 1992) a fin de aprovechar la tecnología digital más adecuada al tema de evitar los inconvenientes posibles de ser observados en los caminos críticos.

1.2.4. Transformaciones conceptuales hacia el modelo digital de la realidad.

El espacio geográfico y el espacio geográfico incorporado al ambiente computacional no son lo mismo. Pasar de uno al otro requiere de simplificaciones -camino necesario para la realización de todo modelo- cuyas consideraciones teóricas sólo pueden comprenderse a través de los procedimientos intelectuales mediante los cuáles el mundo real se transforma en un modelo digital (Buzai, 1994),

El *mundo real* es el entorno vivencial de múltiples dimensiones (geográfica, histórica, artística, arquitectónica, económica, política, etc.) que encontramos diariamente a nuestro alrededor. Su espacio absoluto contiene objetos materiales de diferente naturaleza (físico-naturales o antrópicos) que se encuentran sobre la superficie terrestre, su espacio relativo cambia a medida que evolucionan los patrones espaciales, y su espacio relacional manifiesta los vínculos entre dichos objetos y, con el avance tecnológico, adquiere cada vez mayores características de intangible. Por lo tanto se organiza como un sistema complejo en el cual pueden determinarse elementos y relaciones en diferentes niveles de resolución.

El hombre tiene una visión parcial de este mundo puesto que su percepción de la realidad es limitada a partir de poder captar empíricamente las *manifestaciones visibles*, por lo tanto, la esencia de su totalidad queda oculta a partir de un *pseudoconcreto* (Kosik, 1967). Por otra parte, los instrumentos de medición de los cuales se dispone para

captarlo permiten mediciones posibles, frente a las que pueden resultar las deseables (Rodríguez, 1990).¹⁸ Con todas estas limitaciones se crea un modelo del mundo real en donde los objetos y relaciones reales pasan a ser objetos y relaciones representadas.

El punto central de este primer proceso de representación por el cual el mundo real se transforma en un modelo conceptual, es el hombre (sujeto de conocimiento) que aprehende el espacio geográfico (objeto de estudio) a través de la observación y medición y, mediante un procedimiento de selección realiza una primera representación a través de un modelo.¹⁹

Este es el espacio geográfico como modelo conceptual que es posible incorporar al ambiente computacional para su tratamiento y análisis, pero debe aún atravesar otra transformación conceptual que lo asimilará a las entidades digitales que un ambiente informático está posibilitado de operar.

Los objetos y relaciones representados a través del modelo conceptual, en una segunda instancia pasan al ambiente de la informática a partir de diferentes procedimientos técnicos que lo hacen posible, como la codificación de datos alfanuméricos o la geocodificación de entidades gráficas. De esta forma se efectiviza el pasaje del modelo conceptual al modelo digital de la realidad.

El sistema del mundo real, el modelo conceptual y el modelo digital participan de una permanente mediatización teórica. Primero, una mediatización entre el mundo real y el modelo conceptual y segundo, una mediatización entre este último y el modelo digital a través de los aportes técnicos necesarios basados en la tecnología informática. En consecuencia, la eficiente aplicación computacional para el análisis del espacio

¹⁸ *En este punto también pueden ser incluidos factores externos como lo son las relaciones institucionales, las cuales tienen diferentes tipos de particularidades y también pueden limitar el accionar científico a través de decisiones políticas que generan inconvenientes en los procesos de implementación y uso de la tecnología (Groot, 1992, 1993; Letherdale, 1992).*

¹⁹ *Destacamos que no es intención presentar esta aproximación empírica como un conocimiento científico probado tendiente hacia un método inductivo (Chalmers, 1988). La selección de las características del objeto de estudio a ser representadas se realizan a través de una teoría previa que guiará todo el accionar del investigador, pues sin teoría no se puede intentar realizar explicaciones controladas, coherentes y racionales (Harvey, 1969).*

geográfico no se podrá alcanzar por la mera confluencia de conocimientos informáticos, sino por una correcta apreciación geográfica de los diferentes casos de análisis que propone el tratamiento de la realidad.

La Figura 1.2 ejemplifica, de forma esquemática, lo expuesto anteriormente. De izquierda a derecha, se representan las mediatizaciones necesarias para que el mundo real se transforme en un modelo digital, es decir, para que el espacio geográfico sea incorporado sin inconvenientes al ambiente computacional.

Por otra parte, cabe destacar que, si bien una visión sistémica nos ha permitido conceptualizar claramente las mediatizaciones que el hombre lleva a cabo respecto del tratamiento de la información, una vez obtenido el resultado de generación del modelo explicativo es necesario ampliar su análisis hacia el comportamiento de sistemas complejos en donde una integración teórica en diferentes niveles podrá tener mayor profundidad al momento de abordar el espacio geográfico como totalidad.

1.2.5. Una nueva visión del espacio geográfico

Hemos recorrido los caminos tradicionales de la Geografía hasta las perspectivas actuales. A inicios de los ochenta aparecen conceptualizados los procedimientos de automatización computacional en nuestra disciplina como *Geografía Automatizada* (Dobson, 1983a, b) y a través de la definitiva integración del *software* geoinformático logrado en los noventa es posible lograr un manejo completamente flexible de la información tendiente a la búsqueda de la representación más acabada acerca del espacio geográfico.

Estas representaciones se logran a través de la combinación de los procesos de transformación conceptual analizados que tienden a la formación de un modelo digital de la realidad [**Capítulo 1: 1.2.4**] y por los conceptos geográficos incorporados en la Geotecnología [**Capítulo 3**].

Se rescata que la totalidad de estos aspectos lleva a conformar una nueva visión del mundo y esta realidad resulta ser el punto de partida del presente estudio, a fin de recorrer el camino hacia la *síntesis* y nueva formulación paradigmática.

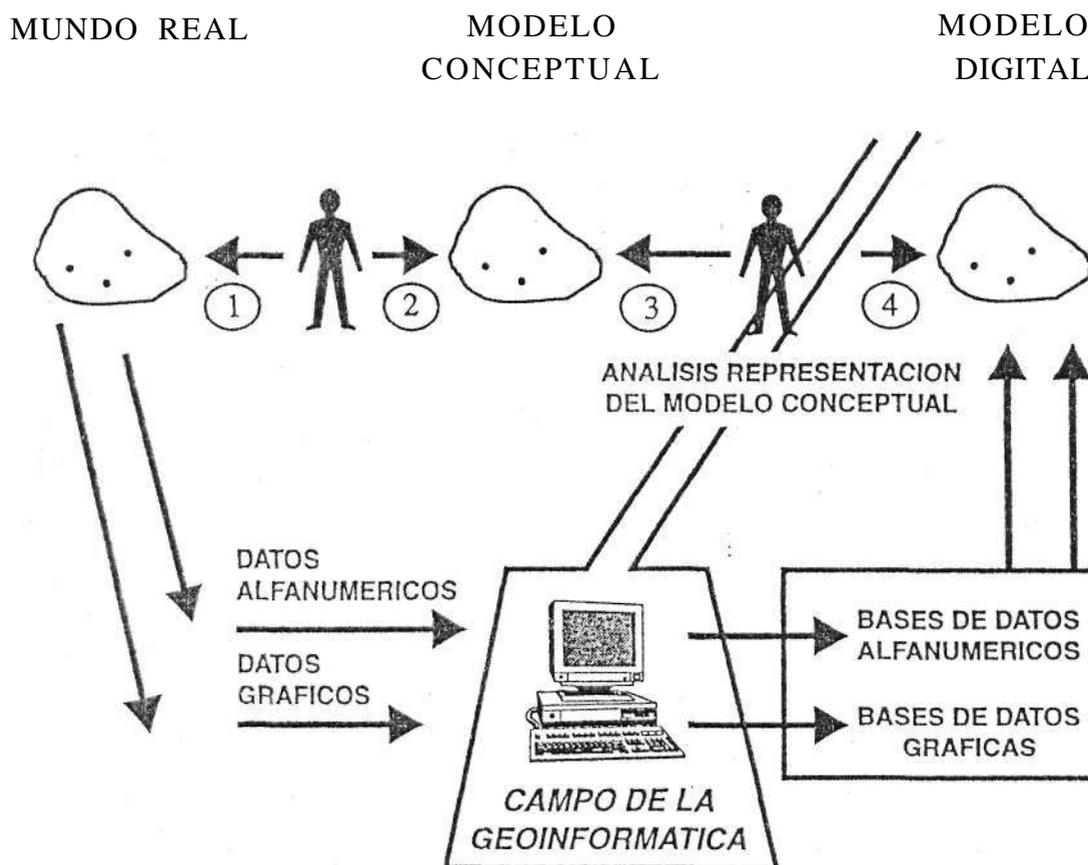


FIGURA 1.2.

Del mundo real al modelo digital. Transformaciones conceptuales que permiten incorporar el espacio geográfico al ambiente computacional. Los procesos llevados a cabo por el sujeto de conocimiento son: 1. Observación y medición, 2. Representación conceptual de la realidad, 3. Análisis del modelo conceptual, y 4. Representación digital del modelo conceptual.

Dinámica # 2

vector

CAPÍTULO 2

CONCEPTOS HISTORIOGRÁFICOS PARA EL ABORDAJE DEL CAMBIO PARADIGMÁTICO EN GEOGRAFÍA

2.1. EL CAMINO DE LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS.

2.1.1. Evolución del concepto

Cuando se realiza un análisis histórico sobre el desarrollo del conocimiento científico no resulta correcto entrar en la apreciación de una posible y fácil comparación entre períodos utilizando un similar patrón de análisis.

La actividad científica ha variado a través del tiempo no solamente en sus prácticas, sino principalmente a través de los conceptos desarrollados y utilizados, que en muchos casos se encuentran en permanente cambio. Por tal motivo, resulta interesante la realización de un análisis de los mismos con el fin de contar con un instrumento apto para encarar estudios sobre el tema del desarrollo histórico de la ciencia²⁰ En este punto hemos tomado un concepto de gran amplitud, como lo es el de *Revolución Científica* y a través de su análisis se realizará una aproximación al papel que ha desempeñado en la conceptualización de la historia de la ciencia.

Según Cohen (1989:14) "el concepto y el término *revolución* surgió de las ciencias (Astronomía y Geometría) y luego pasó al discurso de la transformación política y social, donde sufrió una importante modificación inicial. (...) el concepto cambiante de revolución volvió a las ciencias sociales (...) a los estudios sobre cambios científicos". Por lo tanto, resulta evidente que en su primera apreciación, el concepto de *revolución* se encontraba asociado a la concepción de retorno hacia una situación inicial y su contenido era perfectamente aplicable al recorrido de los planetas sobre su órbita. Su

²⁰ Cabe destacar que llegado un punto, la utilidad del análisis de los conceptos se convierte en un escollo cuando se lo toma como un procedimiento de estrategia metodológica estricta. Véase por ejemplo el impacto que han causado las pautas del deconstruccionismo posmoderno en la investigación científica en general y en los estudios geográficos en particular a partir de la década del setenta. [Capítulo 4: 4.2.1].

adaptación al ámbito de las Ciencias Sociales cambió su contenido al ser considerado sinónimo de cambio drástico en una determinada situación (ej. el reemplazo de un sistema político por otro a través de la violencia) para luego ser llevado al análisis de la historia de la ciencia y convertirse en un concepto central aplicable a la conceptualización de su desarrollo histórico. En este ámbito, se lo ha tomado en el sentido de cambios profundos con una importante transformación del orden vigente y opuesto al período anterior de ciencia normal (Kuhn, 1962).

2.1.2. El debate sobre las formas del progreso científico

El debate acerca del concepto *revolución científica* parte de la discusión relativa a su verdadera correspondencia con la realidad como forma especial de un desarrollo científico continuo. Por tal motivo, muchos historiadores de la ciencia han considerado su aplicabilidad y otros no. Sin embargo en ningún momento puede negarse que al definirse cuál fue el camino seguido por la actividad científica a partir del surgimiento de la llamada *Ciencia Moderna* (Boido, 1996), este concepto ocupe un lugar central en los diferentes ámbitos de debate que se dividen en dos perspectivas contrapuestas a las cuales nos podemos aproximar con una pregunta inicial, ¿el progreso científico se produce de forma gradual o es el resultado de sucesivas revoluciones?

Para un cierto número de científicos e historiadores de la ciencia, las revoluciones científicas no existen y el progreso científico se produce de forma gradual a causa de una acumulación continua de conocimientos. Por ejemplo, en muchos de los trabajos científicos escritos a fines del siglo XVIII, en la polémica establecida acerca de la producción científica entre los llamados *antiguos* y *modernos*, los autores, entre ellos Fontenelle, Granvill, Perrault, Swit, Temple, Sprat y Wotton, prefirieron utilizar las palabras *mejora*, *innovación* y *progreso*. En aquel siglo, el término revolución no había pasado a tener un sentido de cambio político y no se utilizaba para explicar el cambio científico.

Sin embargo, en el presente siglo, instalada definitivamente la amplia polémica, hubo historiadores de la ciencia de importancia que siguieron esta tendencia. Para Sarton (1936, 1937) los saltos (revoluciones), son la primera impresión que se puede tener

acerca del desarrollo del conocimiento científico, sin embargo, cuando se cuenta con mayor cantidad y calidad en la información se puede apreciar que estos saltos son el resultado de pequeñas oscilaciones continuas que pueden convertir al desarrollo científico en algo lineal y llega a la conclusión de que el carácter distintivo de la ciencia es precisamente su capacidad acumulativa. Hacia la misma época coinciden en esta línea de pensamiento, Rutherford (1938) y Millikan (1947) cuando analizan el desarrollo de la Física como campo de conocimiento particular.

Las tendencias más modernas en el estudio del desarrollo científico muestran que las revoluciones científicas representan el camino natural del progreso científico, el cual se desarrolla a través de importantes saltos en los cuales surgen visiones diferentes y, en muchas oportunidades, completamente contrapuestas a las vigentes.

El trabajo de Kuhn (1962) ha sido fundamental para ubicar el concepto de *revolución científica* como fundamental para el análisis del desarrollo científico. Para poder conceptualizar este desarrollo se basa en la noción de *paradigma*, que si bien se le ha determinado un uso ambiguo a través de distintos significados en el mismo trabajo (Masterman, 1970) y generalmente se lo considera en su primera definición como "...realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica" (Kuhn, 1993:13), en el presente estudio lo consideraremos principalmente como diferentes perspectivas en la visión del mundo, ya que "...cuando cambian los paradigmas, el mundo mismo cambia con ellos. (...) los cambios de paradigmas hacen que los científicos vean el mundo de investigación, que le es propio, de manera diferente. En la medida en que su único acceso para ese mundo se lleva a cabo a través de lo que ven y hacen, podemos decir que, después de una revolución, los científicos responden a un mundo diferente" (Kuhn, 1993:176). En este sentido, nuestra definición en la nueva visión que crea el modelo digital de la realidad [**Capítulo 1: 1.2.4**] comienza a tener una inicial característica paradigmática.

La visión que el científico tenga del mundo proporciona modelos de acción a partir de los cuales se establecerán teorías y metodologías que serán aptos para captar la

nueva visión del mundo. En este sentido solamente a través de un primer momento de madurez una determinada ciencia formará un primer paradigma a partir del cual se nuclearán los primeros científicos, pueden ser ejemplos la Astronomía Geocéntrica de Ptolomeo o la Geografía como Ciencia Humana de Ratzel [**Capítulo 1: 1.1.1.**]. De allí aparece lo que Kuhn (1962) denomina períodos de *ciencia normal*, dominados por el monopolio de un paradigma establecido y de una comunidad científica que se aboca a un mismo tipo de problemáticas, es decir que resulta ser "la ciencia normal como resolución de enigmas" (Kuhn, 1993;68).

Durante los períodos de ciencia normal, debido al dominio de un único paradigma, no se espera que se realicen grandes desarrollos teóricos, pero surge que en determinadas aproximaciones se presentan *anomalías* entre la realidad y su representación conceptual. Si el paradigma puede ajustarse para su explicación, continúa sin inconvenientes el período de ciencia normal, si dicha anomalía no puede ser explicada se produce un momento de *crisis* y con ello queda en evidencia la ineficacia del paradigma establecido para responder a estas nuevas cuestiones. La crisis debilita al paradigma vigente y llega un momento en el que esta crisis se hace tan profunda que surge un nuevo paradigma como nueva forma explicativa y nueva visión del mundo. En este proceso la transición de un paradigma a otro es lo que Kuhn (1962) ha denominado como *revolución científica*.

Para calificar la relación entre el nuevo paradigma y el anterior, Kuhn (1962) incluye el concepto de *inconmensurabilidad* como visión de una fuerte incompatibilidad entre uno y otro. Este aspecto ha sido suavizado en otros escritos, en la *postdata* (Kuhn, 1970a) incluida en la segunda edición de Kuhn (1962) y en las siguientes contribuciones (Kuhn, 1970b, 1977, 1987). Se percibe entonces que modelos posibles de ser aplicados con éxito a las ciencias físico-naturales tienen que sufrir un grado de ajuste a fin de ser aplicados a las ciencias sociales; la Geografía brinda un importante ejemplo [**Capítulo 1: 1.1.4.**]. Por su parte, las epistemologías denominadas *alternativas* avanzan sobre la cuestión (Klimovsky, 1995) e inclusive, la perspectiva de los *programas de investigación* de Lakatos (1975, 1983) no deja de tomar como válido el sentido de las modificaciones

en las perspectivas científicas, pero considerando un núcleo inamovible y cambios que se producen en un nivel periférico.

2.1.3. Alcances del concepto *revolución científica* como instrumento de análisis

Se podría mencionar que para Cohen (1989) la revolución en la ciencia no resulta ser una cuestión simple y esquemática, sino que para poder ser conceptualizada en su totalidad debe ser analizada de manera global, lo que puede determinar cambios revolucionarios en varios niveles de análisis. Estos incluyen el inicio a través de una revolución en las ideas, el paso por una comunicación restringida y finalmente una difusión de mayor amplitud, momento en el cual, después de su aceptación general en el ámbito académico se puede hablar de una *revolución en la ciencia*. Recién en este momento puede comenzar a discutirse sobre el verdadero alcance que tiene la revolución y aquí no se puede eludir un punto polémico; lo positivo o lo negativo en la velocidad de estos cambios revolucionarios. Desde la Filosofía, Meed (1936) sostiene que "nos complace que sucedan estas revoluciones en nuestras teorías, nos agrada que se derrumbe nuestro universo para ser reemplazado por otro (...). Nos parece correcto y natural", es importante destacar en este sentido que la presente puede ser una afirmación realizada desde la filosofía, lo cierto es que los científicos, que producen conocimientos y construyen a partir de ellos, no pueden sentirse muy complacidos ante los cambios bruscos. Efectivamente, muchos científicos no tienen interés en experimentar cambios drásticos y, si tienen intención de desarrollar sus actividades con bases más o menos sólidas siguen básicamente el pensamiento de Heisenberg (1971:147-148) para quien "sólo son fructíferas aquellas revoluciones en la ciencia cuyos investigadores tratan de cambiar lo menos posible y se limitan a la solución de un programa específico y claramente definido. El intento de barrer con todo llevaría a la confusión total. En ciencia sólo el fanático demente trataría de derrocar todo y tales intentos están destinados al fracaso".

El concepto de revolución científica como instrumento de análisis en la historiografía de la ciencia gana espacio definitivo a partir de mediados del presente siglo

con los trabajos de Butterfield (1949), Hall (1954) y definitivamente con el ensayo de Kuhn (1962), cuyos puntos fundamentales fueron analizados con anterioridad y en el cual se destacaron los momentos de transición entre períodos de ciencia normal. Tomando esta conceptualización, Rabinowitch (1963) presenta una visión más abarcativa, en la cual a partir de cambios revolucionarios llega a conceptualizar el desarrollo de la humanidad, donde se ha producido; a) una revolución social con el reemplazo de grupos dominantes, b) una revolución política que desplazó de determinados territorios a los imperios nacionales, y c) una revolución científica que modificó la percepción que el hombre tenía de su habitat y el universo.

En este sentido, cuando se menciona el período de la Revolución Científica generalmente se está haciendo referencia a los cambios producidos a partir del siglo XVI y que se desarrollan durante los siglos siguientes (Butterfield, 1960; Karney, 1970; Boido, 1996), momento en el que se sientan las bases del período histórico denominado *Modernidad* [Capítulo 4]. En la actualidad, Prigogine (1980), veinte años antes de final de siglo, afirma que nos encontramos en un período de revolución científica similar al que sucedió con el nacimiento de la ciencia en la antigua Grecia o con su renacimiento a través del aporte de Galileo Galilei.

En síntesis, del desarrollo seguido queda expuesto de qué manera el concepto de revolución científica se presenta como un instrumento eficaz para la conceptualización de los caminos recorridos en la evolución del pensamiento científico. Actualmente nos encontramos en un período histórico de particular importancia, en el cual el cambio de siglo presenta nuevas perspectivas en diversos ámbitos. Se nos presenta una situación que demanda una eficaz conceptualización y con ella el concepto de *revolución científica* no dejará de ocupar el lugar central al insertarse actualmente bajo las nuevas condiciones que presenta la cultura [Capítulo 4: 4.2], la economía [Capítulo 4: 4.3] y la ciencia y tecnología [Capítulo 4: 4.4], situaciones de contexto que serán retomadas con posterioridad para llegar a la nueva formulación paradigmática.

2.2. PERIODIZACIÓN: EXTENSIÓN E IMPORTANCIA

2.2.1. Sobre los límites temporales

Toda aproximación histórica generalmente se estructura a través de la consideración de diferentes períodos que se insertan en el transcurso del tiempo, pero consideramos, al igual que Kragh (1989:103), que "la Periodización es obra de los historiadores, no de la historia".

En los estudios sobre historia de la ciencia en general se acostumbra a dividir el análisis de la siguiente manera: (a) la antigüedad, encarando los desarrollos y logros obtenidos por diferentes civilizaciones: Caldea, Babilonia, Egipto, China, etc., (b) un análisis intermedio con períodos de extensión variable: Medioevo, Precolombino, Renacimiento, etc., y (c) un análisis hasta la actualidad, desde la denominada "Revolución Científica" que comenzó en el siglo XVI (Cohen, 1994), estructura que se aprecia nítidamente en una obra clásica como la de García Font (1973). Evidentemente, este tipo de divisiones en el tiempo resultan ser arbitrarias y se encuentran basadas en el devenir histórico sobre un tiempo lineal dejando de lado el proceso interno del desarrollo científico.

Cuando se ingresa en el análisis de disciplinas científicas en particular se puede comprobar, por ejemplo, que mientras para la historia de la Astronomía moderna es razonable analizar un período que comience en el siglo XVI con la obra de Nicolás Copérnico *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Hoyle, 1976), en la historia de la Geografía moderna recién el final del siglo XIX parece ser un momento propicio para iniciar el análisis [**Capítulo 1: 1.1.2.**] al afianzarse su definición como ciencia humana. Por tal motivo, resulta muy acertada la consideración de Olszewski (1964) para quien las periodizaciones a fin de ser efectivas como instrumento de análisis deben corresponder a la lógica interna de las cuestiones analizadas.

En la actualidad se reconoce ampliamente el grado de arbitrariedad que el historiador de la ciencia imprime a toda Periodización y, al mismo tiempo, se ha dejado de lado la consideración de que exista la posibilidad de establecer períodos con una

visión objetiva y de evidencia *natural* de los límites temporales²¹ En este sentido, la problemática de abordaje no solamente se produce en cuanto al sistema clasificatorio en períodos, sino que se hace más amplia incluyendo la ponderación atribuida a cada uno de ellos dentro del espacio de tiempo total (Sarton, 1936).

2.2.2. Sobre la importancia de los períodos

La importancia atribuida a cada uno de los períodos definidos también cuenta con gran arbitrariedad, inclusive la denominada *Revolución Científica* no se escapa al debate por parte de los historiadores de la ciencia que han llegado a discutir si ésta fue una revolución real o solamente fue una etiqueta que se le puso a un período de temporalidad variada (Kragh, 1989) y, más ampliamente, si en realidad se puede hablar de revoluciones científicas o se debe hacer referencia a un progreso por acumulación de conocimientos [Capítulo: 2.1.2.], cuestión que se ha analizado oportunamente en base a la consideración de cambios paradigmáticos y la sucesión de períodos de ciencia normal propuestos por Kuhn (1962).

Generalmente, la importancia de cada período viene atribuida por el éxito que haya logrado alguna obra científica. Aspecto que según Kragh (1987) puede estar dado por el aporte brindado al desarrollo científico -lo que puede estar asociado a una perspectiva de estudio anacrónico [Capítulo 2: 2.3.] - o por el reconocimiento adquirido en la misma época a través de un contexto social favorable en lo que respecta a la *historia externa* (Capel, 1994).

Asimismo, una cuestión importante para analizar el devenir histórico de la ciencia es descubrir quién fue el que lanzó determinada idea o teoría (Agassi, 1963) principalmente en la búsqueda de aquellos desarrollos que han encaminado el devenir

²¹ De la misma forma que en los estudios geográficos se han encontrado dificultades para establecer límites sobre el espacio geográfico. Podemos encontrar perspectivas que van desde considerar a la región como realidad objetiva (Paradigma Regional) hasta aquellas que la ven como una construcción intelectual (Paradigma Racional) o como parte de una tipología (Paradigma Cuantitativo) [Capítulo 1: 1.1.2].

científico a cambios revolucionarios, o también descubrir de que manera la transmisión de conocimientos tiene su impacto (Dolby, 1977).²²

Si centramos nuestra atención en el doble ámbito del desarrollo científico -interno y externo- podemos ver que el análisis en la historia de la ciencia puede ser llevado a cabo desde dos perspectivas: (a) una horizontal que representa un estudio concreto a través del tiempo -historia del tema-, y (b) una vertical, postura que analiza la ciencia como una de las tantas manifestaciones socioculturales del período -un momento histórico concreto- (Figura 2.1),

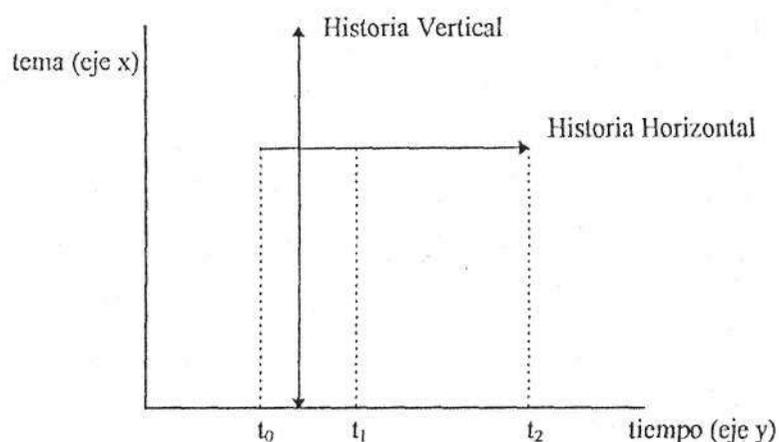


Figura 2.1: La doble perspectiva en los estudios de historia de la ciencia. El eje "y" representa la temática analizada, el eje "x" el tiempo transcurrido, t_0 es el tiempo al momento de la aparición de la temática, t_1 el tiempo en el que se realiza el análisis y t_2 el momento actual en el cual se encuentra ubicado quien realiza el análisis. Fuente: Elaboración del autor en base a Kragh (1989:110).

El presente abordaje permite apreciar en perspectiva el desarrollo del tema a lo largo del período histórico analizado (sentido del eje "y") que puede tener un ancho variable en la representación, desde el mayor posible -que abarcaría la totalidad de la

²¹ Un ejemplo específico en el caso de la Geografía es la aplicación de los desarrollos de Hettener (1927) por Hartshorne (1939), lo cual desemboca en la gran polémica de mediados de siglo a través de la crítica de Schaefer (1953) al excepcionalismo en Geografía y o partir de allí la posibilidad del surgimiento de una "nueva geografía" [Capítulo 1:1.1.2.].

temática (Geografía)- hasta el menor que puede estar representado por un único concepto. El punto de intersección entre la historia vertical y la historia horizontal se marca dentro de los dos ejes de coordenadas muestra la real ubicación de la temática tratada. Si se sigue por el camino vertical se habrá optado por privilegiar un análisis dentro del contexto sociocultural en el cual el tema abordado será una de sus tantas manifestaciones y a partir de allí se brindan muy buenas posibilidades de encarar trabajos de naturaleza interdisciplinaria.

Si bien esta manera de conceptualizar el estudio de la historia de la ciencia tiene gran poder analítico y organizativo, en la actualidad no se concibe ni un encuadre completamente horizontal ni uno completamente vertical (Lepenies, 1977) ya que la primera aproximación separaría a la ciencia en cuestión del contexto de las demás ciencias y de otros aspectos generales, mientras que la segunda haría que el objeto de estudio se diluyera en la totalidad de las manifestaciones de la realidad.

Para finalizar este tema, una cuestión que se debe tener en cuenta es que como el tiempo transcurre en un desplazamiento horizontal y el investigador siempre se encuentra ubicado en el momento actual, se corre el riesgo de adoptar una perspectiva anacrónica de análisis, cuya problemática será analizada seguidamente (**Capítulo 2: 2.3**) a través de una particular perspectiva en el abordaje de la historia de la ciencia en general.

2.2.3. Periodización y ponderación de los períodos en la historia del pensamiento geográfico

En Geografía, los autores que han encarado cuestiones de Periodización parecen estar de acuerdo en diferentes aspectos; el inicio de la geografía moderna, institucionalizada como ciencia humana a fines del siglo pasado y una existencia total relativamente corta -poco más de un siglo- si se compara con la aparición de la Geografía como ciencia. Aunque la perspectiva de ciencia humana comenzó a gestarse a mediados del siglo XIX, se toma como punto de partida una contribución definitiva, la obra de Ratzel (1882, 1891), razón por la cual se la puede tomar como ejemplo de trabajo que impactó la actividad científica con gran magnitud y estando favorablemente ubicada entre los contextos externos e internos del momento histórico.

En el tiempo transcurrido se han sucedido diferentes posturas filosóficas muy bien definidas, que hemos denominado *paradigmas* [Capítulo 1: 1.1.4] siguiendo la perspectiva de Kuhn (1962), y se reconocen de tal forma que parece difícil salir de la estructura que presentan libros generales como los de Claval (1981), Gómez Mendoza et al. (1982), Capel (1983), Vilá Valentí (1983), García Ramón (1985) para citar obras clásicas de carácter general.

Asimismo, los cambios de perspectivas que se han conceptualizado como *cambios paradigmáticos* desde el trabajo de Bunge (1962, 1966) han sido ampliamente aceptados y utilizados para conceptualizar las diferentes posturas geográficas a partir de la denominada *revolución cuantitativa* (Haggett y Chorley, 1967).

A diferencia de otras ciencias, en Geografía los cambios paradigmáticos y los momentos revolucionarios se han sucedido con una periodicidad de veinte años y en ellos el contexto social aparece como elemento fundamental para su análisis. No se puede negar la acogida inmediata que han tenido obras como las de Hartshorne (1939), Bunge (1962) o Harvey (1973) entre otras, sin embargo la historia de nuestra ciencia analizada desde cada perspectiva dominante en su respectivo momento se presenta influenciada por el último paradigma y éste rescatará aquellos aspectos del pasado que fueron útiles para su formación. Esta perspectiva trae inconvenientes de interpretación, por lo tanto, ante la perspectiva geotecnológica se vislumbra la aparición de un nuevo paradigma que requiere de un pormenorizado análisis.

2.3. EL ENFOQUE *WHIG* EN LA HISTORIOGRAFÍA DE LA CIENCIA

2.3.1. El abordaje de la ciencia del pasado

La perspectiva denominada *Whig* es una manera de analizar los acontecimientos sucedidos en el pasado a través de una visión lineal o anacrónica (Boido, 1993). Al realizar el análisis histórico de la actividad científica se lo hace en relación al conocimiento que se tiene en el presente con el fin de poder determinar de qué forma la ciencia llegó a evolucionar hasta lo que es en la actualidad.

La adopción de esta postura crítica deja en claro la siguiente cuestión: la última visión de la realidad resulta ser la correcta y las anteriores pueden ser válidas siempre que hayan hecho algún aporte para su formación, de lo contrario, todo conocimiento que no se utiliza para ese fin adquiere muy poco o ningún valor.

Kuhn (1987:12-13) menciona los problemas que tuvo para comprender la física aristotélica intentando interrogarla con un lenguaje basado en la física newtoniana, es así como llega a proporcionar el siguiente consejo a los estudiantes en los cursos de historia de la ciencia: "al leer las obras de un pensador importante, busca primero las absurdidades aparentes del texto y luego pregúntate como es que pudo haberlas escrito una persona inteligente. Cuando tengas la respuesta, prosigo, cuando esos pasajes hayan adquirido sentido, encontrarás que los pasajes primordiales, esos que ya creías haber entendido, han cambiado de significado". Este método propuesto para aproximarse al análisis de los trabajos originales en épocas pasadas muestra la necesidad de encarar los desarrollos científicos de diferentes épocas en sus propios términos.

El concepto de historiografía *Whig*, como sinónimo de un abordaje anacrónico es producto del trabajo de Butterfield (1951), quien analiza la redacción de la historia de Inglaterra hasta la *conquista de la libertad* escrita por miembros del partido político Whig en el siglo pasado. En dicho trabajo se consideran únicamente los hechos que brindaron como resultado final ese episodio. De igual manera, analizar la historia de la ciencia desde una perspectiva Whig implica considerar el proceso por el cual se llega a la conformación de la ciencia en la actualidad. Por tal motivo, desde mediados de siglo, queda planteada una polémica que hasta hoy permanece vigente (Boido, 1993): el investigador de la historia de la ciencia interroga el pasado en base a los conocimientos con los que se cuenta en el presente o lo hace intentando comprender el contexto histórico que imperaba en ese momento. Como pudo observarse anteriormente, según Kuhn (1987) la segunda perspectiva puede darte sentido a estudios que en base a los conocimientos actuales podrían aparecer como irrelevantes.

La historiografía *Whig*, según Krag (1979) no resulta ser una estrategia de análisis consciente, sin embargo es muy difícil que cualquier estudioso de un tema

histórico no se enfrente con ella. Generalmente esta postura, en primera instancia aparece en los libros de textos básicos y en los manuales, en los cuales se plantea una historia lineal y evolutiva de desarrollo progresivo, que tiene como objetivo *sociabilizar* de alguna manera a los estudiantes de determinada ciencia y futuros profesionales. El interés implícito es hacerlos sentir parte de una comunidad científica específica en la cual se pueden verificar determinados objetivos comunes.

Preguntarle al pasado a la luz de los conceptos desarrollados en el presente y comparar las respuestas con lo que se sabe en la actualidad produce importantes dificultades de interpretación. ¿Cómo se podría interrogar a la geografía regional utilizando el concepto de *inercia dinámica*? o ¿cómo podríamos interrogar a la *radical geography* utilizando el concepto de *autosimilitud*?²³

De lo anteriormente expuesto queda en evidencia que para realizar un efectivo estudio en el campo de la historia de la ciencia en general y de la Geografía en particular, es necesario realizar preguntas a los diferentes paradigmas desde sus propios puntos de referencia. De esta manera se accede a ver su verdadero valor como elemento explicativo en un determinado momento histórico, y al mismo tiempo permitirá una aproximación más acabada hacia la riqueza conceptual -teórica y metodológica- de la actividad científica en cuanto productora de conocimientos.

²³ Se han tomado dos ejemplos geográficos invocando los conceptos de "inercia dinámica" (Santos, 1978) y "autosimilitud" (Mandelbrot, 1988) utilizados para el análisis geográfico de las perspectivas crítica y cuantitativa respectivamente.

CAPÍTULO 3

CONCEPTOS GEOGRÁFICOS QUE SUSTENTAN EL DESARROLLO DE LAS APLICACIONES GEOTECNOLÓGICAS

3.1. VÍAS DE ABORDAJE CONCEPTUAL

3.1.1. La relación entre Geografía y Geotecnología

La idea de la aparición de un nuevo paradigma de la Geografía basado en la Geotecnología tiene como paso previo una dinámica metodológica de sucesivas aproximaciones a través de las cuales se modelan conjuntamente ambos campos a través de las configuraciones que adquieren las relaciones establecidas. Por un lado, la Geografía como disciplina básica provee conceptos para el desarrollo geotecnológico y la Geotecnología devuelve estos conceptos mediatizados a través de su tratamiento digital.

En el presente punto esta relación será abordada en el primer sentido; desde la Geografía hacia la Geotecnología, pero para lograrlo se ha recorrido, en sucesivas aproximaciones, el camino en ambos sentidos, lo cual tiene por objeto lograr un acercamiento cada vez mayor a una totalidad en permanente estructuración. En este sentido, se han analizado los desarrollos tecnológicos de software que cuentan con diferentes aptitudes para el manejo de la información espacial [Capítulo 5] como OSU MAP-for-the-PC 4.O., IDRISI for Windows 2.O., SPANS GIS 5.21., EPI MAP 2, PC ARC/INFO 3.5. y ARC/VIEW 3.O., junto a trabajos clásicos de teoría de la geografía que respaldan diferentes posturas paradigmáticas a través de un desarrollo ordenado de los conceptos fundamentales.

Mediante el análisis pormenorizado del *software*, por una parte la neutralidad teórica de los manuales (Cromley, 1983) y por otra la construcción de su articulación en el contexto de la investigación y la docencia (Buzai y Durán, 1994, 1997; Buzai y Desjardins, 1994; Desjardins y Buzai, 1994; Durán y Buzai, 1995,1996; Buzai, 1992,

1997), se ha podido apreciar la base paradigmática *racionalista y cuantitativa* de la Geotecnología, aunque su campo de aplicación mayor es interdisciplinario y *holístico*. La respuesta Geotecnológica se analiza posteriormente [**Capítulo 5:5.5**] a través de diferentes ejemplos concretos de aplicación.

3.1.2. Conceptos de base ecológica y corológica

El debate acerca de las posturas deterministas y posibilistas ha sido superado en la actualidad (Sodré, 1977) y en esta línea también se ha producido la integración definitiva de otra de las dicotomías tradicionales de la Geografía; una tendencia *ecológica*, que privilegia la relación hombre-medio, y una tendencia *corológica* que privilegia la diferenciación areal sobre el espacio terrestre.

Como hemos visto anteriormente la perspectiva ecológica es la que ha permitido superar la crisis relativa a la especialización de las ciencias por la que transitó nuestra disciplina a fines del siglo pasado [**Capítulo 1: 1.1.1.**] y brinda la posibilidad de contar con la definición de una geografía como ciencia humana proporcionándole la posición que aún hoy mantiene. El nivel extremo de esta perspectiva podríamos mencionar que se encontraría en la contribución de Barrows (1923) quien llega a considerar que la geografía se puede definir como una "ecología humana", postura que sienta las bases para el posterior desarrollo de trabajos en "ecología urbana" y "ecología factorial" [**Capítulo 1: 1.1.2.**]. Por su parte, la perspectiva corológica, que siempre ha estado presente, se puede rastrear desde la visión de una Geografía como *ciencia de los lugares* propuesta por Vidal de la Blache (1913) [**Capítulo 1: Nota 4**] hasta los aspectos analíticos de "construcción regional" considerados dentro del marco propuesto por el *Paradigma Cuantitativo*.

La integración de ambos enfoques surge como inevitable. La diferenciación corológica sólo puede existir considerando variables que tienen su origen en un punto de vista ecológico, y al mismo tiempo -salvo en el *Paradigma Regional* que considera a la región como realidad objetiva- a partir de la perspectiva racionalista de Hartshorne (1939) una porción del espacio geográfico puede delimitarse concretamente a través de superposiciones temáticas de regiones genéricas espacializada con base corológica. En

este sentido un alcance abarcativo del abordaje geográfico debe incluir ambas perspectivas de forma combinada y el valor de la significancia de cada variable lo brindará el objetivo de la investigación.

Esta diferenciación tradicional ha permitido la generación de conceptos aptos para el análisis desde una u otra perspectiva. Por lo tanto, en la búsqueda de las fuentes conceptuales básicas que sustentan el desarrollo de la Geotecnología es necesario partir de una situación de especificidad que llevará con posterioridad a diferentes alcances combinados.

3.2. LÍNEAS DE ANÁLISIS

El análisis combinado de los estudios basados en diferentes perspectivas paradigmáticas y de las capacidades de la geotecnología actual [**Capítulo 1:1.2.3**] ha llevado a obtener como resultado la determinación de cinco líneas de análisis que se estructuran básicamente en la relación de los aspectos teórico-metodológicos con el del tratamiento de la geoinformación. En este sentido, aparece como necesaria la reflexión acerca de las capacidades reales en el almacenamiento de la información georreferenciada a través de resultados cartográficos (Inventario), la búsqueda racional de aspectos específicos que permitan poner límites en el espacio y con ello determinar distintas porciones de territorio sobre la superficie terrestre (**Diferenciación**), la posibilidad de integrar en un sentido vertical una gran cantidad de temáticas en un procedimiento de *síntesis* y la integración de diferentes espacios a través de la funcionalidad (**Interacción**), la problemática en la selección de información en base a la importancia relativa que le proporciona el objetivo de la investigación (**Significancia**) y finalmente, la incorporación del devenir histórico de las configuraciones espaciales (**Temporalidad**). A continuación se hace un análisis del tipo de conceptos que se derivan de estas cinco perspectivas definidas como líneas de análisis.

3.2.1. Inventario

Con el avance científico-tecnológico el problema que trae la magnitud creciente en la obtención de información se ha hecho más evidente que nunca. Los primeros

avances en computación de múltiples propósitos²⁴ han brindado un optimismo inicial para su resolución (Boorstin, 1998), cuestión que en Geografía ha comenzado a discutirse ampliamente con el trabajo de Haggett y Chorley (1967) y Haggett (1969).

A finales de la década del sesenta la perspectiva computacional se presentaba dirigida hacia la mayor capacidad de almacenamiento de datos y velocidad de procesamiento, pero el inconveniente resultaba ser una referenciación espacial directa, que había sido lograda unos años antes -1964- con el CGIS -*Canadian Geographic Information System*- (Tomlinson, 1990) de forma verdaderamente limitada. Chorley y Haggett (1965) y Tobler (1966) presentan los primeros desarrollos destinados a almacenar la mayor cantidad de información numérica en composiciones cartográficas, sin embargo la tendencia histórica que considera al mapa como marco de almacenamiento comenzaba a vivir un proceso de transición hacia los nuevos conceptos que serán analizados en cuanto a los aportes definitivos que ha brindado la computación (Brandalize, 1993).

Al realizar una composición cartográfica y luego definido el *Invariante* (elementos que permanecen constantes: tema, escala, coordenadas extremas y sistema de proyección) se dispone del marco específico en el cual se asignarán los *componentes* (elementos que varían: categorías de la variable y referencia) a fin de realizar la composición definitiva. El análisis de los componentes lleva a determinar su nivel de organización; si los datos se representan siguiendo la dicotomía *semejante-diferente* se presenta un nivel *cualitativo*, si se privilegia la relación *anterior-posterior* se presenta un nivel *ordenado* y finalmente, las relaciones de proporcionalidad brindan un nivel *cuantitativo*. En este sentido el proceso de lectura de dicha composición abarcará una identificación externa e interna y una determinación de las relaciones entre componentes (Guinsburg, 1992).

Para determinar la eficacia de comunicación de la composición se la puede interrogar con preguntas de diferente niveles de especificidad (partiendo del nivel

²⁴ En 1946 J. Presper Eckert y Johan Mauchly de la Universidad de Pennsylvania inventan la primera computadora digital de múltiples propósitos, la cual es conocida mundialmente por las siglas ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*).

interno: *¿que encontramos en este lugar?*, partiendo del nivel externo: *¿tal componente dónde está ubicado?*). Estas preguntas pueden abarcar diferentes grados de generalidad, estar dirigidas a un elemento integrante del componente, a un componente o al conjunto total de componentes y, si la composición cartográfica cumple con su objetivo, se debe responder sin inconveniente a dichas cuestiones mediante su uso.

La *carta de inventario* es aquella composición cartográfica que tiene por objeto servir de marco de almacenamiento para la información total (Guinsburg, 1992), permite responder los diferentes niveles de preguntas con diferentes grados de dificultad y con creciente disminución de la exactitud a medida que se amplía la cantidad de componentes en la composición; por lo tanto, en este sentido se separa alguna información en un estrato particular y se genera una *carta de tratamiento*, que en conjunto de temas se presenta como una colección de cartas que cuentan con una similar simplicidad visual cada una de ellas; por último la combinación de esta últimas genera la *carta de síntesis* a fin de responder a dichas preguntas con la mayor simplicidad sin ser exhaustiva.

Una carta de inventario debe estar realizada de forma que se intente obtener la mayor *selectividad*, intentando eliminar una percepción asociativa entre componentes diferentes y para ello se deben utilizar las variables visuales de *tamaño, valor, grano, color, orientación y forma* que deben combinarse eficazmente de acuerdo con las necesidades de comunicación (Buzai y Duran, 1997). En este sentido Bertin (1973, 1977) analizó el lenguaje gráfico de estos componentes y actualmente se dispone de sus desarrollos teóricos para solucionar todos los tipos de problemas de representación visual, siendo que en los últimos años la necesidad de realizar un efectivo tratamiento de la cantidad elevada de información geográfica que se genera constantemente y la inclusión de los medios computacionales ha hecho variar algunos conceptos, sobre todo el de *inventario* que se encuentra ampliamente comprometido en su visión tradicional y sin embargo se presenta como prácticamente ilimitado a partir de la diferenciación alfanumérica y gráfica.

3.2.3. Diferenciación

El concepto de *área* surge como base de la perspectiva corológica. Si bien la Geografía, como ciencia que estudia la diferenciación de áreas fue propuesta por Sauer (1925) a partir de considerar la diferenciación de paisajes culturales, las ideas iniciales aparecen a inicios de siglo con Hettner (1927) y tienen tal impacto en la propuesta racionalista de Hartshorne (1939, 1959) que se han convertido en el concepto fundamental de su estudio, desplazando al concepto de *región* que el *Paradigma Regional* consideraba como realidad objetiva y el objeto de estudio unificador de la Geografía [Capítulo 1:1.1.2].

Aunque se puedan determinar rasgos semejantes en cuanto a su totalidad, las áreas son siempre únicas y diferentes unas de otras. El análisis de las semejanzas lleva a la utilización de *conceptos genéricos* y esto hace que mientras ciertas variables se encuentren presentes mientras que aquellas que establecen las principales diferencias observables no sean consideradas (Hartshorne, 1959). En este sentido, resulta evidente que hablar de áreas con diferentes grados de asociación es una cuestión que apunta a la especificidad lograda a través de la selección de variables incluidas en el análisis, por lo tanto, dentro del *Paradigma Racional* el concepto de *similitud* no se encuentra opuesto al de *diferenciación*, pero como puede brindar una idea de contraste, Hartshorne (1959) prefiere la utilización de un concepto neutro como el de *variación*.

Las combinaciones temáticas que brindan similitud a las áreas tienen su origen en conceptos genéricos que definen *regiones genéricas*, mientras que las variables que denotan diferenciación presentan mayor detalle en las categorías utilizadas y ello permite la definición de *regiones geográficas*. En este sentido, el impacto racionalista de la propuesta de Hartshorne (1939) a través de aspectos metodológicos derivados de las anteriores consideraciones ha generado un importante punto de partida para el desarrollo de técnicas analíticas basadas en la cuantificación.

Los aportes cuantitativos para la *diferenciación areal* tienen su origen en la consideración de la geometría como lenguaje de la forma espacial (Bunge, 1962, 1966; Harvey, 1969). En este sentido, fueron rescatadas y tuvieron auge durante el período de

ciencia normal del *Paradigma Cuantitativo*, las propuestas analíticas de Von Thünen, Weber, Christaller y Lösch, y los posteriores aportes en el campo de la Ecología Urbana [Capítulo 1: 1.1.2.]. A partir de la utilización de la *matriz geográfica* propuesta por Berry (1964) los estudios cuantitativos se escapan de la rigidez geométrica para incluir una multidimensionalidad mediante el uso de gran cantidad de variables. La diferenciación areal comenzó a ser considerada una tipología espacial dentro de determinados sistemas clasificatorios.

La lógica de la clasificación, que en una primera instancia podía ser llevada a cabo mediante el uso de la teoría de conjuntos, con posterioridad a la organización matricial de la información presentó la posibilidad de un tratamiento multivariable mediante la utilización de algoritmos de agrupamientos (Berry, 1958) posibles de ser espacializados con posterioridad. En este sentido se pueden realizar agrupamientos de unidades espaciales con o sin contiguidad, la definición de *áreas de influencia* en elementos puntuales mediante la utilización de *polígonos de Voronoi* o en elementos puntuales, lineales o areales a partir del cálculo de *distancias* predeterminadas en *buffers*.

El análisis interno de un área definida lleva a una primera aproximación en la descripción a través de *patrones* de distribución espacial, como geometría particular que adquiere la configuración espacial de los componentes. Por lo tanto, la cuantificación ha avanzado notablemente en cuanto al estudio de una imagen en particular pudiendo sintetizar sus características en un único valor espacializable de lugar a lugar, como por ejemplo el cálculo de *riqueza relativa* o la *fragmentación* de los elementos del paisaje, utilizados ampliamente en *Ecología del Paisaje* y posibles de ser ampliados en base a las tendencias actuales en cuanto a las aplicaciones de geometría fractal (Buzai et al., 1998).

Para Ullman (1953, 1954) el concepto de *diferenciación areal* es un subconjunto del de *interacción espacial*, y si bien Hartshorne (1959) considera errónea esta apreciación ya que existen características estáticas -como los *patrones*- y características de movimientos -como las *interacciones* entre áreas-, esa misma línea de pensamiento es seguida por Haggett (1965) cuando define el estudio de las superficies luego de determinar sucesivos conceptos relativos al movimiento. Por lo tanto, en este punto se

vislumbra la unión entre las aproximaciones corológicas y ecológicas [**Capítulo 3: 3.1.2.**] ya que el abordaje de la diferenciación espacial de la superficie terrestre lleva inevitablemente a tener que encarar relaciones temáticas e interacciones en varios sentidos y escalas.

3.2.3. Interacción

La Geografía contiene una variedad temática sumamente amplia. Esta cuestión se ha apreciado en la perspectiva de la Geografía General que se ha visto a partir de la Revolución Científica del siglo XVI (Varenio, 1974) y principalmente a fines del siglo XIX ante la gran especialización y la aparición de diversos campos disciplinarios que surgieron con objetos de estudio propios que se habían desprendido de la ciencia geográfica [**Capítulo 1:1.1.1.**]. De forma inversa, la Geografía ha considerado para su estudio objetos que se podrían considerar *proprios* de otras disciplinas y estudia sus manifestaciones espaciales combinadas a partir de una *síntesis*, que Humboldt (1845:55-65) definía como la comprensión de la unidad en la diversidad ("Erkenntnis der Einheit in der Vielheit").

Esta síntesis, en la propuesta racionalista de Hartshorne (1939) no puede separarse de la perspectiva corológica, ya que llevaría en última instancia a la diferenciación areal (Whittlesey, 1954; Pearson, 1959) en la cual se obtiene homogeneidad en relación a criterios específicos. Inclusive años más tarde algunos autores siguen considerándolo el *método particular* de la Geografía, ya que según Beaugue Gamier (1971) "el método geográfico apunta a analizar una porción del espacio concreto, esto es investigar todas las formas de relaciones y combinaciones que puedan existir en la totalidad de los elementos posibles". En este sentido la Geografía fue considerada una *ciencia de síntesis* (George, 1973).

Podríamos considerar a *síntesis geográfica* como una *integración vertical* de variables. En un sentido funcional existe al mismo tiempo una *integración horizontal* que nos lleva al concepto de *interacción espacial* que ya hemos mencionado anteriormente [**Capítulo 3: 3.2.2.**] y del cual se derivan conceptos como los de *movimiento*, *red*, *nodo* y *jerarquía* propuestos como base de la visión puramente modelística (Bunge, 1962;

1966) y del análisis locacional (Haggett, 1965). En este sentido cabe destacar la gran importancia que las interacciones horizontales han tenido, a tal punto de ser considerado el análisis de la *circulación* el método fundamental de la Geografía Humana (Gottmann, 1947).

El concepto de *movimiento* se torna básico al estructurar el espacio geográfico dejando sus marcas particulares. Este movimiento puede ser estudiado a través de la geometría de las *redes*, por ejemplo recurriendo al uso de la *Teoría de Grafos* (Sánchez, 1998), o mediante el empleo de modelos como los derivados de la *Física Social*, definida como el campo de aplicación de desarrollos analíticos de la Física a ciertas problemáticas sociales (Stewart, 1950). Cabe destacar que el modelo gravitacional de Newton ha sido ampliamente utilizado para el estudio de movimientos migratorios, difusión espacial, cálculos de puntos medios de distribuciones puntuales y hasta los hexágonos regulares se consideraron resultados de esta variable, ya que son un área donde se minimizan los costos del movimiento dentro de límites precisos (Haggett, 1965).

Las tendencias actuales en geometría fractal pueden apuntar el tema a diferentes escalas verticales a través del concepto de *autosimilitud* y horizontal con el cálculo de la *dimensión fractal*, se presentan nuevas pautas geométricas para datos puntuales, lineales y areales, apuntando al análisis de los patrones que cuentan con una variada irregularidad y fragmentación (Buzai et al, 1998). Llamativamente, el concepto de *fragmentación* se presenta actualmente con cierta importancia en varias perspectivas, en la *Ecología de Paisaje* a través de la estructuración de los elementos del paisaje a diversas escalas (Turner, 1987), en cuanto al paisaje cultural a través de la *arquitectura posmoderna* (Harvey, 1989) y en la renovada geometría que se encuentra entre el orden y el caos (Mandelbrot, 1983).

3.2.4. Significancia

Las relaciones temáticas de importante amplitud que se establecen en las perspectivas horizontal y vertical que hemos analizado, en las cuales resulta fundamental la selección de variables que se utilizan para medir las relaciones en cuestión, presentan

el problema de la determinación de *significancia* en las mismas, es decir, definir la importancia que se le atribuye a cada una de ellas para ser incluida o descartada del análisis, cuestión inevitable ante la imposibilidad de considerar todos los aspectos que se pueden incluir en un espacio geográfico específico.

Ante la búsqueda de una solución en tal sentido surge la noción de *paisaje* como manifestación empírica y visible de la multiplicidad de relaciones que puede ser captada a través de la experiencia (Hellpach, 1992). Hettner (1927) manifiesta que solamente deben considerarse las variables que tienen incidencia directa en la diferenciación de la superficie terrestre y Hartshorne (1939) amplía a la inclusión de variables genéricas si se demuestra que actúan con importante influencia en relaciones de tipo causal. Ante el desarrollo del cuantitativismo, la significancia es un inconveniente que pasa a segundo plano, puesto que mediante el uso de procedimientos estadísticos se puede reducir la cantidad de variables a las mínimas indispensables a través de análisis de correlación o la determinación de factores que actúan como *macrovariables* en el Análisis Factorial (*Factor Analysis*) o como resultado de los procedimientos de Análisis en Cadena (*Linkage Analysis*). En este sentido Dobson (1983) alerta acerca de que los procedimientos automáticos en Geografía han producido un divorcio entre la selección de datos y el análisis de los mismos, mientras que en las posturas posmodernas se sigue la tendencia de la aespacialidad que se deriva del *Paradigma Crítico* (Soja, 1989) en el sentido de que los procesos sociales se reflejan en las formas espaciales ante la construcción social del espacio. Este reflejo no se produce de forma lineal, razón por la cual, la mayor significancia se encontraría en manifestaciones causales muy difíciles de ser percibidas desde un punto de vista empírico.

3.2.5. Temporalidad

Los estudios geográficos son básicamente abordajes del presente, sin embargo en ningún momento se ha dejado de reconocer que la *variable temporal* es de primordial importancia en la realización de un análisis geográfico completo (Cliff y Ord, 1981), siendo que lo *histórico* no debe encontrarse ausente para la comprensión de los patrones espaciales de la actualidad.

Según Hartshorne (1959) el tiempo se presenta en Geografía de varias maneras; cómo el tiempo que se incluye en lo que se llama *presente*, el tiempo pasado que ayuda a descubrir tendencias y en los estudios *genéticos* que apuntan al origen de los procesos. En este sentido, cada período del pasado puede presentarse como diferentes *geografías del presente*, por lo tanto un estudio comparativo de estas diferentes *geografías* a través de sucesivos períodos de tiempo permite abordar los aspectos cambiantes de una determinada porción del espacio geográfico.

Estas consideraciones teóricas se encuentran de forma explícita en el trabajo de Monmonier (1990), ya que brinda las pautas metodológicas para el tratamiento temporal en Geografía a través de la utilización de diferentes capas temáticas de información con configuraciones expresadas en diferentes intervalos. Con posterioridad [Capítulo 5:5.2] se presenta un análisis más detallado.

Si bien se considera que el geógrafo se aproxima a la causa de los fenómenos geográficos tomando como referencia el proceso histórico, cabe considerar que los fenómenos humanos varían con mayor rapidez que los físico-naturales (Jones, 1956), por tal motivo se deben incluir en su estudio una mayor cantidad de *geografías del presente* a intervalos reducidos. En este sentido cabe destacar que Hägerstrand (1967, 1970) ha determinado configuraciones que representan el nivel personal (Pred, 1973, 1977; Parkes y Thrift, 1978).

Desde un punto de vista cuantitativo, el *tiempo* fue conceptualizado como cuarta dimensión de la *matriz de datos geográfica* (Berry, 1964) como *nivel de profundidad* y en este sentido, las diferentes matrices de información contienen temas similares en distintos momentos históricos, posibles de ser comparados en el sentido de las columnas (unidades espaciales a través del tiempo), de las filas (variables en la totalidad de unidades espaciales a través del tiempo) o en una celda (un hecho geográfico a través del tiempo).

De la misma forma que se ha diferenciado un espacio *absoluto y relativo* (Sack, 1980) también se ha conceptualizado una relación *espacio-tiempo* con similares

características (Peuquet, 1994). Mientras el primero pone su foco de atención en la superficie terrestre, el segundo lo hace sobre los objetos, por lo tanto estas dos visiones privilegian estudios relativos a la *diferenciación e interacción*, respectivamente.

El concepto de *matriz geográfica* ha variado a lo largo de su historia (Cebrián, 1994), razón por la cual se han ampliado las posibilidades metodológicas para su tratamiento. La flexibilidad que brindan las modernas tecnologías digitales incorporan tiempo y espacio, al brindar la posibilidad de incorporar cada *hecho geográfico* - medición concreta- a una porción de espacio específico y, en este sentido, también se puede acceder a una perspectiva complementaria de ambas visiones.

Dinámica # 3

quadtree

CAPÍTULO 4

PERSPECTIVA SOCIOCULTURAL Y CIENTÍFICO- TECNOLÓGICA A FINALES DE SIGLO

4.1. DE LA MODERNIDAD A LA POSMODERNIDAD

4.1.1 El orden *Moderno*

El paso de la *Edad Media* a la *Edad Moderna* se considera concluido en el siglo XVI. Considerando los *viajes de descubrimiento* Cristóbal Colón llega al continente americano en 1492 y expande las rutas comerciales conocidas. Desde la *religión* en 1524 se produce la reforma protestante de Martín Lutero que elimina el *criterio de autoridad* al desestimar la autoridad papal y proponer la libre interpretación de la Biblia (Roa, 1995) y, desde la *ciencia*, en 1543 Nicolás Copérnico publica *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, en el cual el Sol ocupa el lugar central de nuestro sistema planetario y desplaza al hombre del centro del universo (Hoyle, 1976).

En este contexto de cambios profundos, los aspectos que guiaron la organización social de la población en la *nueva era* y que se fueron consolidando paulatinamente durante la totalidad del período que abarca la época denominada *Revolución Científica* [Capítulo 2:2.1.] tienen predominancia ininterrumpida hasta la actualidad.

Podemos desatacar que el período se caracteriza por considerar la superioridad del hombre por sobre todos los seres del planeta, en este sentido la *razón* es considerada el medio de mayor aptitud para conocer la realidad del mundo, y como método, la lógica matemática a través de sus ecuaciones se presenta como la mejor forma de representación. El proyecto de la modernidad se apoyaba en la idea de logro de un *progreso* de carácter universal (Diaz, 1988).

La ciencia ocupa un lugar destacado pues ha superado ampliamente el conocimiento *mítico-religioso* propio de la Edad Media y se apoya en la consideración

de diferentes dicotomías en cuanto al estudio de lo real. Según Roa (1995) se separan *sujeto-objeto*, *alma-cuerpo*, *conciente-inconciente* entre otros. La primera de ellas es fundamental para el desarrollo de la actividad científica ya que permitía llegar a la consideración de que era posible lograr una verdadera *objetividad* en cualquier investigación²⁵, la segunda permite estudiar el cuerpo humano como cualquier otro objeto material y la tercera permite que se considere lo *racional*²⁶ para guiar los destinos de la sociedad al mismo tiempo de eliminar lo irracional como aspectos *míticos* o productos de la *fe* (Sagan, 1997).

Si bien la modernidad se presenta como un período histórico que ha buscado una permanente exactitud a través de lo racional, ha sido también un período de turbulencias a causa de la constante búsqueda de nuevas perspectivas de análisis (ej. ciencia) y representación de lo real (ej. arte). Esta búsqueda llevó a una alternancia continua de diversas *vanguardias* como ideologías dominantes en variados campos. En este sentido, desde el punto de vista de la ideología los diferentes *-ismos* muestran perspectivas muchas veces en conflictos y se encuentran guiados por *metarrelatos* específicos como "grandes relatos" que legitiman y fundamentan las prácticas sociales, políticas, éticas y las formas de pensar (Lyotard, 1987). Cabe mencionar que la palabra *moderno* deriva de *moda*, que representa lo que se encuentra en estado provisorio a la espera de algo más nuevo y así sucesivamente de forma ininterrumpida.

4.1.2. La Posmodernidad ¿es una nueva vanguardia de la Modernidad?

La modernidad constituyó un período de constantes cambios, de diversas *vanguardias* que impactaron permanentemente todas las manifestaciones de la *organización social* y sus *perspectivas culturales*. En la actualidad muchos pensadores están convencidos de que el período de la *Modernidad* ha llegado a su fin y más allá de

²⁵ Evitar tener prejuicios ante el análisis de lo real permite lograr una verdadera "objetividad" en la investigación científica. En este sentido "objetividad" y "verdad" son consideradas como sinónimos (Myrdal, 1970).

²⁶ El conocimiento científico es eminentemente racional. Véase la definición de ciencia que presenta Bunge (1981:9) para quien es un cuerpo de ideas "racional sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible".

que el término *posmoderno*, según Eco (1987), pueda aplicarse en la actualidad a variadas situaciones sin una verdadera reflexión, autores como Berman (1982), Lyotard (1987), Harvey (1989), Vattimo (1990) y Lipovetsky (1992, 1994) se han encargado de analizar sus características específicas con el propósito de demostrar que es un período *diferente* y con ello brindarle identidad.

El fin de la modernidad se produce ante la gran desilusión sufrida a causa de que no se ha mejorado notablemente la condición humana luego de cuatro siglos de constantes transformaciones basadas en *lo racional*²⁷. En este sentido, algunos autores (Roa, 1995) establecen que su fin puede fecharse en 1968, al finalizar el movimiento estudiantil en París que con el lema *La imaginación al poder* presentaron al mundo la última de las *utopías*, mientras que otros (Harvey, 1989) han encontrado eventos simbólicos específicos para delimitar el comienzo del período²⁸.

4.1.3. Las manifestaciones *posmodernas*

Las manifestaciones en la organización social del nuevo período son evidentemente concretas y se las puede ver en diferentes esferas.

Lo que se denomina normalmente *condición posmoderna* es la condición del saber en las sociedades capitalistas avanzadas (Jameson, 1992). Según Lyotard (1987) es un período que se puede caracterizar principalmente por la incredulidad en los *metarrelatos* y se corresponde a un tipo particular de sociedad que basada en aspectos económicos se denomina *posindustrial* (Bell, 1973; Touraine, 1973). Al finalizar la

²⁷ Esta desilusión se presenta a causa de que ninguno de los grandes proyectos de ideologías como el iluminismo, positivismo y marxismo han obtenido su finalidad y, en este sentido han fracasado todas las formas políticas asociados a ellos (liberalismo, socialismo, comunismo, entre otros). Resulta patético que a pesar del gran avance que ha logrado la humanidad en muchos campos, a finales de siglo la sociedad humana se encuentre muy lejos de muchos ideales universales, por ejemplo el de la libertad (Swerdlow. 1998).

²⁸ Harvey (1989) citando la consideración de Charles Jencks presenta una fecha como final simbólico del paso del modernismo al posmodernismo: 15 de Julio de 1912, día en el que fuera dinamitado el proyecto arquitectónico habitacional Pruitt-Igoe de Saint Louis (realizado bajo las premisas de los CIAM, Le Corbusier (1941) y otros arquitectos del "modernismo") por considerarse inaceptable como vivienda para la población de bajos ingresos.

segunda guerra mundial, los países capitalistas centrales se caracterizaron por un notable desarrollo de las fuerzas productivas a través de la automatización, lo que trajo para la población modificaciones profundas en su organización y modificaciones de importancia en la composición social.

En la *Economía* se presenta el paso del *Modelo Fordista* denominado Industrial al *Modelo Posfordista* o de *Acumulación Flexible* (Swyngedow, 1986) denominado Posindustrial. Los cambios fundamentales se producen en el paso que va de una producción en masa de bienes homogéneos a una producción en pequeñas partidas de bienes diversificados para mercados específicos, de grandes *stocks* en almacenes a su eliminación, de *test* de calidad después de la producción al control de calidad como parte del proceso productivo, de un exponente industrial metalmecánico a las tecnópolis (Castells, 1994), de un proceso de decisión vertical a uno horizontal, de una gerencia operativa a una estratégica, de una reproducción mecánica a una electrónica, de un trabajo especializado a la capacitación flexible (Hammer, 1998), de personal asalariado a trabajadores independientes con contratos individuales, de puestos permanentes a temporales y de un pleno empleo a la desocupación mundial (Forrester, 1997).

Las relaciones económicas y financieras, apoyadas por la alta tecnología de las comunicaciones, son las que permiten hablar de procesos de globalización irreversibles. Se pasa de los sistemas nacionales al sistema mundo (Dollfus, 1992) y de esta forma se percibe un cambio político que va de la bipolaridad capitalismo-comunismo a una multipolaridad de sistemas híbridos (Nederveen Pieterse, 1995), del poder de "los sindicatos a un poder financiero y del Estado de Bienestar a los procesos de democratización neoliberales generalizados. En esta situación geopolítica el papel del Estado Nacional se ve alterado, y los cambios van de los procesos de regulación a la libre competencia, de convenios colectivos a acuerdos por sectores, de la socialización del bienestar a la privatización de los servicios sociales, de la centralización a la descentralización decisional y del Estado que subsidia al que compete.

La *Ciencia* y la *Tecnología* también se encuentran en un periodo de cambio en sus desarrollos específicos, sus concepciones se modifican desde un mecanicismo con

tiempo reversible (Figura 4.1) a la irreversibilidad, incertidumbre y procesos no-lineales de autoregulación (Nicolis y Prigogine, 1977, 1989; Prigogine, 1980; Prigogine y Stengers, 1984), de los sistemas generales a sistemas complejos donde intervienen múltiples niveles de organización y escalas de teorización, del modelo determinista con base en las ciencias físico-naturales a modelos adaptativos de mayor amplitud, de los patrones geométricos euclidianos a la geometría fractal (Mandelbrot, 1982; 1984) y del privilegio del tiempo a la consideración del conjunto espacio-tiempo (Harvey, 1989). En esta línea se produce al mismo tiempo la reestructuración educativa generalizada en los noventa (Armstrong, 1990; Murphy, 1992) y el avance notable de la educación a distancia apoyada por las tecnología de comunicación (fax, internet) donde el aula de ser centrípeta -los alumnos acuden a ella como centro- pasa a ser centrífuga -como centro que irradia saberes a diferentes ámbitos- (Battro y Denham, 1997).

La *lógica social del espacio* (Hillier y Hanson, 1982) se presenta visible en cuanto patrones espaciales que reflejan los procesos sociales mencionados con anterioridad. En este sentido se pueden determinar pautas espaciales cambiantes que van de una renovación del espacio a su revitalización (Harvey, 1989), de los límites territoriales precisos a una imprecisión funcional, de los centros de decisión como nodos del capitalismo mundial al protagonismo de las ciudades de tamaño intermedio como organizadoras del espacio (Vapñarsky y Gorojovsky, 1990) y de la división del trabajo a la integración espacial de la producción (Bortagaray y Pelaez, 1993).

En síntesis, la sociedad, la cultura y la ciencia encuentran características especiales en el período de la *posmodernidad* y la totalidad de manifestaciones que hemos mencionado se encuentran en diferentes momentos de transición más o menos avanzados, pero en ningún caso se ha eliminado aún por completo la situación inicial, sino que en todos los casos se mantienen de forma conjunta y conviven. Los aspectos sobresalientes que sirven para enmarcar con mayor detalle el contexto en el cual se desarrolla la Geografía de final de siglo y el *Paradigma Geotecnológico* serán desarrollados a lo largo del capítulo y a continuación serán despejados aspectos específicos que resultan de suma utilidad para el análisis.

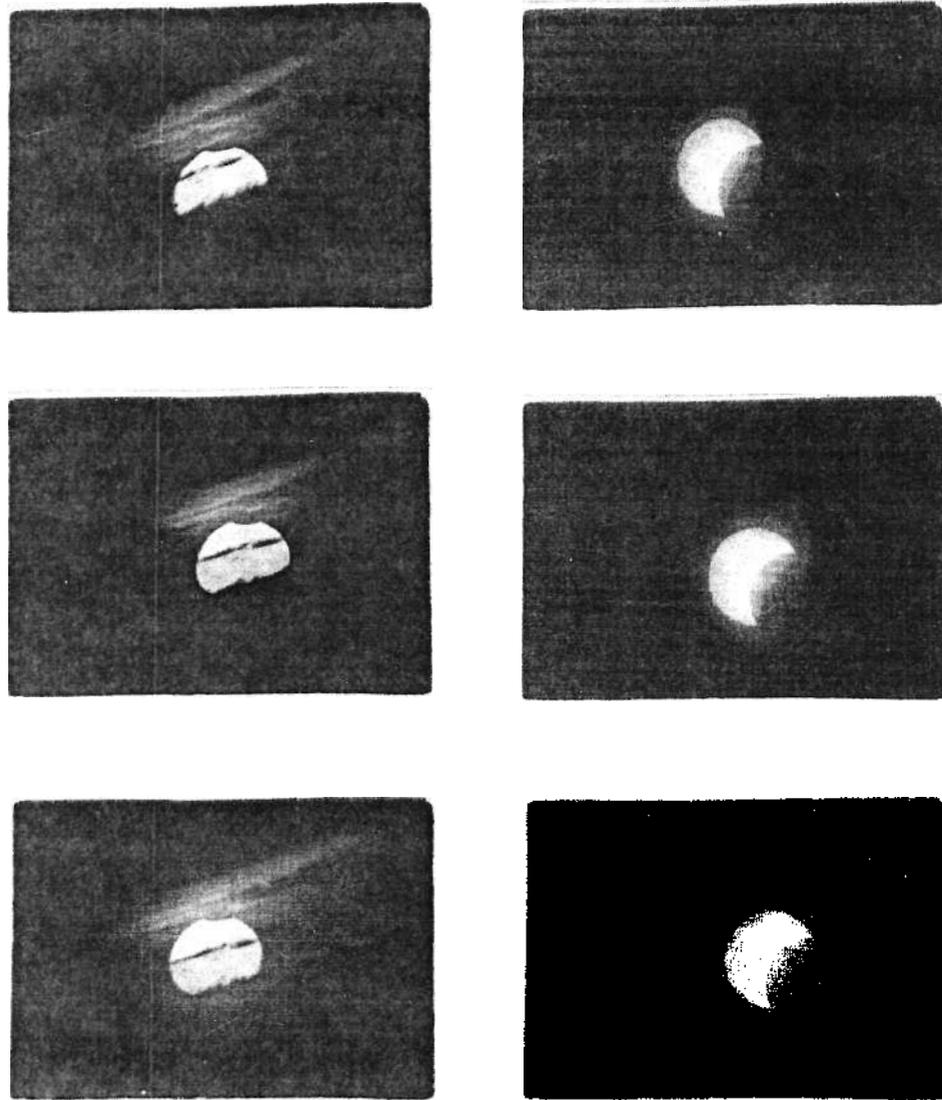


FIGURA 4.1.

Los eclipses han sido tomados por la ciencia *moderna* como ejemplos concretos del determinismo en las leyes de la naturaleza. Son eventos predecibles con exactitud al considerar que los movimientos de los astros pertenecientes al Sistema Solar se realizan como los de un mecanismo de relojería.

La secuencia fotográfica pertenece al eclipse solar anular anunciado por U.S. Naval Observatory para el 29 de Marzo de 1987 visto de forma parcial desde Buenos Aires. A la izquierda, comienzo del eclipse (7:10 hora local) con el Sol sobre el horizonte apenas tapado por la Luna en su parte superior y a la derecha el momento en que se ha alcanzado una parcialidad del 40%. El equipamiento utilizado fue un telescopio *reflector newtoniano* de 110 mm de diámetro y 830 mm de distancia focal, acoplándosele una cámara fotográfica reflex Praktica MTL3.

Fotografía: Gustavo D. Buzai (Marzo de 1987), publicadas el mismo año en *Pulsar* (Bulletins et Circulaires 11, 661 (78):140, París), *Griffith Observer* (Sky Jinks, 51 (7):16-18, Los Angeles) y *Fotobjetivo* (Eclipse en primer plano, 4 (48): 58-59, Buenos Aires).

4.2. CULTURA POSMODERNA

4.2.1. El rol del lenguaje

Si se ha desvanecido la convicción de poder lograr aquellas *utopías* que propusieron los *metarrelatos* en la era de la *modernidad*, lo que sobrevive durante la *posmodernidad* es el presente y el pasado. En este sentido, el lenguaje actual comienza a considerar obsoletas aquellas palabras que dan idea de futuro (utopía, proyecto, progreso) para dar paso a otra serie de conceptos (renovación, reciclado, imagen) que apuntan a lo inmediato.

El ámbito de las ciencias sociales en general y el de la geografía en particular, experimentó un amplio debate respecto del papel del lenguaje, que aún continúa, en el cual Curry (1991) considera que mucho de lo que se percibe como nuevo en los trabajos de los *geógrafos posmodernos* aparece dentro de la tradición *moderna*, luego de centrar su análisis en la influencia que ha tenido el *deconstructivismo posmoderno* en los círculos académicos²⁹. Las respuestas de Pred (1992) y Hannah y Strohmayer (1992) no hacen otra cosa que mostrar esta influencia que la filosofía posmoderna ha tenido en algunos discursos geográficos actuales, sin embargo la falta de control en el lenguaje, que se presenta como centro de la discusión, no se debe constituir un medio para entorpecer a través de sutilezas cualquier análisis.

Efectivamente, la perspectiva deconstructivista de Derrida (1989) ha tenido gran influencia en los círculos académicos actuales (Stephens, 1990), donde se proponen altos niveles de teorización en una discusión acerca de si el lenguaje puede ser considerado o no un instrumento apto para aprehender la realidad. La crítica a la falta de control en el lenguaje científico tradicional (moderno) no encuentra fundamentos contundentes debido a la imposibilidad que presenta al tener que avanzar en la construcción del conocimiento sin haber conservado un punto de partida sólido y Curry (1991, 1992) puede determinar este inconveniente en el lenguaje de los denominados *geógrafos posmodernos*.

²⁹ *En la posmodernidad el concepto de "verdad" se sustituye por el de "interpretación". Como una de las maneras privilegiadas de representar lo interpretado es el lenguaje, se expresa que al existir diferentes ámbitos donde se hace uso del discurso se pueden determinar distintos criterios de legitimación. Por tal motivo, los discursos trasladados de uno a otro contexto necesitan reinterpretarse entre sí.*

Particularmente, en el caso de la utilización de ecuaciones matemáticas como *metáforas* sin sentido por parte de los filósofos que guían el estudio de la posmodernidad, encuentran una crítica importante en el estudio de Sokal y Bricmont, a partir del cual se instala una acalorada polémica (Moledo, 1997).

Sin embargo, si por un lado el *deconstructivismo posmoderno* apunta hacia la indeterminación del lenguaje y con ello hacia la indeterminación en la representación de lo real, a las trampas posibles de ser utilizadas en la relación *significado-significante* como aspectos *socialmente producidos* a fin de ejercer una forma difusa de control (Spretnak, 1992), no cabe duda de que las ciencias y tecnologías a finales de siglo se apoyan cada vez más en el lenguaje y en consecuencia no se puede hablar de aspectos *difusos* dentro de este contexto cuando se han hecho necesarias gran cantidad de estandarizaciones y precisiones al emplear las modernas tecnologías digitales. En este sentido, según Lyotard (1995; 14) lo anterior puede comprobarse en "la fonología y las teorías lingüísticas, los problemas de la comunicación y la cibernética, las álgebras modernas y la informática, los ordenadores y sus lenguajes, los problemas de traducción de los lenguajes y la búsqueda de compatibilidades entre lenguajes de máquina, los problemas de la memorización y los bancos de datos, la telemática y la puesta a punto de terminales inteligentes, la paradjología; he aquí testimonios evidentes, y la lista no es exhaustiva". Por supuesto, el presente estudio apunta, entre otras cosas, al análisis del nuevo lenguaje de la automatización en Geografía y, en este sentido, el deconstructivismo como metodología de aproximación a la realidad queda totalmente fuera de lugar, ya que las modernas tecnologías de comunicación no permiten ambigüedades y como lo considera Wigley (1995), el lenguaje y las formas de comunicación realizadas a través de las modernas tecnologías deben ser más exactas y producir un cerramiento más estricto que el de las paredes sólidas.

4.2.2. Manifestaciones relacionales: Hibridación cultural.

La visión tradicional que impera acerca de la diferenciación cultural y particularmente en lo que respecta a la relación entre diferentes culturas en la era posmoderna, se basa en el concepto *clash of civilizations* propuesto por Huntington

(1993) y que se refiere a aquellas zonas con límites demarcatorios posibles de verificar empíricamente que dividen áreas de conflictos permanentes. Desde este punto de vista Kavolis (1988) tomando la religión, encontraría siete *esferas culturales* que brindan -al igual que las placas tectónicas- un amplio marco de regionalización mundial y, de esta manera, la posibilidad de representar cartográficamente un planisferio cultural.

La diferenciación cultural se mantiene de forma constante, perdura y presenta momentos de notable tensión en los enlaces que se producen a causa del pujante avance de la globalización [Capítulo 4:4.3] que entre otras cosas apunta a una creciente eliminación y falta de sentido de muchos tipos de fronteras. Por lo tanto, un abordaje que intente el análisis de esta situación, tendrá que considerar las especificidades culturales concretas en un nivel interno y al mismo tiempo los discursos que justifican un posición cultural respecto de las demás, generalmente cargados de una alta dosis de *etnocentrismo*.

Si bien las perspectivas antropológicas de finales de siglo han logrado avanzar hacia la aceptación extendida del concepto de *relativismo cultural* separado notablemente de las posturas que invocan el racismo (Kluckhohn, 1984), la perspectiva de diferenciación cultural -innegable a determinada escala de trabajo- sigue teniendo peso en muchas visiones *geopolíticas* del mundo actual y con ello se presenta un marco para la justificación de conflictos.

Con la conceptualización de una *McDonalización* de la sociedad propuesta por Ritzer (1993) se avanza en otra perspectiva de análisis que privilegia el abordaje de una creciente homogeneización cultural a través del impacto social que ha producido lo que hace más de dos décadas atrás Palloix (1975) denominó como *transnacionalización de la economía* e internacionalización del capital a través de las empresas multinacionales.

Las características destacadas de la *McDonalización* se basan en la estrategia de ser eficientes, calculables, rápidos y predecibles. Una estrategia que como proceso global brinda la posibilidad estandar que tiende al desarrollo de similitudes independientemente del espacio geográfico en el cual se encuentren ubicados se presenta como una situación de comodidad que presenta un *no-lugar* de acuerdo con el análisis de Auge (1993). Por lo

tanto, una visión que aborde estas cuestiones debe apuntar al tema de la *convergencia cultural* que crece por uniformidades sin respetar los límites internacionales y las zonas de *clash* de Huntington (1993), por lo que la diferenciación cultural se esfuma lentamente en un proceso continuo de pérdida de identidad o en la búsqueda de identidades emergentes (García Canclini, 1990).³⁰

Muchas perspectivas abordan el estudio de la relación entre la cultura posmoderna y los procesos de globalización [**Capítulo 4:4.3**] como el conflictivo cambio de escalas que va desde el *sitio* al planeta, desde *lo local* a *lo global*³¹ (Chomsky y Dieterich, 1997) en aspectos a veces complementarios y a veces contradictorios.

Las posturas relativas a la *diferenciación* y a la *convergencia* cultural presentan notables evidencias de la *modernidad*. La primera en el sentido de la justificación de la exclusión por diferenciación cultural³², mientras que la segunda vincula aspectos culturales particulares con una producción en serie y predecible, cuestión que se analiza como producción industrial *fordista* que se refleja en la división internacional del trabajo.

La época posmoderna basa su discurso en el análisis cultural de las relaciones particulares que se presentan como *diferenciación-convergencia* y su resultado como *cultura de la fragmentación* (Harvey, 1989). De esta manera, Nederveen Pieterse (1995, 1996, 1997) analiza el proceso de globalización como formador de una *hibridación cultural* y lo presenta como *paradigma alternativo* a las posturas extremas anteriores.

³⁰ Por ejemplo, los 17 millones de hispano-parlantes que hay aproximadamente en Estados Unidos están produciendo un proceso de hibridación cultural de gran impacto a través del lenguaje. Según Ferré (1997:22) el "spanglish", que es el idioma español de la minoría latina en dicho país, "es un vehículo de comunicación maravillosamente eficaz entre los latinos y les da un particular sentido de identidad que les brinda poder y estabilidad psicológica. También es un instrumento artístico versátil y creativo, y encarna el concepto de fronteras fluidas e identidades múltiples de la comunidad global hacia la que todos, al parecer, nos dirigimos".

³⁰ De lo local a lo global. Pizza Hut de Moscú apoyó a la democracia rusa -y con ello el proceso de globalización- al enviar comida gratuitamente a las personas que se encontraban en las barricadas en defensa del sistema, en contra del golpe de estado de 1991 que finalmente fracasó (Edwards, 1993).

³² El concepto "generos de vida" utilizado desde un punto de vista geográfico por Vidal de la Blache (1911) se presentó como un elemento teórico de importancia para justificar la expansión colonial francesa en África a principios del siglo veinte [**Capítulo 1: 1.1.2.**].

Cabe destacar que esta hibridación se presenta a finales de siglo como condición posmoderna de resquebrajamiento, en la cual surgen conocimientos y creencias que la *cosmovisión de la modernidad* -con una alta dosis de cientificismo- mantenía ocultos a través de su desvalorización.³³

En un nivel espacial, la hibridación cultural se hace más notable en los ámbitos urbanos a través de la relación que se establece entre las culturas locales y las visiones del mundo que llegan a través de los medios de comunicación masiva (Wark, 1994) con la incorporación de diversas *tecnologías de punta* producida en los centros mundiales. De esta manera surgen nuevas formas en la administración socioespacial urbana (Gray de Cerdán, 1994; Healey et al., 1995; Finkelievich, 1996) que con posterioridad se trasladan a las diversas regiones de los espacios nacionales, pues como lo hemos analizado para el caso argentino (Buzai, 1992), los *centros de gestión* urbanos se presentan como el segundo nivel espacial en el proceso de transnacionalización de las decisiones que se producen en el nivel de los *centros de decisión* internacionales (Stephens, 1982; Castells, 1995).

En cuanto a la relación *cultura-incorporación tecnológica* se discute si las tecnologías actuales presentan la posibilidad de una globalización profunda o por el contrario, solamente globalizan aspectos superficiales de la cultura, por ejemplo los hábitos de consumo en vestimenta, comidas, etc. (Nederveen Pieterse, 1997). Es posible que lo primeramente visible sea la manifestación superficial y que en una instancia posterior sea inevitable considerar la perspectiva de Waters (1995:56) para quien "los cambios materiales localizan, los cambios políticos internacionalizan y los cambios simbólicos globalizan".

³³ Para el caso de los nuevos abordajes de la naturaleza a través de la teoría del caos, se ha revalorizado la perspectiva de "intuición geométrica" presentada por Poincaré (Aneas de Castro, 1995), cuando el concepto de "intuición" -imposible de ser medido- jamás podría haber sido vinculado a la geometría, que fuera considerada durante la revolución cuantitativa en geografía como el lenguaje de las formas espaciales (Harvey, 1969).

Por lo tanto, más allá de ser pensadas las nuevas tecnologías de las comunicaciones como aspectos materiales que afectan aspectos culturales superficiales, se presenta la necesidad de adoptar una postura más abarcativa que contemple a la tecnología como elemento de carga simbólica que presenta particulares visiones del mundo, entonces ¿de qué forma chocará la carga conceptual de la tecnología respecto de los valores culturales particulares?. La respuesta queda abierta en cuanto a su dificultosa predicción y los infinitos matices que pueden brindar los procesos de hibridación cultural.

Las relaciones producidas a través de elementos tangibles, como el intercambio comercial y la transferencia de tecnología, producen una creciente falta de conciencia en la diferenciación cultural y privilegia las uniformidades. La geotecnología avanza en tal sentido, impactando en las comunidades científicas específicas e implementándose en organismos burocráticos con similares objetivos. Su resultado en la ciencia constituye una nueva visión (Buzai, 1996a), la interpretación de la respuesta geotecnológica hacia el proceso de toma de decisión puede ser una tarea más delicada, puesto que en este punto pueden surgir cuestiones de *equidad* como meta final de la aplicación y éste resulta ser un concepto actual en permanente cambio y que lleva a controversia.

4.2.3. El entorno material

Las manifestaciones de la cultura posmoderna se evidencian con mayor ímpetu en el espacio urbano, debido a que dicho ámbito -y principalmente en el de los *centros de gestión* (Buzai, 1992)- se comporta como nodo de la amplia red de lazos transaccionales que el sistema capitalista ha creado a nivel mundial, en lo que hoy se denomina *sociedad informacional* (Castells, 1995). Esta conexión hace que las pautas culturales globales se instalen allí con mayor dinamismo.

Una de las formas características en que el espacio urbano participa en el sistema social es como *símbolo* (Bassand, 1986) tomado en el sentido de *morfología social* propuesto por Mauss (1966), es decir, como conjunto de construcciones materiales que tienen funcionalidad para la vida colectiva. El trabajo de Lynch y Rodwing (1958) había encarado la cuestión desde un punto de vista estrictamente material considerando que el

sistema urbano se componía de un *espacio adaptado* y un *sistema de flujo* con el cual pueden definirse diversos aspectos de la aglomeración.

Con el avance de la técnica, esta morfología social cada vez se presenta con un nivel mayor de antropización que en ciertas áreas urbanas alcanza la totalidad. En la era moderna la construcción social del espacio urbano estuvo marcada principalmente por la planificación y la zonificación de los usos del suelo (Chapín, 1965), mientras que en la era posmoderna se buscan estrategias pluralistas [**Capítulo 4: 4.2.4.**] que aborden el espacio urbano como resultado de un *collage* histórico de vigencia actual (Harvey, 1989). La posmodernidad ve el ámbito urbano como algo fragmentado³⁴ y debe actuar ante una nueva forma de percibir la realidad.

Los proyectos arquitectónicos también cambian. La denominada "arquitectura moderna" es considerada por Alexander (1973) un grave error no deliberado asociado a la filosofía de la producción en masa y propone el método del *pattern language* para eliminar los aspectos estandarizados a fin de que la misma población pueda expresar sus ideas de *habitat* en términos arquitectónicos. Por lo tanto, este avance metodológico apunta a una diversificación creciente que aparecería desde un punto de vista cultural como resultado inevitable. Según Jencks (1984) es producto de dos diferentes cambios tecnológicos, el primero el avance de las comunicaciones y el derrumbe de las fronteras espacio-temporales, y el segundo como resultado de la producción flexible, que tiene más relación al artesanato del siglo pasado que al avance tecnológico y la organización de los procesos productivos del presente siglo.

Si el proyecto arquitectónico de la modernidad era la producción de espacio urbano con un objetivo social, en la posmodernidad la construcción es autónoma y realizada principalmente bajo pautas estéticas. La construcción arquitectónica posmoderna transita el camino que va de la renovación a la revitalización (Harvey, 1989)

³⁴ La ciencia aporta a esta consideración teórica una posibilidad metodológica: la aplicación de la geometría fractal como método para medir el grado de irregularidad y fragmentación en los patrones espaciales [**Capítulo 5: 5.5.3.**]. Mediante el uso de la geometría fractal las perspectivas cuantitativas amplían su metodología avanzando sobre el orden "moderno" de la geometría euclidiana de valores enteros.

y en ella el *reciclado* y el respeto hacia los diferentes estilos aparece como punto central (Figura 4.2.) en espacios fragmentados y superpuestos.

En síntesis, frente al orden de la construcción social del espacio moderno [Capítulo 1: 1.1.2.], la posmodernidad refleja una construcción social del espacio en que se refleja lo discontinuo, lo fragmentado y hasta lo caótico mediante la coexistencia de diferentes realidades históricas en un mismo espacio-tiempo.

4.2.4. Actuales cuestiones de *Equidad*.

El concepto de *equidad* ha sufrido cambios relevantes. Lograr la igualdad (por ejemplo en la administración de justicia, adjudicación de viviendas, la libertad) en la sociedad *moderna* era sinónimo de brindar las mismas posibilidades para todos a través de un similar acceso a la totalidad de bienes y servicios indispensables para la población, y se constituía en un objetivo primordial de ciertos *metarrelatos*. En la sociedad *posmoderna*, la *equidad* como justicia social se puede obtener únicamente a través del reconocimiento de las diferencias y con ello, la posibilidad de llevar a cabo diferentes planes de acción a fin de lograr diversas capacidades en los individuos hacia la búsqueda de objetivos específicos de logro.

Desde este punto de vista, cambia el sentido de la metodología. La aplicación de geotecnología puede apuntar a la búsqueda de una tipología espacial en base a la utilización de variables significativas; si se aplican procedimientos que no respetan la contigüidad es posible que los resultados sean más realistas que a partir del logro de regionalizaciones en las cuales la unión de las unidades espaciales se fuerza dentro de límites muy amplios. Por lo tanto, para manejar los resultados a fin de ser aptos para la gestión socioespacial dentro del nuevo contexto se presentan dos opciones: o se logran regiones *contiguas* con similares niveles de inequidad interior o se realizan planes de gestión para las áreas *discontiguas* cartografiadas.

Tal es el impacto de este cambio en el contenido del concepto, que autores como Harvey (1995) han dejado de utilizar el concepto de *clase social* como grupo sociológico en favor de la relación entre la gente y sus características propias en cuanto

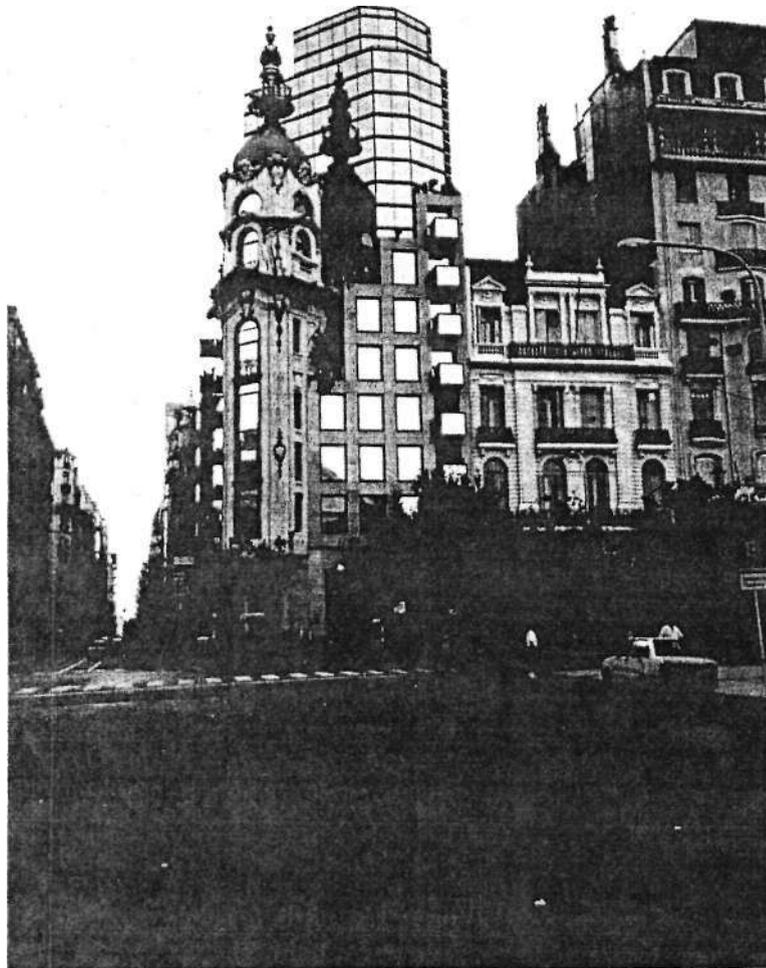


FIGURA 4.2.

La arquitectura posmoderna refleja el atardecer en el centro de Buenos Aires. Se presenta como el resultado de procedimientos de revitalización urbana en la que se logra la convivencia de diferentes épocas en el mismo predio. La cúpula (el pasado vigente) presenta una imagen fragmentada en el reflejo de los cristales (el presente vigente) en una escena de *collage*.

Esquina de Talcahuano y Tucumán, frente a la plaza Lavalle en Tribunales.

Fotografía: Gustavo D. Buzai (Diciembre de 1996).

al proceso de acumulación de capital, que puede llevar a la aplicación de estrategias similares para grupos de clase social diferentes en base a los conceptos tradicionales. Por lo tanto, si cambia el concepto de *clase social* también cambia el de *socialismo* y sus métodos como proyecto universal³⁵, frente al sistema capitalista global que ha generalizado procesos democráticos en un orden neo-liberal globalizado.

Este orden sigue generando desigualdades, las cuestiones de *equidad* aparecen en publicaciones de los organismos internacionales como posibilidades en el *Desarrollo Humano*, del cual existe un *índice* (IDH) creado con gran arbitrariedad y utilizado actualmente como indicador de diferencias en diversas poblaciones de localización espacial precisa³⁶. La democracia actual se vale al mismo tiempo de procesos de toma de decisiones *altamente centralizadas*, a causa de que las consultas populares ante problemas que demandan una solución urgente se hacen imposibles en poblaciones de millones de personas (muchas veces habitantes de una única área urbana).

En este contexto, la geotecnología también se presenta como *centralizada* y los sistemas distribuidos que se han pensado desde inicios de los ochenta no presentan garantías para una toma de decisión descentralizada. Pueden servir para la consulta de bases de datos con diferente localización espacial pero las cuestiones de *equidad* demandan otros niveles de conceptualización, en los cuales el campo gubernamental debe tener el protagonismo necesario y en este sentido la tecnología digital servir a procesos de gestión que pueden o no brindar soluciones a las desigualdades socioespaciales en diferentes escalas y contextos.

³⁵ Según Harvey (1995:59) "el futuro socialismo debe ser vinculado a la idea de una diversidad creciente tanto como sea posible. Así la gente podría vivir de una forma aquí y de otra forma allá. En consecuencia, el proyecto no es para todos igual -porque pienso que eso es lo que le está pasando al capitalismo, todos hemos hecho lo mismo sin entenderlo realmente- pero uno en el que se reconozcan las diferencias que surgen, que pueda incluir a todos los tipos de diferencia que existen en términos de cultura, en términos de estilos de vida, preferencias sexuales o lo que sea. Entonces, para mí, el futuro socialismo es sobre un proyecto universal, pero un proyecto sobre diversificación".

³⁶ El IDH fue creado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano (PNUDJ) y se basa en tres grandes indicadores: longevidad, nivel educacional y nivel de vida (Naciones Unidas, 1996).

4.2.5. La relación sujeto-objeto en la naturaleza del conocimiento

Como hemos visto, una de las dicotomías básicas de la *modernidad* fue la separación *sujeto-objeto* (Roa, 1995), lo cual ha producido aspectos fundamentales en la forma en que se ha conceptualizado el acto de conocer.

La noción *moderna* que se ha establecido acerca de esta relación presenta la existencia de un sujeto *cognocente* y la de un objeto *cognoscible*. El sujeto se aproxima al objeto en una relación irreversible y a través de su racionalidad crea una imagen del mismo (Hartmann, 1945). Por lo tanto, el objeto se presenta como realidad determinante y el sujeto es determinado ya que cambia a través de la incorporación de esta nueva imagen de la realidad.

En la posmodernidad la diferencia *sujeto-objeto* queda eliminada, resulta imposible que el investigador se ubique como observador imparcial y el objeto a través de diferentes aproximaciones se modifica -pues su imagen cambia- no pudiéndose lograr la tan valorada objetividad [Capítulo 4: 4.4.1] en el proceso de conocimiento. Esta visión descansa en las consideraciones de Wittgenstein (1958) para quien el sujeto pensante representante no existe y que el mundo se encuentra en un *microcosmos* de un *yo* particular.

En este sentido, la realidad carece de toda objetividad debido a que el sujeto es parte de ella y en última instancia la ha construido. El rol del lenguaje [Capítulo 4: 4.2.1] y los aspectos combinados y cambiantes en cuanto a las relaciones culturales [Capítulo 4: 4.4.2.] se presentan como apuntaladores en una crisis de representación. Si por un lado no es posible sostener la inicial dicotomía sujeto-objeto, por el otro captar la realidad mediante el uso de las facultades intelectuales se hace imposible sin someterla a un importante proceso de simplificación [Capítulo 1: 1.2.4.], ya que la verdad -como imagen, idea, noción o concepto- está creada por el individuo y se encuentra adecuada a determinados parámetros de legitimación y categorías del entendimiento (Arrillaga Torrens, 1987).

El cambio de sentido en la relación *sujeto-objeto*, que es típica de la posmodernidad, se ha podido ejemplificar a través de los afiches publicitarios de dos

películas que juntas, en un mismo espacio muestran la convivencia de mensajes *modernos* y *posmodernos* (Figura 4.3.). La mirada frontal, utilizada como recurso en la relación, establece un *diálogo de miradas* en una simetría que se presenta en favor de la imagen, pues sale de *su mundo* particular y se transforma en activa comenzando el diálogo con el observador y ocupando el lugar correspondiente a la primera persona (Alessandria, 1996).

En síntesis, los límites en la relación *sujeto-objeto* se borran de acuerdo con las condiciones que impone la posmodernidad y el intercambio de roles se establece como la manifestación más visible. Esto es particularmente notable en cierto tipo de mensajes y se percibe ampliamente en la relación del usuario con las tecnologías digitales de la actualidad, la Geotecnología entre ellas, relación a partir de la cual se pueden verificar algunos cambios en la orientación de la investigación (Dobson, 1983a) porque su influencia apunta directamente a los procesos de toma de decisiones.

4.3. LA GLOBALIZACIÓN

4.3.1 ¿Una o varias globalizaciones?

En la actualidad el concepto "globalización" ha llevado a un amplio debate respecto de su alcance conceptual como elemento explicativo del mundo actual, como aproximación a la formación definitiva de la humanidad como sociedad planetaria y *como paradigma* para la comprensión de los problemas actuales (Santos, 1993).

Una postura ampliamente difundida establece que lo que actualmente se denomina globalización no es una tendencia nueva, sino que durante la historia de la humanidad se han experimentado innumerables procesos globalizadores (Waters, 1995), cada uno de ellos relacionado al desarrollo de diferentes avances técnicos (Mumford, 1982) que han permitido ir eliminando cada vez más la fricción característica que impone el espacio geográfico.



FIGURA 4.3.

Convivencia de mensajes modernos y posmodernos en el subterráneo de Buenos Aires. Publicidad de la película *Evita* de Alan Parker donde uno debe *interrogar* a la imagen en una relación *sujeto-objeto* tradicional. En su contenido se puede distinguir una manifestación popular en busca de un ideal (metarrelato) y una postura de la protagonista que dirige su mirada a un *mundo interior*. Al costado la publicidad de la película *El Rescate* donde la mirada del personaje sale del afiche en la búsqueda anticipada de quien lo mire y se logra intercambiar la relación *sujeto-objeto* con un objeto activo que se presenta sobre un fondo de imágenes fragmentadas.

Pasillo de combinación en la Avenida 9 de Julio.

Fotografía: Gustavo D. Buzai (Febrero de 1997).

A nuestro modo de ver, la obtención de bases sólidas para la aclaración del alcance del concepto surge del propio término y de las manifestaciones empíricas posibles de ser determinadas en el mundo cotidiano, principalmente a través del resultado que proveen los medios de comunicación masiva (Wark, 1994).

Si global surge de globo (aludiendo al *globo terráqueo*)³⁷ podemos determinar que en la historia de la humanidad han existido dos marcados procesos de globalización. El primero durante el siglo XV cuando se acepta como válida la noción de la Tierra esférica que se contraponía a la perspectiva plana de las sagradas escrituras (Randles, 1990) y el segundo, a finales del siglo XX a partir del avance en las tecnologías de la comunicación y el definitivo entretreído de las redes informacionales de alcance mundial (Castells, 1995).

La primera podría ser considerada una *revolución conceptual*, pues llevó a la toma de conciencia de que la Tierra contaba con características físicas similares a cualquier otro planeta del sistema solar (Boido, 1996), mientras que la segunda, que podría ser considerada *empírica*, ha permitido una globalización social definitiva, culminando el proceso acelerado que el sistema capitalista construyó sostenidamente a partir de la revolución industrial del siglo XVIII.

Se percibe actualmente que los medios de comunicación acortaron notablemente los tiempos y prácticamente eliminaron las distancias en el espacio geográfico en un tramo final que comenzó en 1969 con la red de datos *Darpanet* (Defense Advanced Research Project Agency Net) creada por el Ministerio de Defensa de Estados Unidos, el cual brindó las bases para la puesta en funcionamiento de *Internet* a inicios de los ochenta y de la *World Wide Web* a inicios de los noventa (Boorstin, 1997-98). Con estos avances se puede hablar hoy de una definitiva integración global, que se ha adelantado a la predicción de Clarke (1962) acerca de la creación de una *global library* para el período 2000-2010.

³⁷ Los términos "global" y "globalización" se encuentran presentes en los estudios de tradición anglosajona, mientras que "mundial" y "mundialización" tienen origen francés y similar alcance.

4.3.2. La red de lazos transaccionales

En la actualidad, los centros urbanos forman parte de un sistema mundial verdaderamente globalizado y las principales ciudades de cada estado nacional pueden ser consideradas como *nodos* a partir de los cuales se ha formado una amplia red de flujos -algunos tangibles (productos industriales, personas) y otros intangibles (información, decisiones)- a través de los cuales el sistema capitalista ha creado relaciones a nivel planetario.

Los rascacielos del centro principal de estos nodos son la manifestación tangible y el *skyline* se presenta como elemento para medir la manifestación espacial de esta presencia (Gottmann, 1966) pero es el contenido el que les brinda existencia y allí se vuelven fundamentales las funciones que Gottmann (1970) califica como *actividades cuaternarias* de la economía.

A partir de la participación como nodo integrante del sistema global, las ciudades principales incluyen una jerarquía urbana nacional que se asocia a ellas, por lo tanto, de acuerdo a la consideración de Borchert (1978), estos centros desempeñan el rol de ser los puntos de control de las actividades socioeconómicas nacionales y a su vez de posibilitar una estrecha vinculación con los centros de decisión internacionales.

* Desde estos puntos parten las decisiones que controlan el espacio de los estados nacionales (Berry, 1989) y al mismo tiempo es donde se ubica la *frontera decisional nacional* (Rofman y Romero, 1997) como lugar concreto en el cual penetran las decisiones que tienen origen en los centros mundiales. Esta frontera se encuentra en el *centro* de la ciudad principal, aquella área intraurbana que contiene las funciones y usos del suelo que permiten a la ciudad ser funcional al sistema a través de los vínculos mencionados con anterioridad.

Es posible determinar la existencia de *centros de decisión* (Lefebvre, 1968) como manifestación espacial del poder y ampliando su alcance conceptual se puede verificar esta manifestación a nivel intraurbano, pero no sería útil para ser aplicado a países periféricos ya que en diferentes escalas puede cambiar su sentido. De esta forma para el segundo grupo de países es preferible utilizar el concepto de *centros de gestión* (Castells,

1974) conteniendo las actividades que le permiten constituirse en un punto de control nacional y vincularse eficazmente a los centros de decisión internacionales.

Los centros de *decisión* y de *gestión* pasan a ser el espacio físico de máxima accesibilidad en el sistema mundial (Harper, 1982) y de máxima centralidad que Davies (1960) ha definido como "hard core", mientras que el CBD (Central Business District) lo rodea sirviéndole de complemento en algunas funciones.

La posibilidad de que las funciones de los centros de *decisión* y *gestión* sean llevadas a cabo sin mantener una proximidad física a quienes serán involucrados en esas decisiones (espacio geográfico y población) sólo puede hacerse realidad a partir de los cada vez más complejos sistemas de comunicación e información (Kohn Cordeiro, 1986-87, 1990). Estos sistemas han posibilitado la globalización de los servicios financieros (Warf, 1989; Kohn Cordeiro, 1988, 1990) y presentar la primera aproximación a una definición de *globalización* como un proceso de irrespetuosidad hacia las fronteras (Mackinlay, 1992).

4.3.3. El libre intercambio en la democracia neo-liberal

La difusión masiva del teléfono ha causado el primer impacto de flujos intangibles en el espacio urbano (Gottmann, 1977) al cual le han seguido la totalidad de las altas tecnologías de comunicación hasta llegar a la *World Wide Web* de final de siglo. Estas tecnologías que se consideran fundamentales para el surgimiento de la revolución informática-financiera surgida en el inicio de los ochenta (Portela, 1982) crean pautas distintivas de configuración espacial a nivel urbano (Finkelevich, 1996), regional (Castells, 1985) y mundial (Castells, 1995; Webster, 1995) en o que algunos autores engloban con el nombre de *sociedad informacional*.

Los incalculables caudales de información que fluyen en un entretejido mundial de infinitas direcciones y alta cantidad de nodos comunicacionales de diferente jerarquía (centros urbanos de *decisión* y *gestión*) que se distribuyen sobre la total superficie del planeta, necesitan de la mayor libertad para su eficaz funcionamiento (Sola Pool, 1983) y

así, poder ser funcionales al capitalismo global, apoyar el desarrollo *posindustrial* y legitimar culturalmente el accionar a través de la *posmodernidad*.

Los avances técnicos han posibilitado una flexibilidad total a través del ciberespacio (Robins, 1996), aunque en algunos puntos aún se intenta controlar (Petersen, 1995), y en este sentido el nivel político aparece como clave para sostener estos procesos a gran escala, el cual se presenta como un sistema multipolar (se rompe el campo de fuerzas entre Estados Unidos y la ex-Unión Soviética) y sienta las bases para garantizar una economía-mundo destinada más al intercambio que al consumo (Taylor, 1994).

En este sentido Touraine (1992) afirma que el siglo veinte finalizó en 1989 con la caída del comunismo en el este europeo, el cual se encuentra también relacionado al proceso de democratización de los países de América Latina (Fuentes, 1992), a la unificación de Alemania y a los cambios internos en la ex-Unión Soviética (Edwards, 1993). La democracia mundial bajo el orden neo-liberal es el sistema político que unifica el mundo y mantenerlo se presenta como prioritario, por tal motivo aparece la financiación política transnacional que vivimos actualmente (Toffler y Toffler, 1997), puesto que más allá de todos los procesos *posindustriales* y *posmodernos* que hemos analizado, la *información* (y con ella la comunicación) se ha convertido en el centro de los procesos económicos de final de siglo. En este marco la ciencia y la tecnología adquieren un rol fundamental.

4.4. CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL MARCO SOCIO-CULTURAL DE FINES DE SIGLO

4.4.1. Hacia las ciencias de la complejidad

El concepto de ciencia ampliamente aceptado durante la *modernidad* es el que se ha desarrollado a partir de la *revolución científica* que se extiende desde el siglo XV con el aporte de Copérnico hasta el siglo XIX en el que Newton le brinda formulación matemática precisa a las leyes de la naturaleza (Boido, 1996). En este sentido, Prigogine

(1995a) afirma que la idea de "leyes de la naturaleza" resulta ser el concepto de mayor originalidad que ha propuesto la ciencia de occidente.

Durante el período de la *modernidad*, a través del empleo de formulas físico-matemáticas, se realizaron estudios en diversos campos y fueron desarrollados diferentes métodos de aplicación para el análisis del mundo real³⁸ El éxito y la exactitud lograda bajo esta perspectiva de ciencia hace que muchos autores la califiquen como *mecanicista* (Nemeth Baumgartner, 1994), lo que muestra su alto contenido *determinista*³⁹ y su estrecha relación con los procedimientos productivos del período [**Capítulo 4: 4.1.3**].

La dicotomía *sujeto-objeto* se mantuvo con plena vigencia [**Capítulo 4: 4.2.5**], dejando reservado el primer miembro para las percepciones humanas y el segundo para la ciencia. De acuerdo con Nemeth Baumgartner (1994), una de las características fundamentales del período es la ruptura de esta dicotomía⁴⁰ ya que con la *teoría de la relatividad* de Einstein -1905-, que si bien presenta un universo mecanicista, se avanza hacia visiones relativas del espacio-tiempo y con el *principio de incertidumbre* de Heisenberg -1927-, comienza a cuestionarse la exactitud de las leyes universales. Por lo tanto, las ciencias naturales, que tomaron la realidad basada en el determinismo, el orden

³⁸ Por ejemplo, desde el análisis geográfico, Harvey (1969) ha tomado como base de su trabajo que las matemáticas representan el lenguaje de la ciencia y la geometría el lenguaje de la forma espacial.

³⁹ Los ejemplos básicos pueden tomarse de los desarrollos de Issac Newton. La ley del movimiento expresada como $f=ma$ donde f es la fuerza, m es la masa y a es la aceleración permite conocer cualquier posición de una trayectoria conociendo las condiciones iniciales y es temporalmente reversible. En cuanto al análisis espacial, las leyes físicas fueron incluidas por una especialidad que comenzó a denominarse "física social" (Stewart, 1950). Estos estudios comenzaron con el trabajo de Raily (1929) quien incorpora la ley de gravitación de la teoría newtoniana al campo de la geografía, estableciendo que el movimiento (M) entre dos ciudades (a y b) es directamente proporcional al producto de sus poblaciones (P) e inversamente proporcional al cuadrado de sus distancias (d): $M_{ab} = P_a \cdot P_b (d_{ab})^{-2}$. A partir de aquí gran cantidad de fórmulas de la física, algunas directamente y otras con alguna modificación en sus parámetros, fueron utilizadas para el análisis geográfico en la búsqueda de una total exactitud.

⁴⁰ Cuando la relación se considera una "polaridad" implica la existencia de opuestos sin la aparición de algo nuevo; "dualidad" o "dicotomía" presentan una división, pero no la unión. Las ciencias de la complejidad abordan procesos de "sinergia" como forma de unión y cooperación (Haken, 1985) y de "dinergia" como el proceso que a partir de dos opuestos produce como resultado una síntesis (Doszi, 1996).

y la posibilidad de predicción, comienzan a dar paso al indeterminismo, el desorden y una gran incertidumbre predictiva (Prigogine, 1996), ya experimentado inicialmente por las ciencias sociales.

La denominada actualmente "ciencia de la complejidad" acentúa a partir de la década del ochenta el abordaje sistémico. En el interior de esta perspectiva científica de finales de siglo se destacan los desarrollos en cuanto a la *teoría del caos* y sistemas dinámicos *no-lineales*, comportamiento formulado matemáticamente por Lorenz (1962) y analizado posteriormente en gran cantidad de casos (Prigogine y Stengers, 1984; Rasband, 1989; Waldrop, 1992; Cohen y Stewart, 1995; Coveney y Highfield, 1995), las *nuevas geometrías de la naturaleza* (Mandelbrot, 1982, 1984) y los conceptos de *auto-organización* en estados críticos (Jantsch, 1980; Bak et al., 1988; Bak y Chen, 1991; Bak, 1997) posibles de ser relacionados de forma general a la hipótesis Gaia (Lovelock, 1979, 1990) en una escala planetaria (Bak, 1993) y desde allí, desde un punto de vista geográfico, a todos los niveles posibles de desagregación espacial.

La ciencia de la modernidad buscaba el orden de las cosas a través de relaciones lineales de causalidad (Bunge, 1961). Todo aquello que se encontraba ordenado podía ser clasificado y descrito mediante sistemas de representación formal -el lenguaje entre ellos mientras que el desorden se asociaba a procesos caóticos que no podían ser representado mediante aspectos racionales. En la actualidad se ha podido determinar que el orden y el desorden conviven (Gleick, 1988; Briggs y Peat, 1989; Hayles, 1991) y que procesos denominados caóticos pueden dar paso a situaciones de orden,⁴¹ siendo que una situación común de los sistemas abiertos es la denominada *auto-organización* crítica, es decir, una situación de estabilidad al borde del caos y con la posibilidad de tomar cualquier camino a partir de un punto de bifurcación que le brinda estabilidad en otro nivel (Prigogine, 1996) relacionado a lo que se puede denominar otro *atractor* (Ruelle, 1989). La denominación *complejo* no brinda una explicación, sino una dificultad en el

⁴¹ *El registro de las señales eléctricas temporales del cerebro brindan un interesante ejemplo. Mientras en la situación de "normalidad" de un sueño profundo estos registros muestran un comportamiento caótico, en situaciones de enfermedad como en el ritmo alfa o el coma de Creutzfeld-Jakob las señales se presentan regulares (Prigogine, 1995a).*

abordaje (Morin, 1995) y es en este sentido que se presenta el actual análisis científico, en un mundo en el cual los desarrollos analíticos tradicionales se consideran cada vez más insuficientes.

4.4.2. La clave: tiempo irreversible y procesos aleatorios

Una de las características fundamentales de las ciencias de la complejidad es que abordan fenómenos temporalmente irreversibles (Prigogine, 1995a, 1996), es decir, que las formulas ahistóricas basadas en perspectivas mecanicistas aplicadas a la nueva visión de la naturaleza, no encuentran lugar. En este sentido, el reconocimiento de procesos aleatorios en el desarrollo del mundo real adquiere particular importancia (Wagensberg et al, 1986) por lo cual el reemplazo del tiempo (t) por un tiempo inverso ($-t$) no brinda como resultado un similar punto de partida.

La utilización de las nuevas geometrías de la naturaleza considerando el desarrollo de *fractales no determinísticos* brinda características de irreversibilidad en un nivel intermedio de representación geométrica entre el orden y el caos (Peitgen et al, 1992) aplicable a patrones espaciales [Capítulo 5: 5.5.3]. El desafío actual es el de reformular leyes de la naturaleza que consideren el *azar* como proceso intrínseco a la naturaleza (Moledo, 1994) y el papel del tiempo, pues según Prigogine (1995b:412) "no podemos tener la esperanza de predecir el futuro, pero *podemos influir en él*. En la medida en que las predicciones deterministas no son posibles, es probable que las visiones del futuro, y hasta las utopías, desempeñen un papel importante en esta construcción".

4.4.3. Auto-organización y auto-generación de los sistemas

Los cambios en el desarrollo del pensamiento científico van desde la visión mecanicista hacia otra organicista basada en el principio de auto-organización (Nemeth Baumgartner, 1994).

Muchos sistemas se mantienen al borde de la estabilidad -estabilidad crítica- pero más allá de desaparecer tienen la capacidad de auto-organizarse y obtener estabilidad en

un nuevo estado. Hay una sucesión de estados por los que puede transitar un sistema y el paso de uno a otro se produce a través de diferentes *puntos de bifurcación* que los lleva hacia una nueva organización -que también puede estar al borde de la estabilidad-. Esta perspectiva como paradigma general podría aplicarse tanto en los sistemas ambientales (Schuschny, 1998) como sociales (Matteucci, 1998).

El concepto de *auto-organización en estado crítico* fue propuesto por Bak y Chen (1991) definiendo así un sistema natural que se encuentra al borde de la estabilidad. La idea fundamental es que los sistemas abiertos son permeables a un constante flujo de energía y que estos flujos al variar de composición favorecen la aparición de procesos de auto-organización en los sistemas. Este aspecto ha sido particularmente analizado para la dinámica espacial por Gould (1985), donde quedan evidentes los procesos de inercia que brindan resultados difícilmente evitables.⁴²

Por lo tanto, si bien la ciencia actual ha avanzado más que en cualquier otra época anterior, se ha llegado a un punto en el que se cuestiona su alcance verdadero para la representación del mundo, por un lado la de los métodos de aproximación hacia una complejidad inaccesible y por el otro la imposibilidad de su representación si no se recurre a una construcción subjetiva (von Glasersfeld, 1995). Entre estos inconvenientes la auto-organización aparece como una característica inherente al sistema mundo que permite verificar procesos a diferentes escalas de representación y análisis.

La cuestión de la escala es considerada una de las más grandes complejidades. Los sistemas abiertos se encuentran relacionados de diferente forma unos con otros y en

⁴² *Los procesos relacionados a la teoría del caos, sistemas con dinámicas no-lineales y auto-organización, han sido ejemplificados en los trabajos de Física o través de procesos naturales. de los cuales se destacan el análisis en las formas del relieve, estructuras hidrográficas y actividad sísmica (Christofoletti, 1998) y precisamente en Geografía ha sido un tema de discusión a inicios de la presente década en un número dedicado al tema de L'Espace Geographique (Dauphiné, 1991: Dollfus, 1991: Pumain, 1991: Durand Destés, 1991; Brunet, 1991) en el cual se avanza en la definición de conceptos y su relación respecto de las pautas de distribución espacial. La aplicación de fractales ha tenido mayor preferencia, el tema aparece reflejado en el trabajo de Goodchild y Mark (1987) y en desarrollos concretos de diferentes campos de aplicación (Christofoletti y Christofoletti, 1994) que se han desarrollado con mayor profundidad durante los noventa [Capítulo 5: 5.5.3] apareciendo la primera compilación a los pocos años de iniciada la década (Lam y De Cola, 1993).*

este sentido no hay nada en nuestro planeta que se encuentre completamente aislado, por lo tanto el sistema natural apoya los conceptos de integración sistémica y de la globalización (McCormick, 1995) que se presenta actualmente como un resultado de las relaciones económicas internacionales (Haninck, 1993) [**Capítulo 4: 4.3.1**]. Sin embargo, por otro lado se puede considerar que el todo está en las partes pues el proceso denominado *autopoiesis* (Nemeth Baumgartner, 1994) permite que el sistema reproduzca su estructura y funcionamiento. La teoría de fractales permite una aproximación empírica en cuanto al abordaje de la *autosimilitud* [**Capítulo 5: 5.5.3**], por lo tanto, lo que parece una bastedad enorme finalmente puede encontrar límites exactos a escala del hombre.

4.4.4. La tecnología posmoderna y contexto. Un campo de encrucijada.

A lo largo de los temas tratados en el análisis de la situación de contexto sociocultural, económico y científico de finales de siglo se puede apreciar que los aspectos culturales a partir de las condiciones posmodernas, la globalización en la sociedad posindustrial y los desarrollos en la ciencias físico-naturales tendientes a la incertidumbre, se encuentran estrechamente ligados en una situación de cambio general. El denominador común está marcado por la paulatina eliminación de organizaciones verticalistas, de aspectos rígidos, de ideales como metarrelatos y de los valores éticos de carácter universal [**Capítulo 4:4.2**], de todo tipo de producción masiva y repetitiva [**Capítulo 4: 4.3**] y de la exactitud mecanicista y de causalidad lineal en las leyes de la naturaleza [**Capítulo 4: 4.4**].

Las ciencias replantean su visión del mundo y las posibilidades de representación a la luz de los nuevos desarrollos teóricos y aceptan las utopías (Prigogine, 1995a), como forma de pensamiento que fuera marginado por la cultura posmoderna, por lo tanto, surgen aspectos a partir de los cuales se puede verificar que no existe una correspondencia absoluta en las pautas culturales y económicas que marcan el final de siglo y que se basan cada vez con mayor énfasis en aspectos de alto valor pragmático.

Es en este sentido que la tecnología adquiere relevancia, porque aún se la sigue considerando verdadera *ciencia aplicada*, quizá no tanto bajo el proyecto determinista que se puede apreciar en Bunge (1966)⁴⁸ sino más bien como el medio *utilitario* para acercar la ciencia a la sociedad y crearle alivio inmediato mientras se usa (Roa, 1995). La tecnología en general permite adaptar las condiciones de vida hacia un nuevo entorno más acorde al proyecto que lleva a cabo la sociedad humana y en la actualidad ya no son necesarios los grandes planteos teóricos; apoya la globalización a través de las relaciones económicas internacionales y la circulación de la información, por lo cual desde mediados de siglo Ortega y Gasset (1957:88) afirma que "el hombre de hoy (...) no puede elegir entre vivir en la naturaleza o beneficiar esa sobrenaturaleza. Está ya irremediamente adscripto a ésta y colocado en ella como el hombre primitivo en su entorno natural", sería el *milieu* tecnológico (Ellul, 1983) sobre el cual se desarrolla la totalidad de las actividades humanas en la actualidad, y que tiende a la formación de una inteligencia global que normalmente se denomina *noósfera* y que hasta hoy sólo ha podido ser retratada en la ciencia ficción por el cineasta soviético Andrei Tarkovsky en *Solaris* (Bressand y Distler, 1986).

Ante tales impactos no se puede pensar que la tecnología se mantenga ni en el nivel de los aparatos ni en el de la pura aplicación, pues su utilidad avanza más allá al incluir la interpretación del mundo y el autoentendimiento humano (Ihde, 1983), por lo tanto una definición amplia la considera como "la organización social de la transformación creativa de la naturaleza" (Broncano, 1995:19), aspecto que sigue la línea de pensamiento de Ortega y Gasset (1957) para quien el hombre no crea la técnica para adaptarse a la naturaleza, sino por el contrario, la utiliza para adaptar su entorno a él. Por lo tanto, surge aquí que la tecnología puede abordarse como un campo de encrucijada en el cual los diferentes contextos adquieren manifestaciones específicas en relaciones dialécticas irreversibles y a partir de la contribución inicial de Bunge (1972,

⁴³ *La tecnología puede considerarse que va más allá de la ciencia aplicada. Mitcham (1989) afirma que existen ideas que han recorrido un camino inverso, es decir, se han gestado en un ámbito netamente tecnológico y han formado marcos de explicación científica, por ejemplo, el concepto de "mecánica" en la ciencia (mecánica de Newton) surge de las primeras modernas tecnologías, particularmente de los mecanismos de relojería.*

1979) puede considerarse que la tecnología le sea imposible incorporar los mismos ámbitos de reflexión filosófica utilizados para la filosofía de la ciencia.

4.4.5. La tecnología posmoderna como campo de reflexión.

La división entre ciencia y tecnología ha sido clara en el período de la modernidad (Nagel, 1968) y de las dos, la segunda fue relegada por lo que Broncano (1995) considera una orientación a las cuestiones teóricas propias de la cultura occidental y un desprecio paralelo del saber práctico.

Los aspectos *epistemológicos* de la modernidad, como problemas del conocimiento práctico del campo de conocimiento, se han apoyado en la división del mundo a través de dicotomías y considera que el conocimiento tecnológico es diferente del conocimiento científico en cuanto a su capacidad de hacer conforme al uso de la razón. Estas cuestiones han sido criticadas en la posmodernidad tomando como base la relación *sujeto-objeto* [Capítulo 4:4.2.5] y desencadena en la determinación de la falta de neutralidad tecnológica (Pippin, 1995), que para el caso de las modernas tecnologías digitales destinadas a la automatización geográfica Cromley (1983) considera que el nivel "neutral" solamente puede encontrarse en los manuales del usuario y desaparece por completo al realizar una aplicación concreta. En lo referente al campo de la geotecnología, se presenta a través de la relación entre el análisis de los conceptos geográficos que la sustentan [Capítulo 3] y los casos de aplicación seleccionados [Capítulo 5:5.5].

Las cuestiones *ontológicas*, como el estudio de los objetos que forman el campo de análisis, presentan sus componentes como encargados de proveer conocimientos tecnológicos y formar al mismo tiempo un marco general de desarrollo en el cual se desarrollan las actividades humanas, sin embargo, al relacionarse directamente al trabajo y la producción no deben dejar de ser considerados los mediatizadores de la organización social de la población como elemento básico de las relaciones productivas. Aparece asimismo el concepto de clase que ha cambiado desde su base en el trabajo a las estrategias de acumulación del capital (Harvey, 1995).

La relación con aspectos *valorativos* también presenta un gran cambio. La perspectiva va desde una modernidad en la que se ha considerado la tecnología como set de aplicaciones valorativamente neutras y en la que los fines perseguidos a partir de su uso se presentan en un ámbito externo hasta una determinación de su comportamiento como elemento de transmisión cultural, por lo tanto la tecnología no es valorativamente neutra y la primera prueba visible fue aportada por la transferencia tecnológica desde los países centrales hacia la periferia (Sviedrys, 1989). Actualmente las manifestaciones son tan amplias que reflexionar acerca de las actuales tecnologías que posibilitan las comunicaciones instantáneas puede llevar a pensar que "Estados Unidos es el lugar en que la Internet cobra vida. Digamos que hace que todo el mundo se asemeje a Estados Unidos" (Gates, 1998:35).

El aspecto valorativo se encuentra íntimamente ligado a cuestiones de tipo *ético*. Si bien tradicionalmente las cuestiones éticas tomaron como punto de análisis las relaciones interpersonales a causa de la importante libertad de acción, en la actualidad y en virtud de la *sobrenaturalidad* creada y conceptualizada por Ortega y Gasset (1957), este campo de aplicación se amplió hacia relaciones de mayor amplitud en las cuales se encuentran los animales, la naturaleza y la tecnología.

Particularmente el campo de la ética tecnológica ha experimentado reflexiones que han tomado como ámbito de análisis el uso de la energía nuclear (Anders, 1983) y no faltó mucho tiempo para que fuera presentado un estudio relativo a las capacidades computacionales (Johnson, 1985), el cual apuntó principalmente a las cuestiones de privacidad, derecho de los trabajadores ante la automatización de las tareas y las implicancias antropológicas de la inteligencia artificial. Las primeras de estas cuestiones se han desarrollado ampliamente en geotecnología (Pickles, 1991) y llevan a la consideración de que estas modernas tecnologías pueden formar parte de la "visión del poder" (Foucault, 1980) como base de una nueva metáfora del panóptico (Goss, 1995). Más allá de que tradicionalmente se ha considerado la dicotomía ética del buen y mal uso de la tecnología como visión utilitarista (Mitcham, 1989), no puede dejar de destacarse que las éticas particulares de la sociedad posmoderna (Lipovetsky, 1994) se encuentran ampliamente apoyadas y justificadas.

Respecto de la aplicación práctica, tradicionalmente se sostuvo que su uso como *ciencia aplicada* se encontraba guiado por aspectos puramente racionales, sin embargo la racionalidad y el método científico han sido totalmente cuestionados como única forma para acceder a los aspectos objetivos del mundo real (Fayerabend, 1992). Se reflexiona acerca de la garantía de racionalidad en las aplicaciones tecnológicas desde una postura teórica *deontológica*, basada en la diferencia racional-correcto/irracional-incorrecto (Mitcham, 1989) y en este sentido, únicamente habiendo alcanzado el hombre la altura suficiente que según Fukuyama (1992) se ha alcanzado, se podría garantizar su verdadera eficacia.

4.4.6. Hombre y mundo geotecnológico.

El contexto analizado muestra que la cultura, la sociedad y las prácticas científico-tecnológicas han llegado a un punto de inflexión inexorable. Nos aproximamos al final del siglo XX y desde diferentes ópticas disciplinarias han surgido teorías sobre el desarrollo del pensamiento actual, quizá en la necesidad de poder dar explicación a las condiciones con las que la humanidad avanzará hacia el próximo siglo.

Algunos pensadores influyentes han sido ampliamente optimistas, Hawking (1988) ha afirmado que estamos cerca de leer la mente de Dios y de develar los secretos del universo, mientras que Fukuyama (1989a, b, 1992) anuncia el final de la historia, ya que el hombre ha llegado a lo más alto de su espíritu y de ahora en más sólo le queda corregir los inconvenientes en la forma de organizar el mundo hacia la búsqueda de la perfección⁴⁴ En este contexto, también se anuncia el final de la ciencia (Hogan, 1996) al llegar a la imposibilidad de obtener grandes descubrimientos en el futuro.

Son consideraciones muy optimistas que le brindan a la cultura posmoderna y a la sociedad posindustrial un vuelo que pocas veces ha entrado en consideración. Sin embargo, los hechos del mundo demuestran un desfasaje notable entre los avances

⁴⁴ *El final de la historia se presenta luego de la lucha ganada por el capitalismo avanzado de orden neoliberal que se ha mundializado. Según Pickenhayn (1994a) la muerte de la Historia traería también una visión estática de la Geografía y desaparecerían los paisajes en una visión de futuro global. En este sentido, se perdería el principio de diversidad que caracterizó a los paisajes y a todo objeto de estudio geográfico (Pickenhayin, 1994b).*

técnicos y la organización política en cuanto a la distribución de recursos, se puede afirmar que los cuatro jinetes del apocalipsis siguen a nuestro lado a pesar de los avances innegables en el ámbito de la ciencia y la tecnología (Buzai, 1996b).

Sin embargo, acotando el tema al *mundo geotecnológico*, es decir, al mundo creado a través de la geotecnología en una transformación digital del mundo real [Capítulo 1:1.2.4], las afirmaciones anteriores pueden tener algo de razón ya que en este caso es el mismo hombre el que ha creado este nuevo entorno y al mismo tiempo tiene su pleno dominio. Pero este *mundo geotecnológico* como sobrenaturaleza no es pasivo, sino que vuelve sobre él influyéndolo notablemente.

En la cultura posmoderna y particularmente en el uso de las tecnologías de punta, la dicotomía sujeto-objeto desaparece [Capítulo 4:4.2.5], entonces el hombre geotecnológico es creador y creado por la geotecnología; se encuentra en una situación de tensión dialéctica permanente; confiamos que se tenga la altura necesaria que merecen las circunstancias, y como afirma Prigogine (1995b), quizá hacer uso de las utopías, para encaminar el desarrollo social hacia una situación de estabilidad. En esta construcción la Geotecnología podría tener un importante protagonismo en la resolución de los problemas que aquejan a la sociedad actual, situación que a forma de prólogo, anticipa un mayor compromiso social y profesional para el próximo siglo.

Dinámica # 4

zoom

CAPÍTULO 5

EL IMPACTO DE LA GEOTECNOLOGÍA EN LA METODOLOGÍA DE LA GEOGRAFÍA

5.1. CONCEPTOS DE REPRESENTACIÓN ESPACIAL

5.1.1. Estructuras básicas de representación

La tecnología SIG ha pasado a ser el núcleo integrador de la Geoinformática [Capítulo 1:1.2.3]. Hasta el presente, universidades, centros de desarrollo tecnológico y empresas comerciales han desarrollado Sistemas de Información Geográfica que hoy son utilizados mundialmente en diferentes centros de investigación, tanto destinados a trabajos académicos y de docencia, como en relación a actividades de tipo empresarial y de gestión gubernamental.

A lo largo de sus tres décadas y media de desarrollo se han analizado conceptualmente una serie de estructuras para representar computacionalmente el espacio geográfico (Peuquet, 1990), sin embargo el paso de lo conceptual a lo técnico ha valorizado dos posibilidades principales: el modelo *raster* y el modelo *vectorial*. Ambos posibilitan una forma discreta y continua de representar el espacio geográfico respectivamente y aunque tradicionalmente se los ha considerado como opuestos, las tendencias actuales los presentan como complementarios, al mismo tiempo que muchos sistemas han logrado técnicamente una total integración.⁴⁵

El *modelo raster* surge como la primera estrategia de representación del espacio geográfico en medios computacionales debido a dos factores fundamentales: (1) su

⁴⁵ En la actualidad se les suma también lo que se ha denominado OOGIS (Object Oriented Geographic Information Systems). Estos sistemas, que se encuentran basados en los desarrollos de la programación orientada a objetos con lenguajes como Modula-2, Smalltalk o C++ (Egenhofer, 1995), han sido conceptualmente desarrollados desde comienzo de los noventa (Worboys et al, 1990; Egenhofer y Frank, 1992). Sin embargo, actualmente sólo un muy pequeño porcentaje de las aplicaciones realizadas se basan en este modelo.

estructura de representación fue fácilmente asimilable al lenguaje de programación FORTRAN utilizado a mediados de los sesenta en los primeros *software* de tratamiento de información espacial, y (2) su compatibilidad estructural con los dispositivos para recolección de información -scanners y sensores remotos- y dispositivos de hardware -monitores e impresoras matriciales- (Peuquet y Boyle, 1984).

Esta representación está formada por una matriz cuadrículada, también denominada *matriz de celdas continuas*⁴⁶, en la cual cada celda integrante (pixel, del inglés *picture element*) se presenta como la unidad mínima de representación espacial y en su interior contiene información que será asignada a la porción territorial a la que hace referencia en un doble aspecto: en superficie representada y en ubicación espacial.

La información que representa las características del espacio geográfico se incluye en cada *pixel* de forma numérica y se denomina DN (del inglés *Digital Number*) y este identificador contenido en su interior constituye un atributo descriptivo específico, la que se transforma en la composición cartográfica a través de un grafismo (shade) o de un color (color) encontrado en las referencias presentadas a través de una etiqueta (label).

De esta forma, el tratamiento matricial de cada mapa (*capa temática o layer*) ofrece la posibilidad de contar con varios niveles de representación para una misma área de estudio, los cuales pueden incluir información multitemática; aspectos naturales -*tipos de suelo, relieve, red hidrográfica, clima, etc.* - y/o humanos -*usos del suelo, divisiones político-administrativas, redes de transporte, etc.*-. El análisis de la información se efectúa por superposición de las distintas capas temáticas y por la correlación entre celdas o grupos de celdas que presentan características espaciales similares. Por esta razón, es condición indispensable que cada una de las capas temáticas sea representada con el mismo tamaño de matriz, para que se puedan correlacionar perfectamente los mismos sectores del espacio geográfico durante el cruce de variables.

⁴⁶ Se habla de continuidad y no contigüidad porque se encuentra implícita la forma de barrido para el ingreso de la información pixel a pixel, desde la coordenada 1-1 a 1-n. 2-1 a 2-n. 3-1 a 3-n ... ml a mn, donde el primer miembro es el número de fila y el segundo el número de columna de la matriz.

Entre los sistemas *raster* que hemos analizado se encuentran OSU MAP-for-the-PC (Marble, 1994) e Idrisi for Windows (Eastman, 1996). Otros sistemas de importante difusión son ERDAS, ER-Mapper, Illwis for Windows y SPRING, utilizados principalmente para el procesamiento digital de imágenes satelitales combinados con funciones de SIG [**Capítulo 1: 1.2.3.**] (Buzai, 1997b).

El *modelo quadtree* es una variante interesante del modelo raster y si bien sus primeros desarrollos conceptuales provienen de mediados de los sesenta (Morton, 1966), ha recibido especial atención en la década del ochenta (Dyer, 1982; Gargantini, 1982; Samet, 1984; Cebrián et al, 1985) como medio eficiente para optimizar espacio de almacenamiento y velocidad en la generación de las representaciones cartográficas. Al igual que en el caso anterior, divide el espacio geográfico de manera discreta y es utilizado principalmente para implantaciones de tipo areal, es decir, que es apto para variables que se distribuyen de manera superficial. La diferencia radica en que, en una única composición cartográfica, se puede contar con diferentes tamaños de *pixels*. En aquellas zonas en las que la homogeneidad en determinada característica cubre grandes espacios el sistema utilizará una cuadrícula mayor; por el contrario, donde las variaciones de categorías son muy pronunciadas, se utilizará una cuadrícula menor.

El *quadtree* es una estructura de datos basada en la descomposición regular de la imagen en cuadrante y subcuadrantes. Esta estructura divide jerárquicamente el espacio en los denominados niveles de *quadtree* (*quadlevels*). El *quadlevel* = 1 divide el espacio en cuatro cuadrantes. Si no existe homogeneidad entre los datos contenidos en cada celda, se pasa al *quadlevel* = 2 dividiendo cada uno de los cuatro cuadrantes iniciales en el sentido de las agujas del reloj. Nuevamente se analiza la homogeneidad de los datos en los subcuadrantes surgidos y se pasa al *quadlevel* = 3, y el proceso continúa de esta manera hasta su finalización, que se produce cuando se ha obtenido homogeneidad en la información de todos los subcuadrantes o cuando se ha alcanzado el nivel de resolución que previamente se ha definido. Resultados estandar se pueden obtener con un *quadlevel* = 10, porque asegura una relación razonable entre resolución y tiempo de realización; aunque la representación final se realice con la máxima posibilidad, generalmente un *quadlevel* = 15.

La ubicación espacial de una celda o *pixel* de *quadtree* tiene mayor complejidad que la del modelo *raster*, ya que el mapa no tiene una cantidad fija de filas por columnas en todos sus sectores y distintas capas temáticas adquieren diferentes configuraciones. Por tal motivo, su ubicación computacional se realiza a través de la denominada "Coordenada Morton" (Morton, 1966), que "se obtiene a partir de las coordenadas fila y columna, intercalando los bits de sus representaciones binarias" (Cebrián y Mark, 1987:362).

El software con estructura *quadtree* que hemos analizado es el único que se encuentra disponible en nuestro país, SPANS GIS en entorno de sistema operativo OS/2 (CCGISE/IGISE, 1990).

A diferencia de los modelos descritos anteriormente, el *modelo vectorial* opera bajo la consideración de un espacio geográfico continuo y se basa en las entidades características de todo diseño cartográfico: el punto, la línea y el área. Estos elementos geométricos se convierten en básicos para la digitalización vectorial a través de los sistemas CAD (*computer Aided Design*) [Capítulo 1: 1.2.3.].

Junto al modelo gráfico vectorial se utilizan bases de datos relacionales para la asociación de la información alfanumérica, donde los campos contienen la información espacial y los registros representan la totalidad de las unidades espaciales consideradas, elementos que han sido descritos en el punto relativo a los ABD (*Administradores de Bases de Datos*) [Capítulo 1: 1.2.3.]. Sin embargo, una base de datos geográfica en el ambiente de la geotecnología difiere de una base de datos convencional al incluir la localización espacial de cada registro (Cebrián, 1988) y generalmente una tabla topológica asociada que almacena las relaciones de ubicación espacial entre entidades.

Las operaciones de búsqueda de información se realizan a través de la utilización de lenguajes lógicos de los ABD como integrante geoinformático vinculado al *software* SIG. La representación cartográfica se logra a través de los comandos del SIG asignando los resultados de la búsqueda a la gráfica. Este tipo de representación permite un efectivo tratamiento de entidades gráficas como puntos, arcos y polígonos, a los cuales se asocian

bases de datos puntuales, lineales y areales que contienen la información alfanumérica de cada una de las entidades en cuestión.

El principal ejemplo actual de software SIG vectorial es PC ARC/INFO (Morehouse, 1990; Peuquet y Marble, 1990); sus bases de datos .PAT (Point Attribute Table o Polygon Attribute Table) y .AAT (Are Attribute Table) en formato .DBF (Dbase Format) lo han convertido en un estándar para el intercambio de la información georreferenciada. Su filosofía de relación con el usuario es la de *toolbox* ensayada inicialmente en la primera versión de OSU MAP-for-the-PC (Tomlin, 1983) -sistema *raster*- y el Odyssey GIS (White, 1979) -sistema *vectorial*- (Morehouse, 1990). Otro software vectorial que hemos analizado en el presente trabajo es EPI MAP (Dean et al, 1995) y en esta línea se encuentran también con buena difusión, APIC, Atlas GIS, AutoCAD Map, Maptitude, MapInfo, MGE y Tiger (Buzai, 1997).

El *modelo orientado a objetos* utiliza el concepto básico de *objeto geográfico* como punto de partida (Strauch y Mattoso, 1994) y sus datos relativos a posición, geometría, topología, representación gráfica e información de atributos característicos debe tener integridad, esto significa que todos estos aspectos junto a las características de su comportamiento tienen que ser incluidos en una única entidad.

Para ello son utilizados una serie de conceptos específicos: *clase* se refiere a un agrupamiento de objetos que se definen por sus características y comportamientos comunes (incluye el conjunto de operaciones que pueden ser realizadas con ellos), *instancia* es cada objeto individual dentro de su clase, el *encapsulamiento* permite hacer evidentes solamente partes específicas de los objetos mientras otras quedan ocultas, *herencia* es el traspaso de características generales de clases a objetos definidos con relaciones jerárquicas y de esta forma una *subclase* heredará las características de una clase superior, y finalmente *polimorfismo* es la capacidad de realizar un procesamiento de objetos de diferentes clases sin necesidad de conocer a-priori la clase de objeto.

Las relaciones establecidas avanzan más allá de la estructura tabular de las bases de datos relacionales y se pueden destacar ciertas ventajas, como la integridad de los datos, una mayor flexibilidad en el modelado y un almacenamiento compacto de la

información. Aún es un modelado que no ha tomado un gran protagonismo, por lo cual se pueden nombrar pocas aplicaciones en nuestro ámbito; Davies Jr. y Borges (1994) utilizaron la orientación a objetos para la gestión de redes, Vidal-Koppmann (1995) en el ámbito urbano y Pesanha Ribeiro (1996) como inventario de datos geográficos con fines turísticos.

Generalmente las aplicaciones se logran mediante la utilización de lenguajes de programación orientados a objetos (ver nota 45), mientras que solamente un *software* SIG ha sido desarrollado desde 1992 directamente bajo esta filosofía, el APIC de la Compañía de Aguas de Lyon (Francia).

5.2. CONCEPTOS DE REPRESENTACIÓN TEMPORAL

5.2.1. Integración de la variable temporal como cuarta dimensión de la realidad

Cuando hemos analizado la creación de un modelo digital de la realidad como resultado final de diferentes procedimientos de transformación conceptual que parten de la observación y medición sobre el *mundo empírico* [Capítulo 1: 1.2.4.], ha quedado ejemplificada la forma de obtención de datos y su tratamiento en el tiempo presente, momento que con cierto grado de flexibilidad se utiliza preferentemente en los estudios geográficos [Capítulo 3: 3.2.5.]. Cuando esos mismos procesos de transformación se llevan a cabo en diferentes momentos (tiempos): $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$, se incorpora información que puede ser considerada *histórica*, la cual brinda una necesaria superposición de datos con diferentes grados de actualización.

Desde un punto de vista conceptual, Hartshorne (1959) mencionó el análisis de diferentes *presentes* geográficos y desde las posturas cuantitativas la *matriz de datos geográfica* (Berry, 1964) incorporó la dimensión temporal a partir de considerar niveles de superposición. Como hemos analizado en un trabajo anterior (Buzai et al., 1997) siguiendo las consideraciones de Cebrián (1994), un hecho geográfico incorporado a un arreglo matricial *i-j* (filas por columnas) puede ser transferido mediante la flexibilidad

proporcionada por las técnicas computacionales a una matriz x - y (longitud-latitud), lo cual brinda la posibilidad de ampliar el tratamiento de la información a través de un uso más variado de técnicas. Esta cuestión se basa en la obtención de mapas *raster* de un área de estudio en momentos históricos específicos y la superposición perfecta de los mismos brinda la posibilidad de captar aspectos de la dinámica temporal.

Los aspectos básicos para la organización conceptual de las cuatro dimensiones posibles de ser incorporadas en los estudios geográficos: x (longitud), y (latitud), z (altitud o el valor de algún atributo) y t (tiempo), surgen a partir de diversas mediciones efectuadas e incorporándolas a un sistema de coordenadas específico. A partir de esta posibilidad se pueden referenciar geoméricamente ciertos aspectos relevantes de la organización de la geoinformación, que pueden ser explicados como espacio-tiempo digital en una visión sistémica, cuestión que será analizada a continuación.

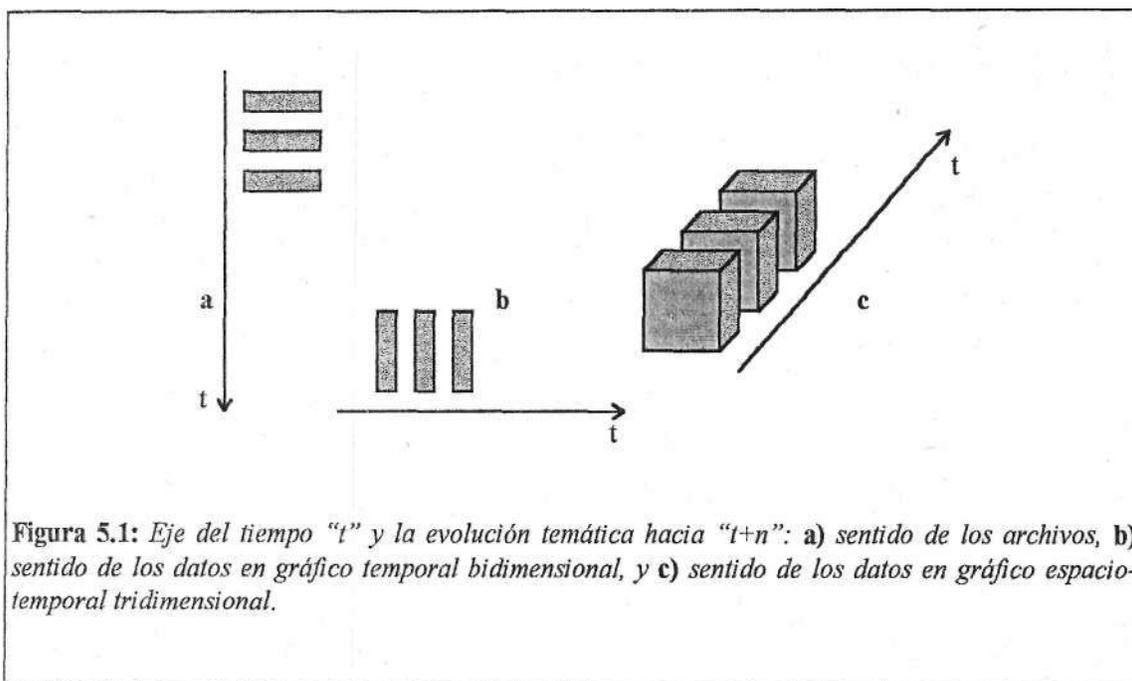
5.2.2. Características de una base de datos geográfica espacio-temporal en ambiente SIG

Con el fin de analizar la caracterización de lo que denominaremos *base de datos geográfica espacio-temporal* incorporaremos sus características a ejes de coordenadas cuatridimensionales. Cada elemento de la composición -correspondiente a una determinada dimensión del espacio geográfico- contará con un valor específico en los ejes de coordenadas x - y - z - t .

En este punto es posible apreciar la notable influencia de la lógica organizacional que la computación ha proporcionado al manejo de la información geográfica cuando se hace necesario el procesamiento de datos en elementos que han demandado su digitalización.

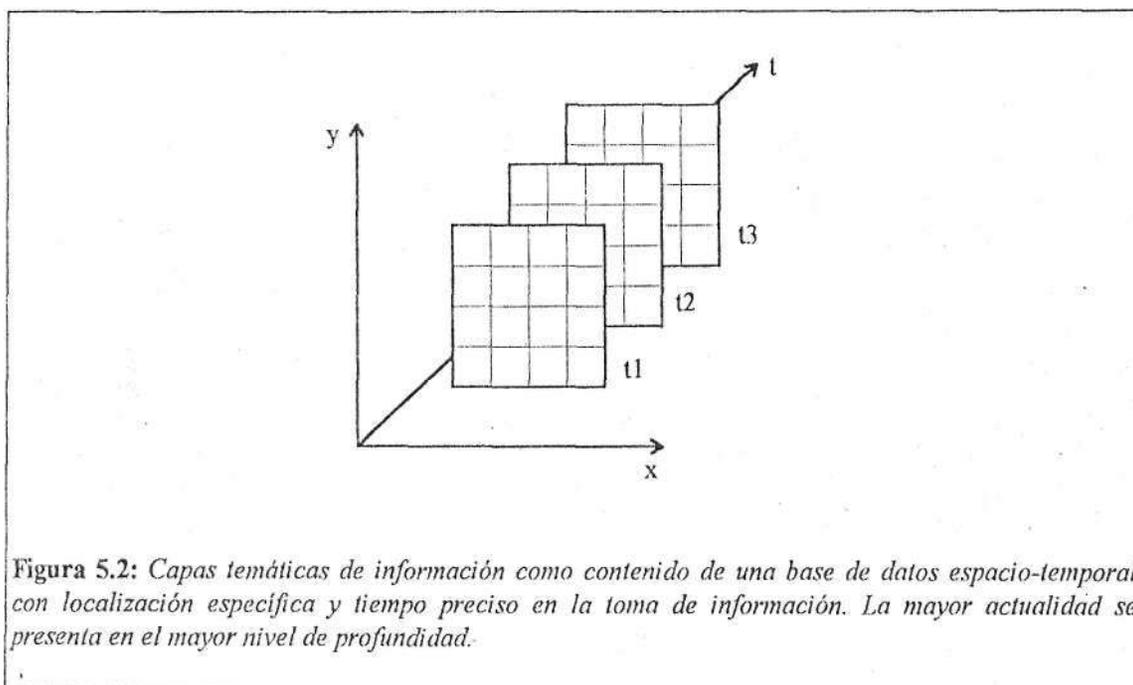
El sentido espacio-temporal en la organización de los archivos computacionales (por ejemplo mediante el uso del comando *dir* del sistema operativo DOS), que en el caso de los SIG pueden ser asociados a las capas temáticas incorporadas en una base de datos, se produce de forma vertical desde la parte superior a la inferior (Figura 5.1a); una rotación de esta organización hacia un sentido horizontal presenta una evolución

temporal de izquierda a derecha como paso previo a la graficación de valores utilizando ejes de coordenadas cartesianos (Figura 5.1b) y, finalmente, una rotación en el sentido de profundidad (Figura 5.1c) pasa a ser el paso previo para la incorporación de la totalidad de dimensiones.



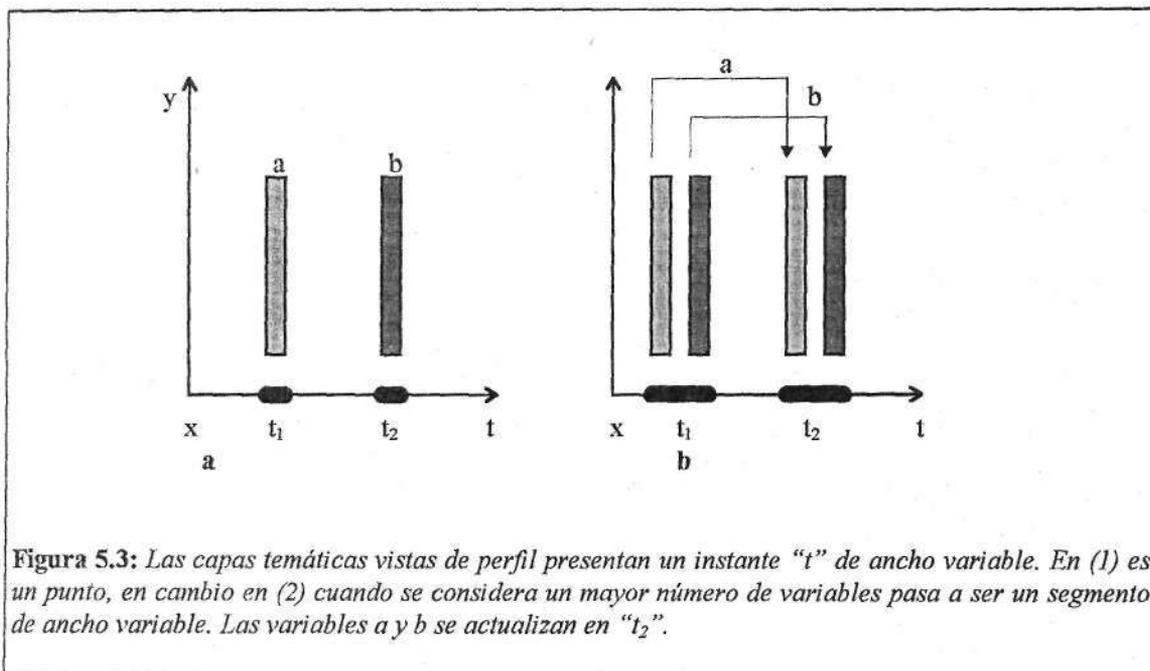
Cuando en un SIG se ha ingresado una única capa temática de información o varias capas temáticas que representan diferentes variables correspondientes al área de estudio en un mismo momento, se manejan básicamente aquellas dimensiones que representan la georreferenciación y atributos localizados sobre la superficie terrestre, es decir, que se incorpora la dimensión z en una matriz de datos que puede tener únicamente cuatro campos; (1) identificación de la entidad geográfica, (2) y (3) coordenadas de referenciación espacial, y (4) atributo. La combinación de las tres dimensiones básicas de localización se presentan tradicionalmente a través de diagramas en bloques en tres dimensiones [Capítulo 5: 5.4.5] que se analizan a través del uso de *software* de MDE [Capítulo 1: 1.2.3.]. En geotecnología la variable z es un valor incorporado al pixel y puede representar tanto un valor de medición en 3D como un determinado atributo.

La inclusión de la cuarta dimensión (4D) en un SIG implica la incorporación del eje t , tal cual se ha anticipado en la Figura 5.1c hacia un nivel de profundidad en el cual las capas temáticas de una base de datos SIG espacio-temporal marcan la mayor actualidad en el máximo nivel (Figura 5.2). Esta perspectiva se basa en el desarrollo conceptual que ha producido la visión cubica de Minkowski desde el punto de vista de las ciencias físico-matemáticas (Galison, 1985) y que puede verse en trabajos generales sobre tecnología SIG como los de Cebrián (1992) y Langran (1992).



Esta visión, que intenta captar la dinámica espacio-temporal, es evidentemente de utilidad al analizar la secuencia temática ingresada a la base de datos espacio-temporal en SIG si rotamos los ejes en el sentido presentado en la Figura 5.3. En esta organización, la dimensión "y" pasa a ser vertical, la dimensión "t" horizontal y la dimensión "x" se transforma en un punto en el cero de coordenadas que apunta a los ojos del observador. Cada capa temática de la base de datos se aprecia de perfil como una línea georreferenciada en un momento específico de tiempo "t" el cual se presenta como un punto preciso cuando se considera una única variable (Figura 5.3a) o un segmento cuando el contenido es multivariable (Figura 5.3b). El eje "z" se encuentra implícito en los correspondiente a los atributos medidos en cada capa temática.

Cabe destacar que en la Figura 5.3 el segmento que presenta el intervalo t_1 y t_2 es solamente un artificio utilizado para la representación gráfica, pues todas las variables medidas en un mismo espacio al mismo tiempo se presentan en un realidad *instantánea* que contiene infinitas dimensiones en el mismo espacio-tiempo. En este sentido se ha utilizado en SIG el concepto de *chess-map* (Monmonier, 1990) a fin de captar esta dinámica.

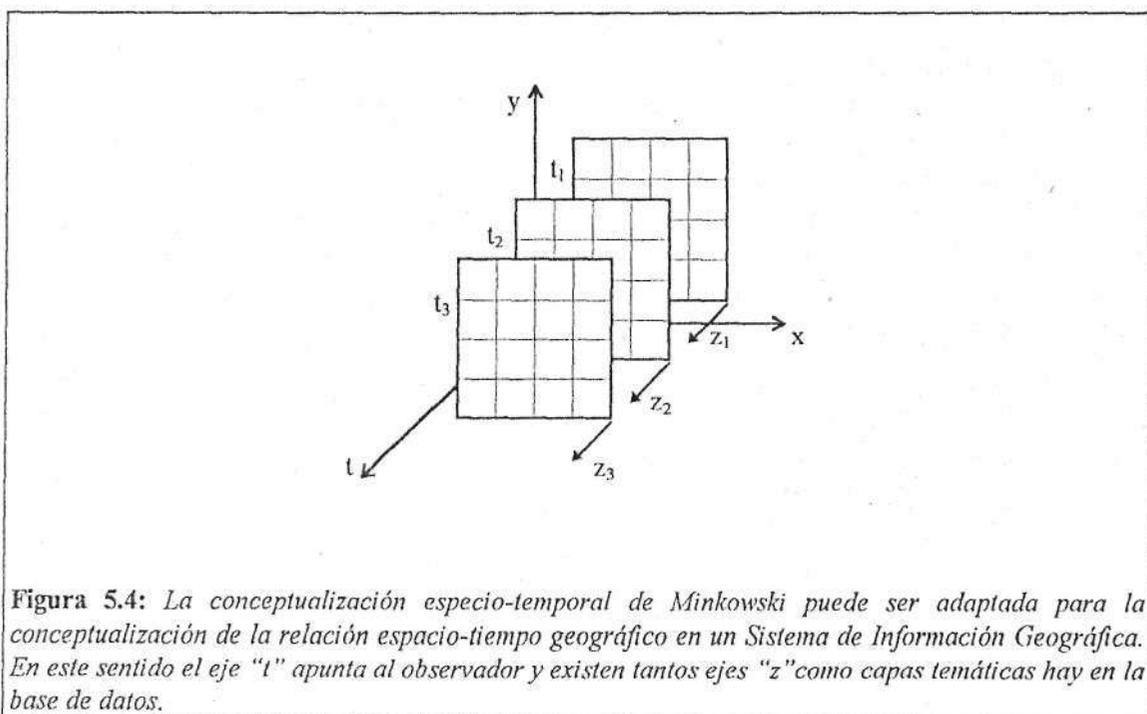


Organizar la información geográfica bajo estos conceptos, sin dudas, tiene una gran influencia de la lógica computacional y el ancho de los diferentes momentos "t" tiene que ver con la cantidad de variables del área de estudio que se consideran simultáneamente con la necesidad de despejar ciertas dimensiones de la realidad fragmentándola en tantas partes como sea necesario a fin de aproximarse a la totalidad. Esta fragmentación abarca diferentes temas circunscriptos al área de estudio como resultado de un análisis cartográfico o niveles de resolución *espectral* si se trata de información obtenida a través de procedimientos técnicos de percepción remota.

Cabe destacar que la teoría geográfica ha producido tradicionalmente una visión espacio-temporal acorde a los objetivos de análisis de nuestra ciencia [Capítulo 3: 3.2.5.] y que el concepto de *matriz geográfica* se presenta como fundamental al

momento de sistematizar información cuantitativa. Dicha estructura de organización de datos sería considerada, al ser propuesta por Berry (1964), un sistema de información geográfica, apoyada por una definición de gran amplitud como la de Dacey(1970) y se oponía en su representación a la organización cubica de Minkowski en el sentido de incluir la información más actualizada superpuesta a la anterior, dejando la desactualización en diferentes niveles de profundidad.

Considerando este aspecto, la conceptualización espacio-temporal puede ser representada de la siguiente manera: las capas temáticas de mayor actualidad se incorporan en la parte superior dejando en el nivel de profundidad la desactualización que brindan los distintos momentos históricos. De esta forma, el eje del tiempo se orienta en un sentido inverso al descrito en los trabajos generales. El resultado final se presenta en la Figura 5.4, donde el eje "z" (atributo medido con localización espacial específica) aparece con un cero de coordenadas en una de las esquinas de cada una de las capas temáticas y se orienta en el mismo sentido de t , es decir, un eje "z" para cada variable, diferentes en contenidos si es que no fueron utilizados previamente procedimientos estadísticos de estandarización.



5.3. TÉCNICA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

5.3.1. Definición del área de estudio

El concepto de área de estudio resulta ser fundamental al momento de aplicación de la tecnología SIG ya que brinda el marco espacial en el cual será circunscripta la información y los resultados de los procedimientos de análisis espacial aplicados. Para poder definir el área de estudio, concepto derivado de área [Capítulo 3: 3.2.2], se deben realizar cuatro procedimientos básicos que se presentan como iniciales en el desarrollo de un un proyecto.

La *extensión* es el tamaño total del área de estudio, que se define como rectángulo o cuadrado a partir de la ubicación de *puntos extremos* (generalmente, uno en el sector inferior-izquierdo y otro en el superior-derecho). Estos puntos se definen en un determinado sistema de coordenadas (cartesianas x-y o geográficas), tienen relación con la escala cartográfica y se introducen gráficamente a través de procedimientos de digitalización vectorial.

Una vez definida la extensión, desde un punto de vista técnico abarca la totalidad del área útil de trabajo en la tableta digitalizadora y visualmente la totalidad de la pantalla de la computadora. Por lo tanto, la sesión de trabajo se podrá controlar en el monitor, pudiendo trabajar mediante ampliaciones por sectores (*zoom*) que permiten ubicar las entidades gráficas a digitalizar con mayor exactitud.

La *proyección* es "un sistema de meridianos y paralelos sobre el cual puede dibujarse un mapa" (Raisz, 1974:73) y se presenta como la segunda definición necesaria. Existen muchas formas de construir sistemas de proyección, es decir, de proyectar la superficie terrestre sobre una superficie plana (Maling, 1992; Bugayevsky y Snyder, 1995), pero el sistema adoptado debe apuntar a la búsqueda de una solución acorde con los objetivos del trabajo y no considerar *apriori* que una resulta ser mejor que otra. Cuando se utilizan coordenadas geográficas se debe definir el meridiano central de la faja que pasa por el área de estudio, el factor de escala que llevará a la deformación del mapa a partir de dicho meridiano y un falso origen para poder acomodar el diseño digital a este

sistema. Cuando se utilizan coordenadas planas x-y, la digitalización vectorial se realiza a través de un mapa analógico (en papel) diseñado en la proyección deseada. El mapa digital conservará la forma original, es decir que llevará implícita la proyección.

También resulta posible transformar el archivo digital de una proyección a otra. Para ello deben definirse ciertos puntos precisos en la composición cartográfica, digitalizarlos y asociarlos a una tabla de correspondencia estructurada de forma alfanumérica y formada por cinco columnas: identificador del punto, coordenada x, coordenada y (en la proyección original), coordenada x, coordenada y (en la nueva proyección) (Figura 5.5). El sistema debe tener la capacidad de leer las coordenadas originales asignándole las nuevas y ubicar el mapa en el nuevo sistema de proyección definido de forma automática.

Estos puntos definidos sobre la cartografía se denominan *puntos de control*, ya que las posiciones geográficas de los mismos han sido establecidas con total exactitud dentro del sistema de coordenadas utilizado. Estas ubicaciones concretas pueden obtenerse a partir de consultar la cartografía topográfica oficial o a partir del trabajo de campo, en el cual actualmente se utilizan receptores GPS -*Global Positioning System*- [Capítulo 1: 1.2.3.]. Cuanto mayor sea el número de puntos de control determinados dentro del área de estudio, el SIG tendrá mayor exactitud para poder calcular las coordenadas de cualquier otro punto dentro de la composición y, en el caso de que sea necesario, podrá realizar un cambio de sistema de proyección y acomodar la cartografía en base a otro sistema, como se ha detallado con anterioridad.

Finalmente, dentro de la extensión definida como área total de estudio se debe determinar el *mapa base*, como el espacio geográfico al que se asignarán específicamente los datos alfanuméricos de un ABD (*Administrador de Bases de Datos*) en sistema vectorial, o que contendrá los componentes específicos de las variables espacializadas dentro del área de estudio en sistema *raster*.

La Sanción que cumple el mapa base no solamente es la asignación de información alfanumérica y la superposición perfecta en procedimientos de correlación cartográfica, sino que también es posible lograr que los resultados de procedimientos de

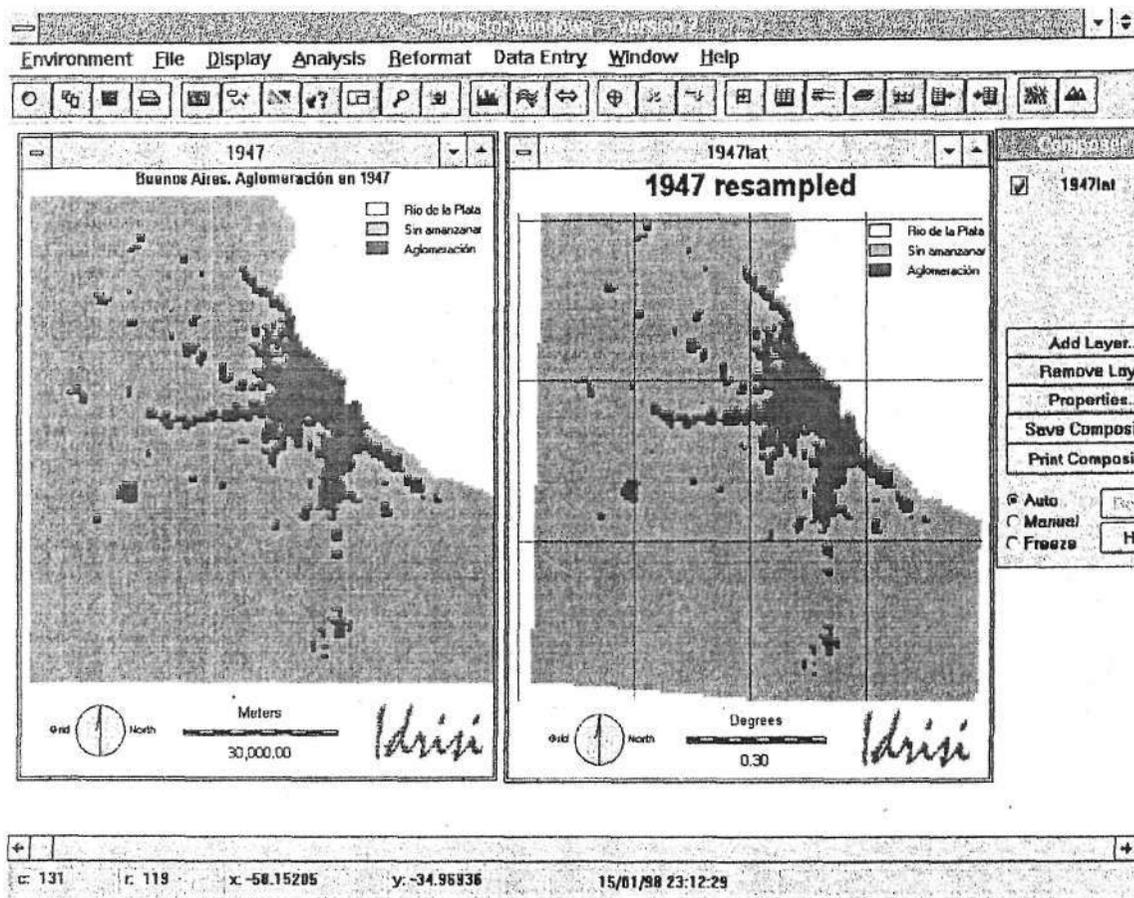


FIGURA 5.5.

Cambio de sistema de coordenadas. La aglomeración de Buenos Aires en 1947 importada en sistema de coordenadas x-y de OSU MAP-for-the-PC (versión 4.0.) a Idrisi for Windows (versión 2) y transformada a sistema de coordenadas geográficas *latitud-longitud*. En el resultado, sobre la derecha, al incorporar el área de estudio en otro sistema de referencia se perciben algunos cambios: una deformación en el área original, la presencia de paralelos y meridianos y la escala gráfica en grados.

análisis espacial (por ejemplo, el cálculo de áreas de influencia por polígonos de Voronoi) no se distribuyan sobre el área total, sino que se circunscriban dentro de sus límites.

5.3.2. Geocodificación

Los componentes espacializados del área de estudio y aquellos que específicamente se encuentran en el interior del mapa base deben atravesar un proceso concreto de transformación que conceptualmente se ha presentado como el camino que parte del mundo real y finaliza en el modelo digital de la realidad [**Capítulo 1: 1.2.4.**]. Como técnica de geocodificación de la información espacial, es decir, la digitalización directa de los elementos físicos visibles en el espacio geográfico (fotografía digital, sensores remotos orbitales) o de documentos en papel que se presentan como modelos conceptuales (uso de teclado, *scanner* o tableta digitalizadora) y en ambos casos se apunta a la creación de una base de datos gráfica [**Capítulo 1: 1.2.3.**] tanto en formato *raster* como vectorial.

La *digitalización por teclado* comienza con un procedimiento de *geocodificación manual* (Dangermond, 1990) de la información, que se realiza superponiendo una cuadrícula transparente al mapa que se intenta digitalizar y se asigna dentro de cada *pixel* el valor correspondiente a la categoría predominante que se identifica debajo de ella.

Para concretar este procedimiento, en primer lugar se debe determinar el tamaño de la matriz total a ser utilizada (filas x columnas) y con ello el tamaño de cada *pixel*, que será la unidad de resolución espacial mínima para la captación de datos. El ingreso de la información será hecho línea por línea, desde la columna 1 a la n, introduciendo un número (valor de la celda) en cada espacio de la matriz definida. El valor máximo posible de introducir como número digital (DN) depende de la capacidad del *software* en cuanto a *resolución radiométrica*, por ejemplo en OSU MAP-for-the-PC podrá ser un número de 0 a 15 (16 categorías como máximo). Estos números representan un color, un grafismo o un valor en tercera dimensión.

Otras cuestiones a tener en cuenta cuando se realiza este procedimiento es la definición de los criterios para la asignación de determinada categoría al *pixel*. En este sentido se podría afirmar que una cuadrícula pequeña representaría mayor cantidad de detalles de la superficie terrestre, sin embargo, la comprobación empírica establece que el error inducido por los cambios en la resolución espacial se comporta como exponencial negativo, llegando un punto en el que un mayor número de divisiones en la matriz brinda igual exactitud que la del paso anterior $n-1$ (Buzai, 1990).

Es fundamental determinar cuáles *pixels* intervendrán en el tratamiento de análisis espacial y cuales no, y el criterio utilizado se debe mantener constante a lo largo de toda la tarea. Para este fin existen básicamente dos procedimientos: uno considera la categoría que se encuentra sobre el punto central del *pixel* y otro considera las superficies contenidas en un porcentaje mayor al 50%. Normalmente se utiliza el segundo criterio, debido a que pueden existir celdas con más del 50% de su superficie ocupada en las que el punto central contiene otra categoría.

Una vez definidas estas cuestiones y ante el procedimiento de la carga de información se puede incluir su DN de forma arbitraria, sólo con el fin de diferenciar las categorías existentes, para luego reclasificarlos con los comandos del SIG y llevarlos a los valores que serán definitivos para la composición [**Capítulo 5: 5.4.1**].

Con el uso de una *tableta digitalizadora* se puede realizar un ingreso de información gráfica vectorial con programas CAD (formato de archivo .DXF) o mediante módulos propios de digitalización del SIG, como TOSCA en Idrisi for Windows, Tydig en SPANS GIS o ADS en PC ARC/INFO.

Si se intenta digitalizar un documento cartográfico en papel con un única definición en la extensión del área de estudio, el mapa base deberá ser de un tamaño menor al del área de trabajo de la tableta digitalizadora utilizada y se deberá adherir a ella a fin de evitar desplazamientos que lleven a desfases durante la tarea técnica.

Desde un punto de vista operativo y en relación al documento que se desea digitalizar, podemos decir que resulta necesario definir correctamente las entidades a ser

consideradas y sus relaciones precisas. En este sentido deben considerarse las entidades básicas (puntos, arcos y polígonos) y expresar claramente sus relaciones a través de *vértices* (como puntos de inflexión en los arcos) y *nodos* (como puntos de unión entre dos o más arcos). Las definiciones previas -marcando la cartografía en papel o creando una cartografía de base- tienen por objeto que el operador improvise la menor cantidad de cuestiones al encarar el proceso de digitalización, lo que disminuirá la posibilidad de cometer errores al ser realizado.

A diferencia de la digitalización vectorial, la utilización de *scanners* permite una forma automática de digitalización que tiene por objeto crear una imagen *raster*. Los archivos computacionales producidos por el uso de *scanners* pueden tener variada estructura, que se define a través de sus extensiones, las más comunes son .BMP (Microsoft Windows Bitmap Image Format), .CRD (Corel Draw Format), .GIF (Graphic Image Format), .PCX (PC PaintBrush Export Format), PIC (Apple Macintosh Picture Format) y .TIFF (Tagged Image File Format) (Brandalize, 1993).

Las imágenes originales obtenidas de forma directa, pueden ser mejoradas y sus imperfecciones corregidas a través de la utilización de programas de diseño gráfico dotados de importantes recursos para el trabajo en CAC [**Capítulo 1: 1.2.3.**]. A través del tratamiento gráfico de la información puede arribarse a resultados cartográficos completos, pero hemos considerado el uso de *scanners* como paso previo para el ingreso de datos a un SIG, es decir, como fuente de información. Esto permite que los procedimientos metodológicos realizados en función de las posibilidades que se brindan en el campo del PDI [**Capítulo 1: 1.3.**] Sin embargo, el resultado principal es la incorporación de una nueva capa temática en la base de datos total del sistema raster a través de la clasificación temática de cada *pixel*.

La obtención de datos a través de la *utilización de sensores remotos* en procedimientos de percepción a distancia se realiza a través de los dispositivos que disponen los aviones y satélites artificiales (Lillesand y Kiefer, 1994) para obtener imágenes de la superficie terrestre con múltiples propósitos.

Las fotografías aéreas pueden procesarse a través del uso de *software* específico luego de ser digitalizadas por geocodificación manual o por el uso de *scanner* a través de procedimientos de PDI [Capítulo 1: 1.2.3.]. Las imágenes satelitales muestran diferentes patrones de distribución espacial a través de los niveles de gris que se presentan como respuesta a la reflectancia electromagnética de los elementos contenidos en la superficie terrestre, cuyo valor se incorpora al *pixel* a través de un DN (Crósta, 1992). La resolución de estas imágenes puede ser de cuatro tipos: *espacial*, basada en la capacidad de captar diferentes tamaños de objetos sobre la superficie terrestre; *espectral*, que corresponde al número de bandas del espectro electromagnético que el sensor puede captar, *radiométrica*, acorde al nivel de gris (cantidad de tonos desde el blanco pleno al negro pleno) que puede tener la imagen y *temporal* de acuerdo al lapso de tiempo que el sensor tardará en obtener una imagen actualizada de un mismo lugar (Camara et al, 1996).

Los niveles de gris están asociados a la cantidad de *hits* que pueden ser incorporados a cada *pixel* de la imagen. Este valor es siempre una potencia de 2, así, una imagen de "4 bits" significa $2^4 = 16$ niveles de gris, por ejemplo, características de las capas temáticas de OSU MAP-for-the-PC. Por su parte, los sistemas de sensores incorporados en los satélites artificiales LANDSAT y SPOT disponen de una resolución radiométrica que puede ser de 6 y 8 *bits*, lo cual produce imágenes de 64 o 256 niveles, posibles de ser trabajadas mediante Idrisi for Windows.

5.3.3. Bases de datos

Las estructuras de las bases de datos alfanuméricas están relacionadas conceptualmente a las características que hemos descrito acerca de las representaciones gráficas en el entorno digital, en este sentido se utilizarán similares niveles explicativos a los que fueron utilizados para describir las estructuras básicas de representación [Capítulo 5: 5.1.1.].

Por *base de datos raster* se entiende una numeración organizada de forma matricial; *n* filas (latitud) x *m* columnas (longitud). Cuando cada uno de los números de

la base se asocia a determinado color o grafismo, se obtiene como resultado un mapa raster del área de estudio.

Los datos pueden almacenarse de acuerdo a las modalidades propias de cada *software* geoinformático. Sin embargo, cuando se los convierte a formato ASCII, se los puede consultar, modificar e imprimir utilizando un EDT como integrante de la Geoinformática [Capítulo 1: 1.2.3.]. Si se procede de este modo, el archivo digital se presenta como un largo inventario de DN, en algunos casos respetando una estructura matricial como en OSU MAP-for-the-PC y, en los que se privilegia una organización *run-length* como en Idrisi for Windows, aparecerán en una única columna, la que deberá dividirse -de acuerdo a una información previa (encabezamiento o archivo asociado)- para representar las diferentes filas que forman la imagen (Idrisi for Windows). Los números digitales (DN) a los que hemos hecho referencia representan la resolución radiométrica [Capítulo 5: 5.3.2.] lograda en base a la cantidad de *hits* con los que es posible formar cada *pixel*.

Las características enumeradas hasta aquí muestran la alta correspondencia que en estos modos de representación existe entre las características numéricas y gráficas. Si bien se han ejemplificado características correspondientes a una sola capa temática, en la realidad se deben multiplicar por la cantidad de variables de la base de datos total, una en cada capa temática a fin de superponerse matricialmente de forma perfecta y posibilitar el posterior análisis geográfico.

Las *bases de datos jerárquicas* se organizan en una estructura ramificada, en ellas se puede incluir información a partir de un camino único (*árbol*) o de múltiples alternativas (*red*). En estos casos se utiliza el concepto de *caja* para cada uno de los grandes temas hacia los que se bifurca la organización jerárquica que se inicia con una *caja raíz* con el nombre del área de estudio, hasta llegar al mayor nivel de desagregación espacial, en el que se encuentran datos con variados temas.

Cada caja puede representar una entidad geográfica y su contenido puede seleccionarse a fin de procesar estadísticamente la información de acuerdo con las necesidades propias de la investigación. Un ejemplo de este tipo de bases de datos es

REDATAM-PLUS, diseñada para el estudio de población, y cuyas características están siendo probadas en procedimientos asociados a la tecnología SIG (Gonzalez et al, 1991; Silva Pizarro et al., 1995).

Las *bases de datos relacionales* son las más comunes de uso general y ya las hemos descrito como ABD integrantes de la Geoinformática [**Capítulo 1: 1.2.3.**]. Son las bases de datos asociadas a las entidades gráficas de formato vectorial y en este sentido su difusión masiva en el ambiente SIG se ha logrado con la estructura estándar .DBF (Dbase Formal), por lo que un gran cúmulo de datos puede almacenarse directamente en ABD y luego importarlo a la tecnología SIG. Por ejemplo, un *software* como PC ARC/INFO, como se ha mencionado, utiliza directamente un formato .DBF, razón por la cual su compatibilidad con los ABD es perfecta.

5.3.4. Transformaciones

La primera transformación importante que se puede realizar mediante el uso de tecnología SIG se refiere a la *importación de archivos vectoriales*. En la actualidad es muy difícil encontrar un sistema de digitalización propia de un SIG que tenga similar ductilidad que un sistema CAD, que ha sido creado exclusivamente para cumplir una tarea técnica a partir de la cual forma archivos gráficos producto de digitalizaciones vectoriales con tableta digitalizadora.

El *software* AutoCAD, que ha demostrado una excelente capacidad para estas tareas, genera a partir de la digitalización de documentos en papel, archivos en formato ASCII (American Standard Code for Information Interchange) con extensión .DXF (Drawing Exchange Formal) con posibilidad de importación a cualquier SIG. En dos trabajos concretos (Buzai y Kulevicius, 1995; de la Cuétara y Buzai, 1995) se recorre el camino mencionado. Partiendo de digitalizaciones vectoriales en .DXF se presentan las transformaciones necesarias para la incorporación de dichos archivos como área de estudio de los sistemas SPANS GIS y PC ARC/INFO respectivamente.

Una segunda transformación de importancia es la que permite la *generación de polígonos* a través del tratamiento de vectores. Representa el procedimiento por el cual

permite que todas las líneas sueltas que fueron digitalizadas formen áreas cerradas capaces de ser asociadas con posterioridad a una base de datos alfanumérica areal. Para realizarlo de forma efectiva en un único arco, su nodo de inicio y final deben coincidir con exactitud en valores de coordenadas, mientras que en varios arcos diferentes deben coincidir con los nodos correspondientes de acuerdo al diseño cartográfico realizado.

En sistemas CAD, el procedimiento de cerrado de arcos y generación de polígonos puede realizarse a través de algún comando específico (por ejemplo su cerrado con *Close*), que hará que el valor cargado como coordenada específica del nodo inicial de un arco sea repetido como valor del nodo final. Sin embargo, digitalizaciones realizadas con el módulo de digitalización ADS (Arc Digitizing System) de PC ARC/INFO pueden introducir dos tipos de errores en los procedimientos de digitalización con tableta digitalizadora: que el nodo final no llegue o que se sobrepase respecto del nodo al que debe enganchar. Por tal motivo, para realizar un correcto cerrado de arcos se establecen dos tipos de tolerancias (*dangle length* y *fuzzy* para ambos casos, respectivamente), a través de las cuales se crea una circunferencia de un radio determinado alrededor de cada uno de los nodos y si dichos nodos se encuentran dentro de la intersección de los dos conjuntos que se forman el sistema los engancha definitivamente. Este procedimiento ha sido ejemplificado visualmente en Buzai y Duran (1997).

Cuando un sistema trabaja con relaciones topológicas se podrá considerar que un mismo arco pertenece a dos polígonos diferentes y tomará el lugar correspondiente a su límite, en cambio cuando el sistema carezca de esta posibilidad, tal el caso de SPANS GIS, Idrisi for Windows o EPI MAP, cada polígono deberá incluirse en una capa temática diferente durante el proceso de digitalización y la combinación total de todas las capas temáticas brindará la posibilidad de contar con todas las áreas definidas. En este caso la superposición debe ser perfecta, a fin de evitar la aparición de líneas de diferente grosor ante la superposición, ya que el límite entre dos polígonos está formado por una línea correspondiente a cada uno. Este inconveniente se soluciona copiando los arcos que actúan como límites entre áreas de una capa temática a otra y de esta manera se asegura una superposición perfecta.

Otra serie de transformaciones se realizan dentro del sistema mediante la utilización de sus comandos. **Vectores a raster:** Se obtiene al definir una matriz cuadrículada y, al superponerla a los vectores, determinar en ella los *pixels* que los contienen. Estos se diferenciarán del resto tomando un nivel de gris o el color negro en imágenes de 1 *bit*. Es un procedimiento que se utiliza para la determinación de intersecciones por superposición temática. **Vectores a redes:** Se obtiene a partir de la definición de nodos en todas las intersecciones vectoriales. Permite la carga de información a todos los arcos definidos entre nodos. Sin embargo, una verdadera red necesita posteriores definiciones como barreras, fricciones, paradas, etc. Estas estructuras se utilizan para el análisis de cuencas hidrográficas, redes de transporte o servicios de distribución. **Polígonos a raster:** Se obtiene al definir una matriz cuadrículada y al superponerla a los polígonos determinar qué *pixels* los contiene, utilizando colores arbitrarios para la diferenciación de las distintas áreas. Se utilizan para realizar cálculos de valores superficiales o para formar una nueva capa temática con posibilidad de ser cruzada *pixel a pixel* con otras variables. **Polígonos a quadtree:** Se obtiene al ir dividiendo el área de estudio en cuadrantes y subcuadrantes. De esta manera se logra una composición con diferentes tamaños de *pixel*, que ahorra espacio de almacenamiento y tiene similar funcionalidad a la representación *raster*. **Raster y quadtree a quadtree y raster:** *Raster a quadtree* implica el análisis de la imagen total, la que tiene una determinada extensión ($n \times m$) y se genera nuevamente en formato *quadtree*. A la inversa, cuando la información de entrada es un mapa *quadtree* con un tamaño de *pixel* diferente, se le superpone la cuadrícula regular -previamente definida- y sobre ella se determinan cada una de las categorías interiores. La funcionalidad final es la misma en ambas estructuras, estos procedimientos se utilizan para el traslado de datos de uno a otro *software*.

Las dos últimas transformaciones corresponden directamente a la visualización de las entidades gráficas. El *cambio de proyección* se realiza ante una correcta determinación de una serie de puntos de control, como fuera explicado con anterioridad. [Capítulo 5: 5.3.1.], los cuales se utilizarán como guías para la incorporación del diseño al otro sistema de coordenadas. El *cambio en la escala* permite determinar procesos de

generalización y especificación. Técnicamente estos procedimientos se incorporan al SIG como filtros para la representación gráfica de la información espacial, a partir del cual en diferentes escalas de representación se apreciarán características diferentes (Muller et al, 1995).

5.4. MÉTODOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Uno de los conceptos básicos que se han desarrollado conforme el *software* SIG avanzó hacia las computadoras personales fue el de *toolbox* (caja de herramientas). Sistemas pioneros como OSU MAP-for-the-PC y Odissey GIS fueron desarrollados bajo esta filosofía (Morehouse, 1990) y, a partir de allí, diferentes *software* como PC ARC/INFO la siguieron. Entre el usuario del sistema y la base de datos se presentan diferentes *operadores espaciales* que el usuario seleccionará y combinar de acuerdo a los resultados que intente obtener. Un SIG en la perspectiva de *toolbox* se presenta como una herramienta analítica utilizada para almacenar y combinar información espacial, producir cartografía y obtener información básica a fin de apoyar los procesos de toma de decisión.

Para lograr estos aspectos las tecnologías geoinformáticas se presentan como válidas a fin de apoyar el camino de la investigación en diversos campos, y la totalidad de las posibilidades que brindan presentan diferentes alternativas hacia la búsqueda de resultados. En este sentido, los procedimientos metodológicos que brinda un SIG se encuentran en permanente evolución, sin embargo según algunos autores (Dobson, 1993) prácticamente la totalidad de los procedimientos de análisis geográfico ya han podido ser automatizados [**Capítulo 1:1.2.2**]. Los procedimientos básicos que marcan la tendencia en la utilización de estos sistemas se detallan a continuación.

5.4.1. Reclasificación cartográfica

Este procedimiento consiste en efectuar cambios de color en las categorías de un mapa a partir de la reenumeración de los DN (números digitales) contenidos en cada pixel del *modelo raster* o invocando los colores preestablecidos en la paleta de colores del *modelo vectorial*.

La *reclasificación por línea de comandos* en el *modelo raster* se puede realizar consignando una orden que contenga la siguiente información: <RECLASIFICAR> el <Mapa a ser reclasificado> asignándole <Nuevo DN> al <Anterior DN> para obtener <Nombre del nuevo Mapa>; por ejemplo, reclasificar el mapa "tipos de suelo" asignándole color N° 5 al color N° 2 para obtener el mapa "tipos de suelo reclasificado". En el *modelo vectorial*, el color y su reclasificación por línea de comandos se obtiene consultando la base de datos alfanumérica asociada a las entidades gráficas de geocodificación (puntos, arcos, polígonos) mediante una orden que contenga la siguiente información: <SELECCIONE> de la <Base de Datos Alfanumérica> y del <Campo de Información requerido> los <Registros que contengan una determinada característica> y representélos en el mapa con el <Número de color correspondiente a la paleta de colores>, y así sucesivamente hasta completar la selección y coloreado de la cartografía total. Por ejemplo, seleccione de la base de datos "demografía" el campo "tasa de natalidad" y allí buscar los datos inferior al 0,5% y representarlo en color N° 5.

La *reclasificación mediante filtros* se realiza a partir de la creación y utilización de un archivo computacional que contenga las modificaciones que deben ser realizadas en la totalidad de los DN de la imagen *raster*, o en los números seleccionados de la paleta de colores preestablecida para el pintado de polígonos en el sistema vectorial. Este archivo que actúa como *filtro* consta de dos columnas: La primera corresponde a los números de colores actuales del mapa y la segunda se ocupa totalmente con valores cero, los que serán modificados de acuerdo a la reclasificación deseada.

Archivo Filtro		Archivo Filtro Modificado	
1	0	1	1
2	0	2	1
3	0	3	5
4	0	4	5
5	0	5	5

En el presente ejemplo se considera un archivo filtro para un mapa que contiene cinco categorías (1 a 5) y, al modificarlo, sus valores se agrupan en dos categorías (1 y 5). Cartográficamente de un mapa conteniendo cinco colores pasaremos a uno que los agrupa en dos.

También puede realizarse una reclasificación cartográfica por *modificación de histograma*. Las Imágenes raster producidas por medio de *scanners* u obtenida directamente a través del uso de sensores remotos (por ejemplo, una imagen satelital), están formados por una cierta cantidad de *pixels* que contienen en su interior un DN representativo de un determinado tono de gris.

El histograma es una representación gráfica que se utiliza para ver la distribución de frecuencias de los DN en una imagen (total o de un sector) y su forma expresa características particulares del área seleccionada. Como se puede verificar en estas representaciones la mayoría de los valores en DN se agrupan en un intervalo reducido del histograma (eje x, de 0 a 255 en imágenes de 8 *bits*). El DN=0 representa el negro pleno y el DN=255 representa el blanco pleno, lo que significa que al ocupar una parte reducida de este intervalo la imagen original presenta un contraste visual reducido. Para mejorarlo, se procede a lograr un ensanchamiento del histograma sobre el eje x, haciendo que los *pixels* se distribuyan uniformemente. En este momento habrá mayor cantidad de *pixels* cercanos al 0 y al 255 con lo cual los extremos visuales se presentan con un contraste mayor.

La operación que permite la modificación mediante el uso de histogramas con el consiguiente cambio en la representación visual se denomina "aumento de contraste" y se realiza mediante el uso de una *función de transferencia*: una línea dibujada entre los ejes x e y de un sistema de coordenadas cartesiano que refleja el histograma original (en x) y produce una nueva configuración (en y), a partir de ella se obtiene la nueva imagen. Las funciones de transferencia pueden ser de distinto tipo, sin embargo la más comunmente utilizada es la *lineal*, en la cual si su inclinación es igual a 45° se obtiene un idéntico reflejo, si es menor se produce una contracción, en cambio, si es mayor se produce su expansión. También pueden utilizarse funciones bilineales (para analizar un sector concreto del histograma) y no lineales (por ejemplo, exponenciales). Es una de las técnicas más usuales y ha brindado importantes resultados como procedimiento del PDI (Crósta, 1992).

5.4.2. Análisis por superposición temática

Estos procedimientos son los más difundidos como metodología de los Sistemas de Información Geográfica y se basan en la combinación de dos o más capas temáticas para lograr la obtención de un resultado. Entre ellos se pueden incluir una amplia variedad de procedimientos.

La *imposición* es la forma en que el total de categorías de un *mapa 2* pasen a estar incluidos dentro de la superficie ocupada por la única categoría de un *mapa 1*. Generalmente se lo utiliza para circunscribir resultados de una determinada variable a los límites precisos de un área de estudio.

El *estampado* genera una nueva capa temática al superponer las categorías seleccionadas del *mapa 1* sobre las del *mapa 2*. Generalmente se lo utiliza para determinar los cambios en la distribución espacial de algún patrón determinado.

La utilización de un *filtro matricial* permite cruzar simultáneamente la totalidad de las categorías de dos mapas. Para lograr este cruce se utiliza un archivo de texto que actúa como filtro, en el cual las categorías del *mapa 1* se organizan en el sentido de las filas y las del *mapa 2* en el de las columnas, de manera tal que completando el interior de la matriz debe quedar definida la relación entre los dos mapas. Se lo utiliza para obtener áreas que cumplan con las condiciones óptimas para un determinado fin.

Filtro Matricial

		Mapa 2				
		Precipitaciones				
		1	2	3	4	5
Mapa 1 Tipos de suelo	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0

Filtro Matricial Modificado

		Mapa 2 Precipitaciones				
		1	2	3	4	5
Mapa 1 Tipos de suelo	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	1	1
	4	0	0	0	0	1
	5	0	0	0	0	0

En el ejemplo se muestra la selección de la combinación óptima para obtener un determinado producto agropecuario. Para ello se deben producir las asociaciones del tipo de suelo 3 con las precipitaciones 4 y 5, y el tipo de suelo 4 con la precipitación 5. El mapa de resultado mostrará toda el área de estudio en valor 0, salvo aquellos *pixels* que cumplan con la condición establecida que se presentarán con valor 1.

Otra serie de procedimientos tienen que ver con la aplicación de *operaciones aritméticas* realizadas en los DN de las imágenes *raster*. Si se toma como procedimiento del PDI, puede aplicarse entre imágenes de diferentes sectores del espectro electromagnético de una misma zona (multiespectral) o bien entre imágenes de diferentes momentos de un mismo sector espectral, en cuyo caso la mayor importancia se focalizará hacia el análisis temporal.

En el caso de los SIG se utilizan ambas posibilidades metodológicas. La primera se aplica a capas temáticas correspondientes a diferentes variables y la segunda, a una misma variable en diferentes momentos en el tiempo. Las operaciones se realizan invocando dos o más imágenes, para obtener, a partir de ellas, un mapa de resultado, donde cada pixel contiene el valor que surge a partir de la operación matemática realizada.

En imágenes *raster* de 8 *bits* ($2^8 = 256$ tonos de gris), la operación de *suma* se realiza junto a una contracción del histograma, pues cuando se realiza la suma de imágenes que cuentan con DN en un intervalo de 0 a 255 tonos de gris, el resultado puede llegar a ser, en el caso extremo, igual a $255 + 255 = 510$. Con el fin de volver los DN al intervalo original, normalmente se divide el resultado obtenido por la cantidad de

imágenes utilizadas en el procedimiento, con lo que se logra un resultado visual a través del promedio.

Este es un procedimiento utilizado cuando los resultados visuales obtenidos son pobres a causa de interferencias de diferentes origen entre la superficie terrestre y el sensor instalado en el satélite artificial. Utilizando la tecnología SIG una suma puede resolver situaciones simples, como descubrir la ubicación de un determinado elemento del espacio geográfico. Por ejemplo, si tenemos una capa temática "red hidrográfica" en la cual el río principal aparece con $DN = 1$, y una capa temática "rutas" donde la ruta principal aparece con $DN = 4$, la suma entre ellas permitirá determinar una nueva capa temática "puente" en la cual, después de la suma, y determinada una superposición, aparecerá esta característica con $DN = 5$.

Desde un punto de vista técnico, el procedimiento de *resta* se realiza de forma similar al de la suma y, de forma similar, los resultados obtenidos en imágenes de 8 *bits* se escapan -con números negativos- hasta el -255 como mínimo, por este motivo, para volver los resultados de los DN a dicho intervalo se utilizan procedimientos asociados como sumarle el valor 255 a cada *pixel* (de esta forma las celdas con $DN = 0$ pasarán a tener $DN = 255$ y las que tengan $DN = 255$ pasarán a $DN = 510$). Finalmente los resultados se dividen por 2 a fin de volver al intervalo original.

La *multiplicación* es la operación con menor frecuencia utilizada en PDI. Dos imágenes de 8 *bits* multiplicadas, puede dar como respuesta resultados sumamente elevados en los DN obtenidos (en el caso extremo, $255 \times 255 = 65.025$), por lo tanto, luego de efectuar esta operación se hace necesaria una gran contracción del histograma a fin de que todos *sus pixels* vuelvan a ubicarse dentro del intervalo original. Mediante la aplicación, la información común a ambas imágenes es realizada; el cruce entre los DN altos producirá resultados elevados, mientras que si una de las dos imágenes presenta zonas con DN bajos, los resultados serán disminuidos. Se aplica principalmente en Geomorfología, dado que permite descubrir características de sombreado similares sobre la superficie terrestre a causa del relieve del terreno.

La operación más utilizada en **PDI** es la *división*, que sirve para realzar diferencias espectrales entre cada par de bandas y el análisis multitemporal de imágenes. Cuanto mayor sea el numerador en relación al denominador más claro será el *pixel* resultante, ya que su valor se irá alejando de $DN = 0$, con la situación inversa se obtendrá un $DN < 1$ con tonalidad oscura, y si ambos son iguales el resultado será $DN = 1$, quedando allí determinadas -en dos momentos históricos- las zonas sin cambios.

Esta operación ha sido ampliamente ensayada y aplicada, principalmente al análisis de la vegetación, campo en el que ha mostrado una gran aptitud. Se ha determinado, por ejemplo, la Diferencia Normalizada del índice de Vegetación (INDV) se obtiene mediante la siguiente ecuación: $(MSS\ 7 - MSS\ 5) / (MSS\ 7 + MSS\ 5)$, donde MSS es una imagen LANDSAT obtenida a partir de su sensor MSS (Multispectral Scanner) y el número que lo acompaña es el número de la banda espectral correspondiente (Crósta, 1992).

5.4.3. Tratamiento de datos puntuales y lineales

Son procedimientos de análisis espacial que básicamente presentan la influencia que tienen puntos o líneas en su entorno geográfico. En este sentido la utilización de *buffers* permite la determinación de corredores o la ampliación de la entidad gráfica en base a la información alfanumérica asociada a ella.

Con este procedimiento se pueden determinar áreas circulares a partir de una entidad puntual a fin de ver zonas concéntricas de mayor radio (por ejemplo, distancias a una escuela). Habiendo formado una red, se puede asociar el flujo que transita por ella y representarlo gráficamente (por ejemplo, mapas de desplazamientos cotidianos de la población). Mediante estos procedimientos se obtienen resultados por medición de distancias y el cálculo de valores por información asociada. También se pueden incluir *costos* por diversos tipos de fricciones en el espacio, como por ejemplo, valores de pendientes, tiempos de traslado, etc.

Un procedimiento geométrico ampliamente utilizado es la generación de *polígonos de Voronoi*, los que se utilizan para obtener áreas de influencia ideales entre

determinados puntos, generándose un mosaico que cubre la totalidad del área de estudio. En esta configuración, cada punto que se encuentre dentro de un mosaico estará más cerca del centro puntual del mismo mosaico que de cualquier otro centro (Okabe et al, 1992).

El procedimiento del cálculo de *curvas de nivel* tiene por objeto mostrar la configuración espacial de una variable a partir de considerar los valores alfanuméricos puntuales contenidos en la cartografía. Evidentemente, cuantas más mediciones existan, mayor exactitud tendrá el resultado, que puede ser automático o posterior a la definición de los intervalos en los que deberá trazarse cada isolínea. Una vez finalizado el procedimiento, cada área contenida entre cada par de isolíneas podrá considerarse un patrón de distribución superficial y cruzarse con otras variables.

En una red se puede calcular el *camino óptimo*, este procedimiento se realiza para obtener como resultado el menor costo de traslado entre dos puntos del mapa -*origen y destino*-. Lo que se calcula tramo por tramo de la red es un valor de fricción en el espacio, es decir, el grado de impedimento que existe para llegar de un lugar a otro. En un sistema *raster* cada celda contiene un valor correspondiente al costo de moverse dentro de ella hasta cruzaría, en este sentido la suma de los valores de *pixels* genera el recorrido buscado (Lombard y Church, 1993). Por otro lado, en capas temáticas vectoriales se define un valor en la base de datos alfanumérica asociada el arco contenido entre dos nodos. Este valor de costo puede ser económico (gasto monetario de combustible), físico (ángulo de las pendientes del terreno) o sociales (tiempo de traslado), aunque pueden establecerse correlaciones entre la totalidad de parámetros y obtener un resultado que optimice los factores considerados.

5.4.4. Mediciones

Los diversos tipos de mediciones con base territorial se realizan en las entidades gráficas de geocodificación; se pueden efectuar sobre *puntos* como conteo simple o vinculados a un área específica, en *arcos* para medir distancias entre nodos o parcialmente entre vértices, en *áreas* midiendo la superficie o el perímetro de un polígono, o en *volúmenes* con técnicas de *cross-sections* para determinar cantidades

cúbicas por sobre y por debajo de las líneas definidas o mediante procedimientos de superposición con capas temáticas que contienen información superficial.

5.4.5. Desarrollos tridimensionales

Abarcan la realización inicial de un *diagrama de bloque* en el cual se representa el espacio geográfico en tercera dimensión. Los modelos para lograr este tipo de representaciones se han analizado con anterioridad en *software* específico como los de MDE [Capítulo 1: 1.2.3.]. A partir de allí se pueden realizar cálculos como los relativos a la determinación de *visibilidad entre puntos* que se definen a través de sitios específicos en el espacio, la simulación de *ángulos de iluminación* solar y *cross-sections* (cortes transversales) en el análisis de líneas de nivel en el terreno.

5.4.6. Cálculo de índices

El cálculo de ciertos índices de la configuración espacial de los elementos de una imagen es un procedimiento básico desarrollado principalmente en *Ecología del Paisaje*. Para poder realizar los cálculos se utiliza una *ventana móvil* que recorre toda la imagen a ser analizada y genera una imagen de resultado. Las ventanas utilizadas a modo de filtro tienen generalmente extensiones de 3x3, 5x5 y 7x7 *pixels*, llegando a un máximo de 11 x 11 *pixels*.

El cálculo de índices se realiza al ubicarse la ventana en la parte superior izquierda de la imagen, realiza la operación correspondiente con los DN que se encuentran dentro de ella y el valor lo coloca en el primer *pixel* (fila 1 columna 1) de la imagen de resultado; el procedimiento sigue recorriendo línea por línea hasta finalizar la imagen total y obtener por completo la nueva imagen.

Entre los índices podemos destacar el de *riqueza relativa*, *diversidad* y *dominancia* (Turner, 1989), *fragmentación* (Monmonier, 1974), *vecindad al valor del pixel central de la ventana* (Murphy, 1985) y *cálculo de la dimensión fractal por conteo de cajas* (box counting), el cual es ejemplificado en una siguiente aplicación [Capítulo 5: 5.5.3.].

5.4.7. Modelado

Los modelos constituyen una representación de la realidad, por lo tanto es un elemento controlable en cuanto a su utilización. La amplitud característica hace que se los pueda aplicar a una amplia variedad de objetos y, en este sentido, Badiou (1972) establece dos clases principales, los *abstractos* y los *montajes materiales*. Los primeros están formados por modelos matemáticos, mientras que los segundos se producen al representar en el espacio aspectos gráficos que representan relaciones específicas (grafos, diagramas).

Consideramos que la modelización mediante la tecnología SIG se encuentra en un punto intermedio y complementario de ambas visiones. En primer lugar, el tratamiento matemático de la información es imprescindible para su uso y al mismo tiempo se generan elementos gráficos como los grafos mencionados por Badiou (1975), pero en este caso, representando características de los flujos en el espacio geográfico. El mapa también es un modelo y su existencia pasa a ser la materia prima básica para un *modelado espacial*.

Cuando se genera un tratamiento de datos en una base de datos espacio temporal se modela la evolución de los patrones espaciales. Se pueden presentar los resultados como un *modelado de secuencias* que se representa gráficamente a través de un *diagrama de solución* [Capítulo 5:5.5.4.], en cambio, cuando las capas temáticas utilizadas en un SIG se presentan como información relevante para un mismo momento histórico, se pueden modelar procedimientos de *multicriterio* para la toma de decisiones, como por ejemplo la ponderación de capas temáticas y categorías interiores con la intención de obtener áreas definidas con diferentes grados de prioridad (*index overlay*) [Capítulo 5: 5.5.2.].

Además de estos modelados, que a continuación ejemplifican funciones de la tecnología SIG, podemos mencionar la aplicación de *modelos gravitatorios* a partir de los cuales se pueden definir áreas de influencia y mapas de probabilidad de eventos; *modelos potenciales* que trabajan con datos puntuales y los convierten en superficies representativas de la fricción espacial formadas a través de funciones de decrecimiento

exponencial inverso, lineal o exponencial. El concepto de potencial deriva de la fórmula general de la gravitación (Torres, 1970) y ha sido aplicado para un variado número de cuestiones, bidimensionales (cálculos de suma, media, varianza, suma de los cuadrados, desvío *standard error medio standard*) o tridimensionales (cálculo de pendientes, x-derivada, y-derivada, ángulo de incidencia).

Los sistemas más actuales incluyen módulos denominados *soporte a la decisión* y en ellos se presentan posibilidades de modelado a través de cálculos de probabilidad en las imágenes mediante el *teorema de Bayes*, simulaciones por el *método de Monte Carlo*, y obtención *de factores* para el análisis de la propagación de incertidumbre entre capas temáticas. Asimismo, también el análisis de *Series Temporales* se presenta en la modelización; al ya mencionado procedimiento de *chess-map* (Monominer, 1990) se le pueden agregar procedimientos basados en la estandarización de los componentes principales. Finalmente las nuevas geometrías no-euclidianas a través del uso de fractales [Capítulo 5: 5.5.3.] comienzan a hacer su aparición, no solamente como índices calculados para elementos geométricos en el total de un mapa, sino también como paso previo a procedimientos de difusión simulada.

En síntesis, la Geoinformática ofrece una amplia variedad de procedimientos de análisis para el modelado del espacio geográfico.

5.5. EL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN. PERSPECTIVAS DE APLICACIÓN.

La metodología asociada al uso de la geotecnología en general y los Sistemas de Información Geográfica en particular es muy variada. Ha sido diseñada para lograr la automatización total como procedimiento en la búsqueda de soluciones a problemas de naturaleza geográfica.

Del análisis realizado respecto de los conceptos geográficos que sustentan el desarrollo geotecnológico [Capítulo 3: 3.2.1] ha quedado en evidencia que los paradigmas *racionalista* y *cuantitativo* son los que han realizado los aportes conceptuales principales, mientras que el resto de los paradigmas geográficos no se

presentan con fuerza debido a que sus perspectivas teóricas se han encaminado al desarrollo de métodos de difícil automatización debido al alto componente perceptivo y la dificultad en la validación empírica.

Resulta pues inevitable que al presentar los siguientes casos de aplicación en base a las tendencias actuales del desarrollo geoinformático queden representadas principalmente dichas posturas. La perspectiva *racionalista* a través de la construcción de áreas, la perspectiva *cuantitativa* con el análisis modelístico y el avance en la aplicación de nuevos desarrollos de la geometría, y la perspectiva *histórica* mediante el trabajo automático a partir del uso de capas temáticas generadas para diferentes momentos en el tiempo, presentan ejemplos que demuestran su aptitud con fines de análisis regional, sistemático e histórico como formas fundamentales de la aplicación geotecnológica en el análisis geográfico.

Los casos que siguen a continuación son diferentes tipos de tratamientos realizados en la base de datos ABA.DAT creada en formato ASCII para su utilización en el Sistema de Información Geográfica OSU MAP-for-the-PC (version 4.0) y DISTRITO.VEH/VEC creada por digitahzación vectorial en formato .DXF para su tratamiento en SPANS GIS (versión 5.21).

5.5.1. Perspectiva *Racionalista*: Un análisis geográfico por superposición temática. Pérdida de suelos productivos por el crecimiento de la aglomeración de Buenos Aires entre 1869 y 1991.

5.5.1.1. Introducción

La pérdida de suelos productivos debido al crecimiento urbano es una cuestión de permanente actualidad y prioritaria para la planificación y gestión del uso del suelo por parte de las administraciones municipales que contienen metrópolis transjurisdiccionales.

El caso argentino del Gran Buenos Aires como el del Gran San Pablo y el de Santafe de Bogotá se convierten en importantes ejemplos debido a que todas estas aglomeraciones han avanzado sobre el soporte edáfico más fértil de sus respectivos países; la Pampa Ondulada en Argentina, la *terra roxa* en Brasil y los suelos negros de

altura en Colombia, las tierras de alta fertilidad en Santiago y los terrenos perilacustres en México.

La base de datos en SIG utilizada en la presente aplicación ha experimentado un proceso de construcción [**Capítulo 5: 5.5.1.2.**] hasta esta última etapa, en la cual un convenio entre el Centro de Estudios Avanzados de la Universidad de Buenos Aires (CEA-UBA) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ha permitido contar con la información básica para ampliar la base de datos digital y poder calcular el efecto que la aglomeración de Buenos Aires ha producido restando tierras con muy alto potencial agroproductivo sobre todo para una agricultura intensiva diversificada (suelos de las clases II y III del USDA).

El presente punto aborda el análisis de la expansión urbana de Buenos Aires en las ocho fechas censales nacionales mediante el uso de procedimientos de automatización realizados con tecnología SIG, considerando la dinámica en la configuración espacial de la aglomeración como entidad física y su superposición temática con las unidades cartográficas de suelos, de capacidad de uso e de índice de productividad.

La información de base surge de la aplicación del SIG y este punto se ocupa de los aspectos técnicos y metodológicos de esta tarea. Los resultados obtenidos priorizan dos formas de presentación de la información; cuadros con información alfanumérica y cartografía temática digital, información obtenida a través de procedimientos que pueden ser considerados extrapolables a otras áreas de similar problemática.

5.5.1.2. La base de datos

La base de datos -definida con el nombre ABA.DAT- ha tenido un proceso de realización que se ha extendido desde 1992 a 1996. El objetivo inicial consistió en la sistematización de la información cartográfica existente acerca de la aglomeración de Buenos Aires en diferentes fechas censales; 1869, 1895, 1914, 1947, 1960, 1970, 1980 y 1991 (finalmente también se contó con la información correspondiente al Censo Municipal de 1939), Con posterioridad a la digitalización de la cartografía básica se determinó la evolución espacial de la aglomeración (Buzai, 1993a) y la distribución

poblacional en su interior (Buzai, 1993b). Un trabajo realizado para el Comité Nacional del Programa Hidrológico Internacional de UNESCO permitió incluir la capa temática 3-NIVEL y con ella se calcularon las áreas expuestas a riesgos por inundación (Buzai y Duran, 1996) y el posterior convenio mencionado en el punto anterior permitió incorporar a la base de datos las capas temáticas; 4-SUELOS, 5-CAP-USO y 6-IPROD a partir de las cuales fueron calculados los valores superficiales de pérdida de suelo productivo conforme se expandía la aglomeración total (Buzai y Baxendale, 1997).

Las características generales de la base de datos son:

Nombre de la base de datos:	ABA.DAT
Extensión del área:	89,6 x 89,6 km
Superficie total del área:	8.028,16 km ²
Filas:	140
Columnas:	140
Cantidad de <i>pixels</i> :	19.600
Longitud del <i>pixel</i> :	0,64 km de lado
Superficie del <i>pixel</i> :	0,41 km ²
Cantidad de capas temáticas:	6

Las categorías consideradas en cada capa temática se muestran en las tablas siguientes.

Tabla 1: Capa temática 1-BA (Aglomeración de Buenos Aires entre 1869 y 1991)

Categoría 0.	Rio de la Plata
Categoría 1.	Sin aglomeración
Categoría 2.	1939
Categoría 3.	1947
Categoría 4.	1960
Categoría 5.	1970
Categoría 6.	1980
Categoría 7.	1869
Categoría 8.	1895
Categoría 9.	1914
Categoría 10.	1991

Tabla 2: Capa temática 2-DPA (División político-administrativa)

Categoría 0.	Rio de la Plata
Categoría 1.	Exaltación de la Cruz
Categoría 2.	Campana
Categoría 3.	Escobar
Categoría 4.	Tigre
Categoría 5.	Luján

Categoría 6.	Pilar
Categoría 7.	General Sarmiento
Categoría 8.	San Fernando
Categoría 9.	San Isidro
Categoría 10.	General Rodríguez
Categoría 11.	Moreno
Categoría 12.	Morón
Categoría 13.	Tres de Febrero
Categoría 14.	General San Martín
Categoría 15.	Vicente López
Categoría 16.	Capital Federal
Categoría 17.	General Las Heras
Categoría 18.	Marcos Paz
Categoría 19.	Merlo
Categoría 20.	La Matanza
Categoría 21.	Esteban Echeverría
Categoría 22.	Lomas de Zamora
Categoría 23.	Lanús
Categoría 24.	Avellaneda
Categoría 25.	Quilmes
Categoría 26.	Almirante Brown
Categoría 27.	Florencio Varela
Categoría 28.	Berazategui
Categoría 29.	Cañuelas
Categoría 30.	San Vicente
Categoría 31.	Brandsen
Categoría 32.	La Plata

Tabla 3: Capa temática 3-NIVEL (Altitud del área de estudio)

Categoría 0.	Río de la Plata
Categoría 1.	00 a 10 metros
Categoría 2.	10 a 20 metros
Categoría 3.	20 a 30 metros
Categoría 4.	Más de 30 metros

Tabla 4: Capa temática 4-SUELOS (Tipos de Suelos)

Categoría 0.	Río de la Plata
Categoría 1.	1
Categoría 2.	2
Categoría 3.	3
Categoría 4.	4
Categoría 5.	5
Categoría 6.	6
Categoría 7.	7

Tabla 5: Capa temática 5-CAP-USO (Capacidad de Uso)

Categoría 0.	Río de la Plata
Categoría 1.	II

Categoría 2.	III
Categoría 3.	IV
Categoría 4.	VII

Tabla 6: Capa temática 6-IPROD (índice de Productividad)

Categoría 0.	Río de la Plata
Categoría 1.	30
Categoría 2.	42
Categoría 3.	50
Categoría 4.	65
Categoría 5.	70
Categoría 6.	75

Cada capa temática se presenta gráficamente a continuación (Figuras 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10 y 5.11). En ellas no se han etiquetado las categorías, por lo que en las referencias se presentan los DN originales. Estos pueden ser comparados con el detalle de las categorías consideradas que se ha realizado.

5.5.1.3. Tratamiento de la información y resultados obtenidos

El primer procedimiento metodológico empleado fue el de *reclasificación cartográfica* [Capítulo 5: 5.4.1.] partiendo de la capa temática 1-BA. A partir de ella se pudo separar la aglomeración de Buenos Aires en cada año considerado y dejaría en cada caso con DN = 1 mientras el resto del área de estudio se identificó con DN = 0. Este resultado es parcial y se presenta como la base para el posterior procedimiento de *multiplicación*.

Con la *multiplicación* de capas temáticas [Capítulo 5: 5.4.2.] se determinaron los Tipos de Suelos (4-SUELOS), Capacidad de Uso (5-CAP-USO) e índice de Productividad (6-IPROD) que quedaron debajo de la aglomeración de Buenos Aires en cada año. Se cruzó cada capa temática de aglomeración reclasificada con valores DN = 0 y DN = 1 con la totalidad de las categorías de las capas temáticas: 4-SUELOS con DN = 0 a DN = 7, 5-CAP-USO con DN = 0 a DN = 4, y 6-IPROD con DN = 0 a DN = 6. Los resultados se presentan con DN = 0 en aquellas zonas sin aglomeración y con DN = 1 a DN = n en las zonas con aglomeración, llegando a un resultado por procedimiento metodológico de *imposición* (impose) [Capítulo 5: 5.4.2.].

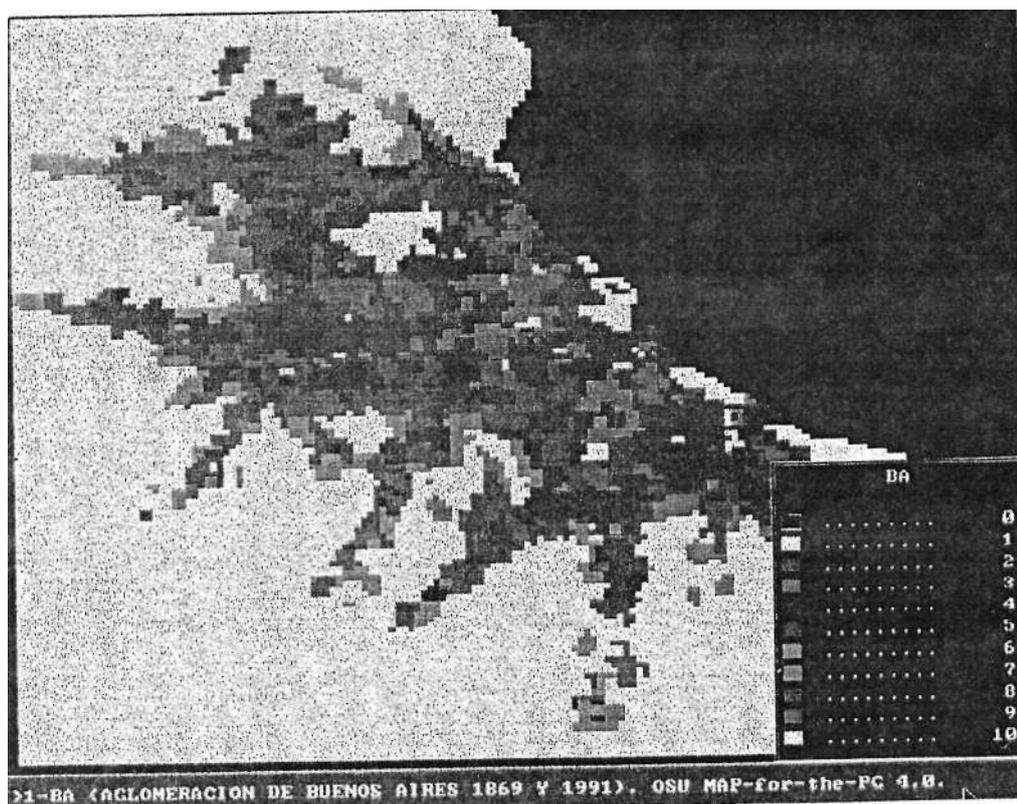


FIGURA 5.6. Capa temática BA-Aglomeración de Buenos Aires 1869-1991, Leyenda en la Tabla 1.

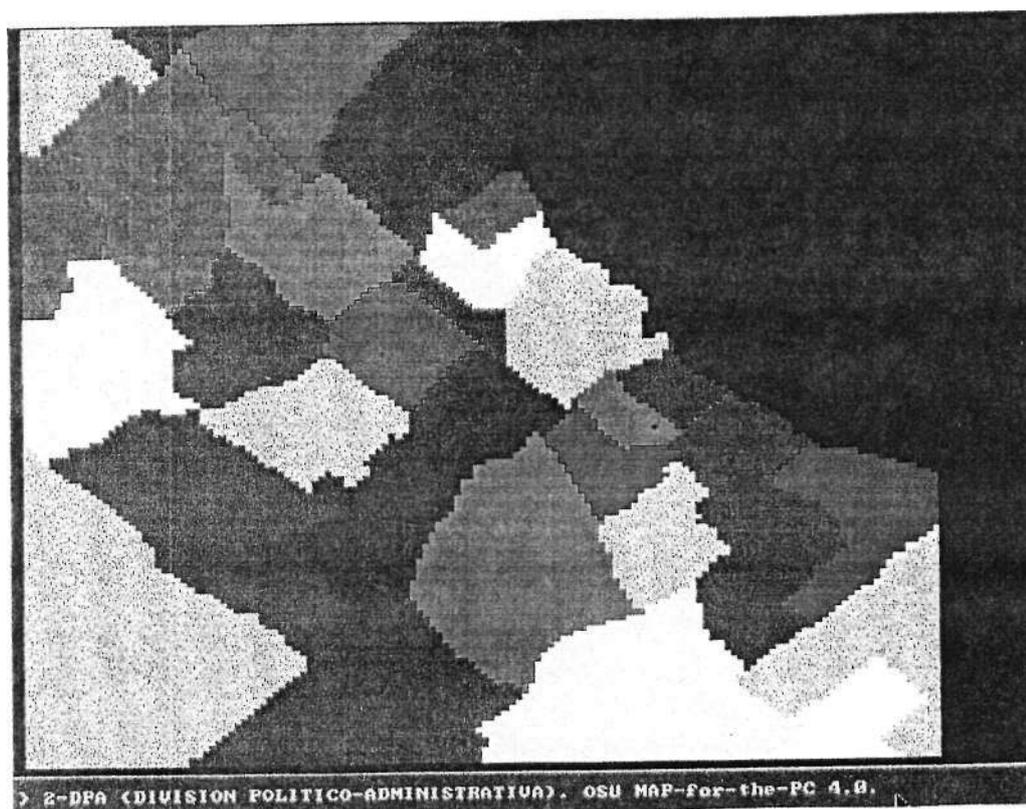


FIGURA 5.7. Capa Temática DP A-División político-administrativa 1991. Unidades espaciales en la Tabla 2.

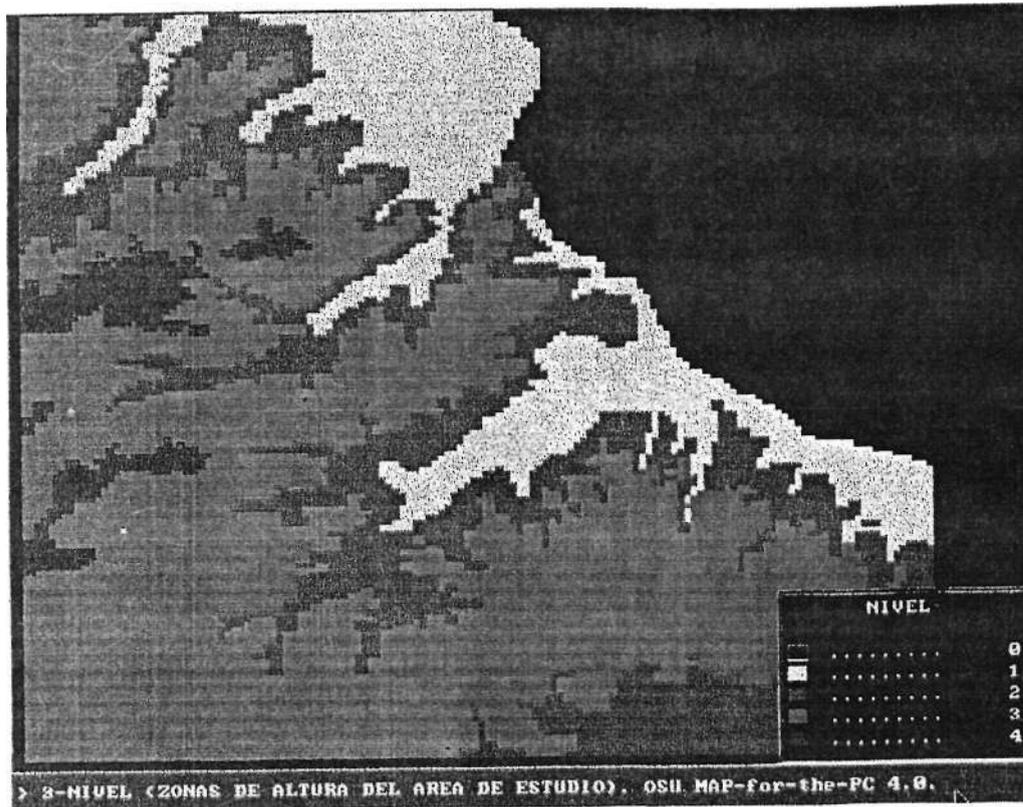


FIGURA 5.8. Capa temática NIVEL-Relieve del área de estudio. Leyenda en la Tabla 3.

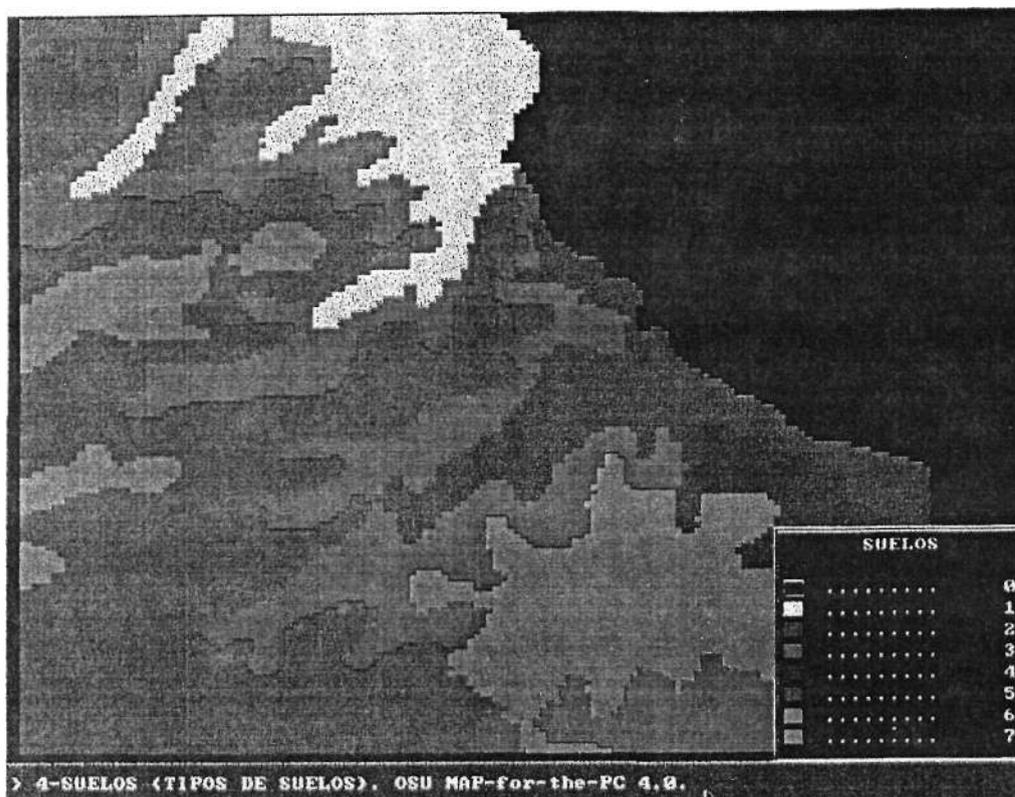


FIGURA 5.9. Capa Temática SUELOS-Tipos de Suelos. Leyenda en la Tabla 4.
Fuente: Godagnone y Casas (1996).

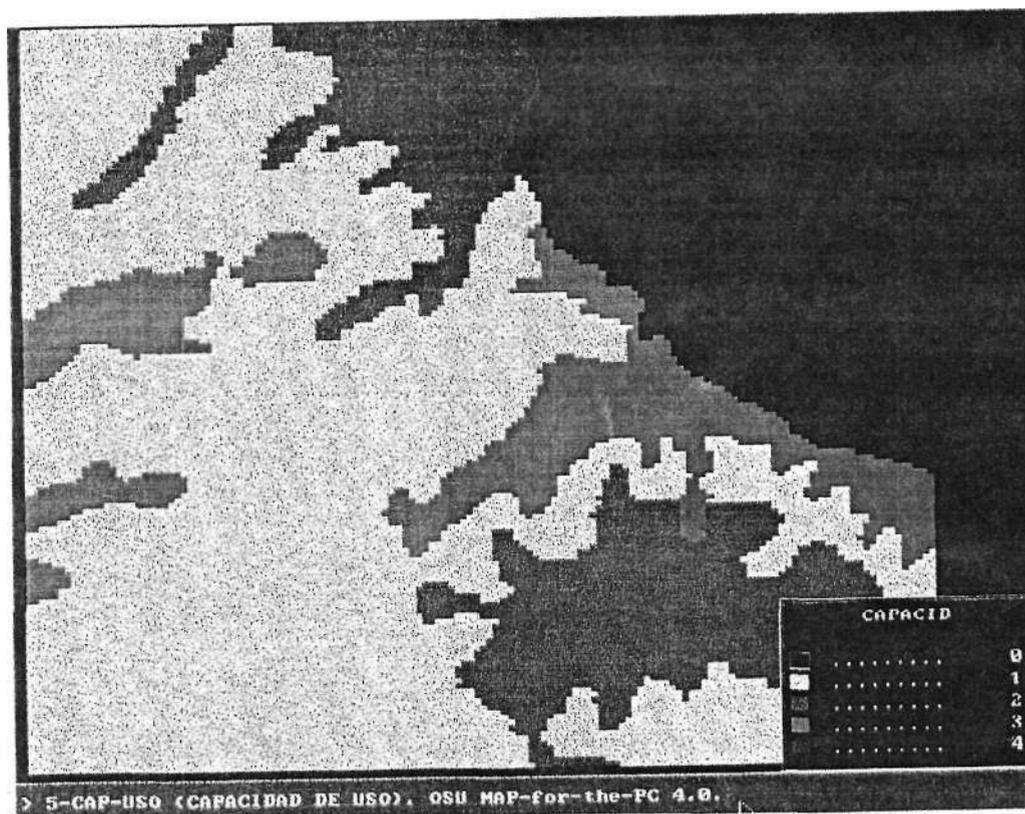


FIGURA 5.10. Capa temática CAP-USO-Capacidad de Uso. Leyenda en la Tabla 5. Fuente: Godagnone y Casas (1996).

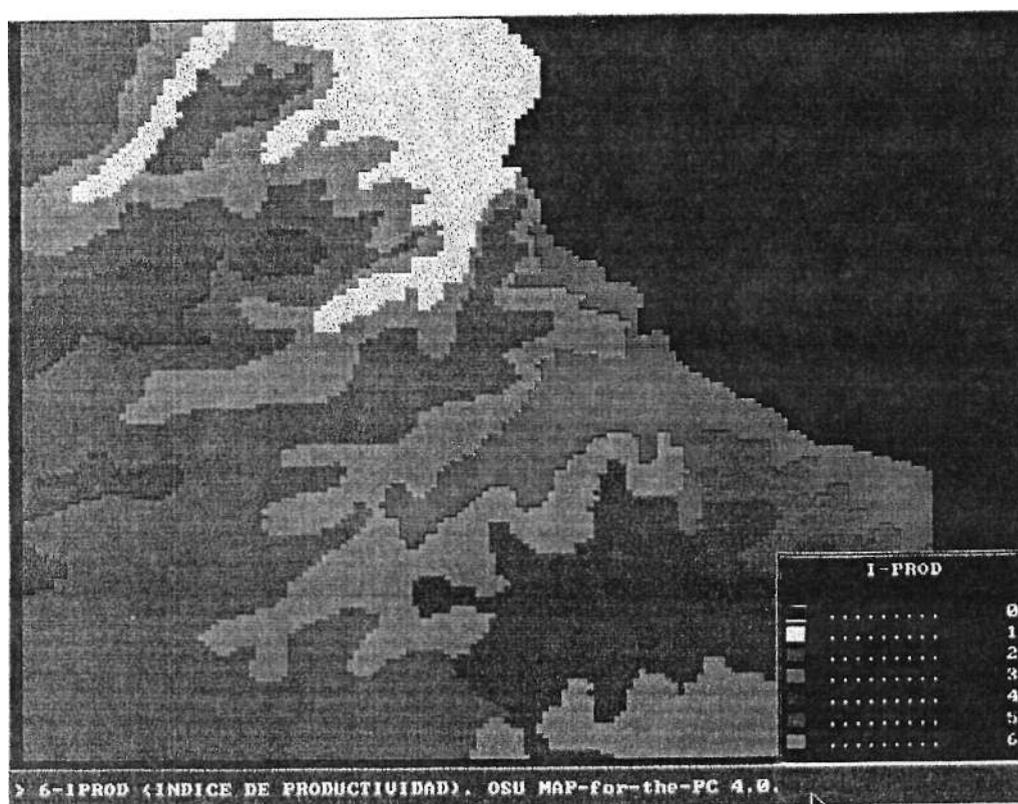


FIGURA 5.11. Capa Temática IPROD-Índice de Productividad. Leyenda en la Tabla 6. Fuente: Godagnone y Casas (1996).

De los cruces realizados se obtuvieron un total de 24 mapas que pasaron a ocupar el lugar de una nueva capa temática en la base de datos, que responden a la superficie de cada unidad de suelo, de capacidad de uso y de índice de productividad que quedó cubierto por la aglomeración de Buenos Aires en cada año. A modo de ejemplo se presentan las capas temáticas correspondientes al año 1991 (Figuras 5.12, 5.13 y 5.14) y únicamente con el fin de mostrar de qué manera se puede acotar la información a determinados espacios. Se ha cruzado el resultado de la figura 5.12 con la capa temática de la división político-administrativa del área de estudio (Figura 5.7) para obtener los tipos de suelos que han quedado cubiertos por la aglomeración en 1991 del partido de Esteban Echeverría (Figura 5.15).

Mediante el empleo del comando *Describe* se obtuvieron los reportes numéricos correspondientes a las superficies de pérdida en cada año para cada una de las variables analizadas. A continuación se presentan las tablas correspondientes en valores absolutos.

TABLA 7
EVOLUCIÓN DE LA PÉRDIDA DE UNIDADES DE SUELO POR EL CRECIMIENTO DE LA
AGLOMERACIÓN DE BUENOS AIRES 1869 Y 1991 (en km²)

	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL
1869	0,82	16,40	12,30	-	3,28	0,41	-	33,21
1895	2,05	35,67	41,00	-	5,33	2,87	-	86,92
1914	11,07	86,51	84,05	1,64	52,07	5,33	0,82	241,49
1947	29,11	182,86	177,53	6,97	129,97	33,62	7,38	567,44
1960	129,15	282,90	403,85	46,74	270,60	98,40	50,43	1.282,07
1970	187,78	338,25	678,55	87,33	431,32	168,92	84,87	1.977,02
1980	200,90	352,19	730,21	93,89	472,32	198,44	91,84	2.139,79
1991	220,17	374,74	763,42	97,99	518,65	243,13	99,22	2.317,32

TABLA 8
EVOLUCIÓN DE LA PÉRDIDA DE UNIDADES DE CAPACIDAD DE USO POR EL
CRECIMIENTO DE LA AGLOMERACIÓN DE BUENOS AIRES 1869 Y 1991 (en km²)

	II	III	IV	VII	TOTAL
1869	15,58	0,41	16,40	0,82	33,21
1895	46,33	2,87	35,67	2,05	86,92
1914	137,76	5,33	87,33	11,07	241,49
1947	29,11	33,62	190,24	29,11	567,44
1960	314,47	98,40	333,33	129,15	1.282,07
1970	721,19	168,92	423,12	187,78	1.977,02
1980	1.197,90	198,44	444,03	200,90	2.139,79
1991	1.380,06	243,13	473,96	220,17	2.317,32

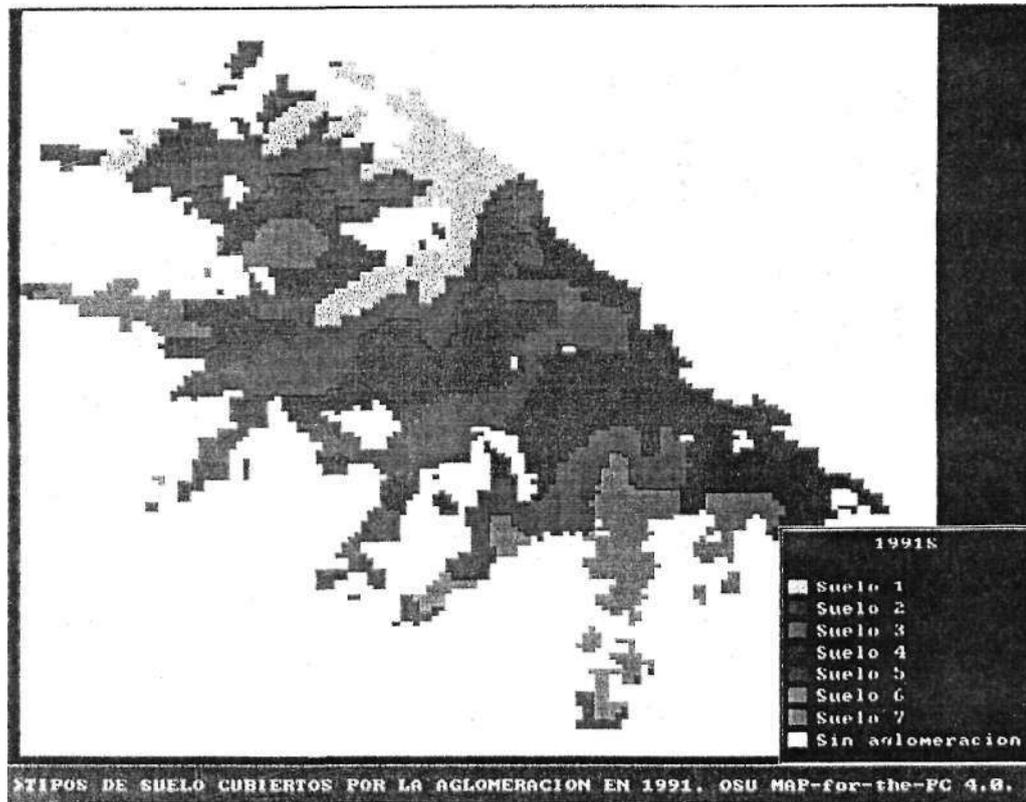


FIGURA 5.12. Unidades de Suelo cubiertos por la aglomeración en 1991

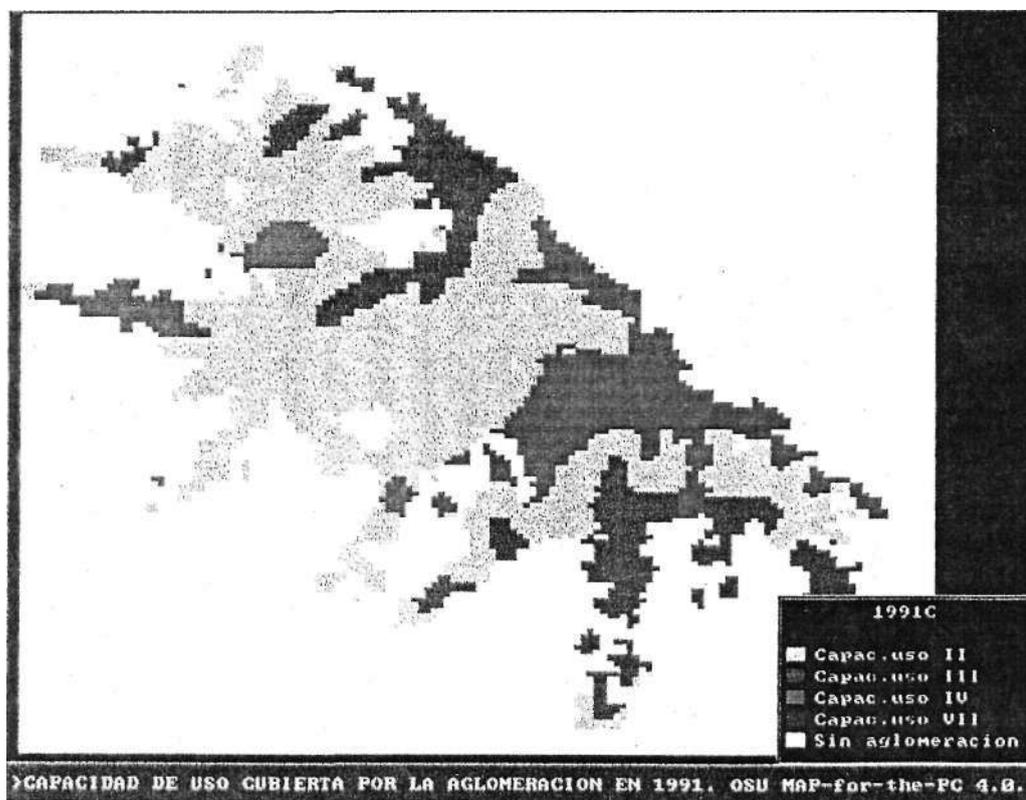


FIGURA 5.13. Unidades de Capacidad de Uso cubierta por la aglomeración en 1991.

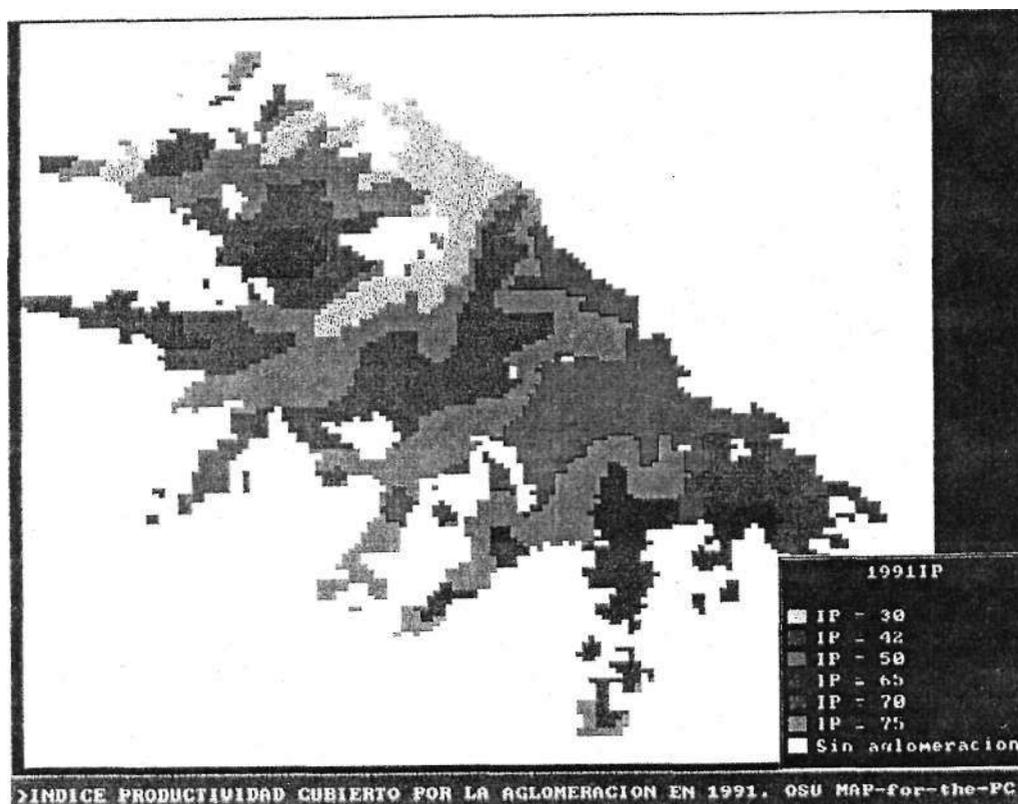


FIGURA 5.14. Unidades de índice de Productividad cubierto por la aglomeración en 1991.

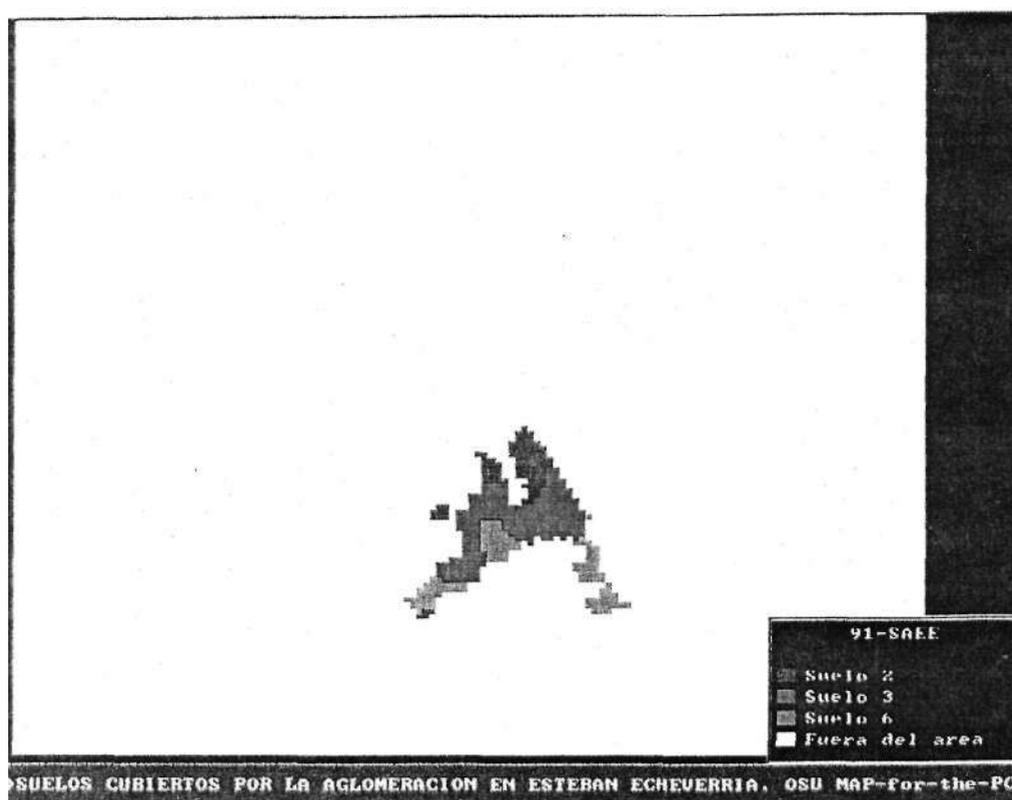


FIGURA 5.15. Unidades de Suelos cubierto por la aglomeración en Esteban Echeverría en 1991.

TABLA 9
EVOLUCIÓN DE LA PÉRDIDA DE UNIDADES DE ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD POR EL
CRECIMIENTO DE LA AGLOMERACIÓN DE BUENOS AIRES 1869 Y 1991 (en km²)

	30	42	50	65	70	75	TOTAL
1869	0,82	-	16,40	0,41	3,28	12,30	33,21
1895	2,05	-	35,67	2,87	5,33	41,00	86,92
1914	11,07	0,82	86,51	5,33	53,71	84,05	241,49
1947	29,11	7,38	182,86	33,62	136,94	177,53	567,44
1960	129,15	50,43	282,90	98,40	317,34	403,85	1.282,07
1970	187,78	84,87	338,25	168,92	518,65	678,55	1.977,02
1980	200,90	91,84	352,19	198,44	566,21	730,21	2.139,79
1991	220,17	99,22	374,74	243,13	616,64	763,42	2.317,32

La información básica presentada permite obtener conclusiones acerca de la pérdida de tierras de alta fertilidad por el avance de la aglomeración y sus impactos sobre la economía nacional (Morello et al, 1998), dado que la región pampeana y dentro de ella la Pampa Ondulada sigue siendo la principal fuente de divisas de la Argentina (Morello y Matteucci, 1997),

Este caso ha mostrado el uso de la tecnología SIG en un análisis regional por superposición temática, en el cual las tecnologías modernas pueden apoyar procedimientos automáticos de análisis espacial. Estas operaciones de análisis espacial, que en la terminología geoinformática se denominan procedimientos de superposición temática [Capítulo 5: 5.4.2.], se han convertido en una técnica básica de suma utilidad al momento de lograr una diferenciación de áreas en el espacio geográfico tal como tradicionalmente se lograba a través del uso de transparencias y superposición de mapas, pero con menos errores y fundamentalmente muchísimo menos tiempo.

5.5.2. Perspectiva *cuantitativa I*: Un análisis geográfico a través de modelos. Determinación de áreas de emergencia habitacional en la ciudad de Buenos Aires 1991.

5.5.2.1. Introducción

La problemática en la situación habitacional de la población urbana es una de las cuestiones de gran importancia a ser resuelta por la administración municipal en las grandes ciudades. La gestión del territorio en diversas escalas puede valerse, de una gran

variedad de posibilidades técnicas de aplicación ante el panorama actual que le brinda la Geoinformática (Gray de Cerdán y Buzai, 1998).

En el presente punto se abordan aquellas cuestiones geoinformáticas que llevan a la determinación de zonas intraurbanas clasificadas como *áreas de emergencia habitacional*, para lo cual se ha utilizado un modelado de análisis espacial basado en ponderaciones de capas temáticas y categorías interiores del mapa.

El ejemplo de aplicación se ha realizado con el uso de la tecnología SIG y el soporte de otras aplicaciones geoinformáticas que han permitido una mayor flexibilidad en el tratamiento de la información gráfica y alfanumérica de forma combinada. A continuación se resaltan los aspectos técnicos y metodológicos en cuanto a la evolución analítica de la tarea a través del almacenamiento de la información, la cartografía digital y la modelización del SIG, abordando procedimientos que pueden ser utilizados en diferentes casos de aplicación.

5.5.2.2. Definición del área de estudio

Se ha enmarcado conceptualmente el análisis espacial en una definición de ciudad como entidad jurídica, es decir, la ciudad definida por la ley mediante los límites político-administrativos (Figura 5.16). Existen otras definiciones (Vapñarsky, 1978), entre las que se encuentra la de *aglomeración*, utilizada en la realización de la base de datos ABA.DAT [Capítulo 5: 5.5.1.2]. Esta última definición ha permitido encarar la tarea a nivel municipal y asignar la información censal para el caso de Buenos Aires a una división espacial interna de *distritos escolares*, divisiones que permiten programar una comparación histórica.

El análisis realizado incluye la búsqueda de la relación entre la población urbana y la vivienda, dejando en evidencia sus disparidades tanto desde un punto de vista estadístico como en cuanto a su distribución espacial intraurbana; y presenta la tecnología SIG en su potencial modelístico para dicha determinación.

5.5.2.3. Combinación de la base de datos alfanumérica y la gráfica

El mapa analógico para su digitalización vectorial fue preparado a partir del uso de la cartografía oficial en escala 1:90.000 (IGM, 1987; República Argentina, 1991), el cual a través del equipamiento disponible pudo ser digitalizado de forma completa en una única capa temática. La digitalización fue realizada con el *software* AutoCAD y se obtuvo un archivo gráfico en formato .DXF (Drawing Exchange Format), un estándar que puede ser incorporado al sistema SPANS GIS 5.21 a través de la interfase *vecmenn*.

La transformación de la base cartográfica digitalizada a SPANS GIS 5.21. proporcionó archivos vectoriales .VEH/.VEC, posteriormente transformados a polígonos con extensión .TOP/.VTX. Con estos últimos formatos el SIG es capaz de reconocer áreas cerradas en la base cartográfica y producir mapas en *quadtree* [Capítulo 5: 5.1.1.], habiendo definido previamente un *quadlevel* de resolución. Las figuras correspondientes al presente caso de aplicación fueron realizadas con un *quadlevel* = 12 (Figuras 5.16 a 5.25).

La información alfanumérica, en valores absolutos, fue obtenida de fuentes oficiales de información (República Argentina, 1993) y almacenada para su tratamiento estadístico en un sistema PLC como Lotus 1-2-3 en un archivo de formato .WK1⁴⁷.

Con el fin de comparar las diferentes variables consideradas se obtuvieron *puntajes standart*⁴⁸ correspondientes a cada unidad espacial y las variables seleccionadas

⁴⁷ Los datos incorporados fueron los siguientes: Cuadro V6 - Población en hogares particulares por provisión y procedencia del agua según servicio sanitario. Cuadro V8 - Hacinamiento del hogar por cantidad de hogares según tipo de vivienda, Cuadro V12 - Hogares particulares por tipo de hogar y sexo del jefe según tipo de vivienda. Cuadro V13 - Viviendas colectivas y particulares y población censada en ellas por condición de ocupación de las viviendas particulares, Cuadro V14 - Viviendas particulares ocupadas y población censada en ellas por cantidad y promedio de hogares en la vivienda, Cuadro V15 - Viviendas particulares ocupadas, hogares y población censada en ellas por cantidad y promedio de personas en la vivienda o el hogar. Cuadro V16 - Viviendas particulares ocupadas, hogares y población censada en ellos por disponibilidad de servicios en la vivienda, y Cuadro V17 - Hogares particulares y población censada en ellos por régimen de tenencia.

⁴⁸ El puntaje standar o puntaje "z" se obtiene mediante la fórmula: $z = (x - m) / d$, donde "x" es la medición original realizada en la variable (análisis multivariable) o en la unidad espacial (análisis multiespacial), "m" es la media y "d" el desvío standard. Mediante este procedimiento la media de la distribución toma valor 0 y los puntajes obtenidos se desvían

e incluidas en el modelado fueron separadas e importadas desde el formato .WK1 a la base de datos DBMS (Data Base Management System) del sistema operativo OS/2 como interfase para incorporar la información a la tabla .TBB de SPANS GIS 5.21. Para lograr referenciar espacialmente la información asignándola a cada polígono del área de estudio, la base de datos .TBB fue creada a partir de su relación topológica con los archivos gráficos .TOP/.VTX

El procedimiento permite que el sistema reconozca los polígonos y les asigne un registro de la base de datos de forma automática. Los siguientes procedimientos son la determinación de la posición de los polígonos en los registros de la base de datos alfanumérica y la incorporación de la información alfanumérica georreferenciada. La figura 5.24a muestra la base en su versión .TBB.

5.5.2.4. Modelado

Para la realización del procedimiento de análisis espacial fueron utilizados como *inputs* las ocho variables seleccionadas en forma de mapas temáticos (Figuras 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21, 5.22, 5.23, 5.24b). La técnica empleada consiste establecer para cada capa temática un peso porcentual de su importancia relativa respecto del total de información y, al mismo tiempo, asignar otro peso a las categorías internas, que representa la importancia que posee dentro de cada mapa. Para cada área definida la *emergencia habitacional* estará dada por la sumatoria de los productos del peso relativo de los parámetros multiplicado por el correspondiente valor específico de la clase encontrada en la unidad espacial. De esta forma el algoritmo clasificatorio se basa en la media ponderada de la siguiente forma:

$$I_j = P_1 N_{1j} + P_2 N_{2j} + P_3 N_{3j} + \dots + P_n N_{nj}$$

o

$$I_j = \sum_{i=1}^n (P_i N_{ij})$$

como negativos y positivos respecto de ella. Con este procedimiento la información de diferentes variables se hace perfectamente comparable y a partir de allí pueden ser aplicados métodos para la obtención de coeficientes de correlación cuantitativos.

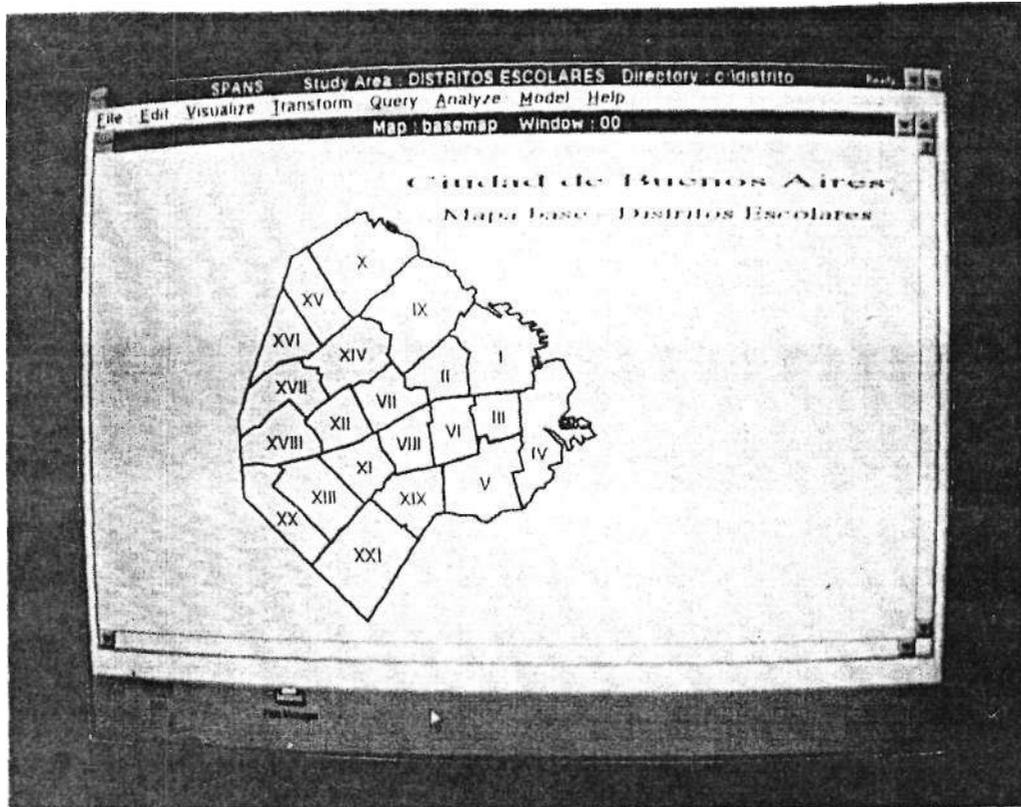


FIGURA 5.16. Ciudad de Buenos Aires. Mapa Base de Distritos Escolares.

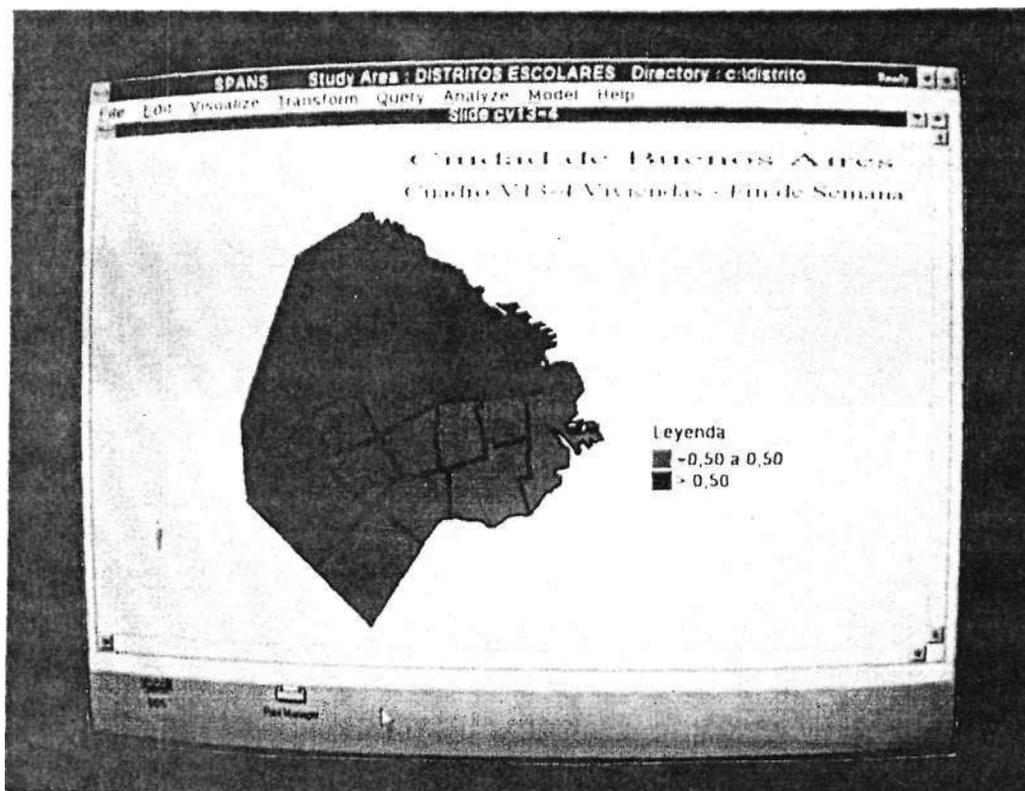


FIGURA 5.17. Ciudad de Buenos Aires. Viviendas de Veraneo y Fin de Semana

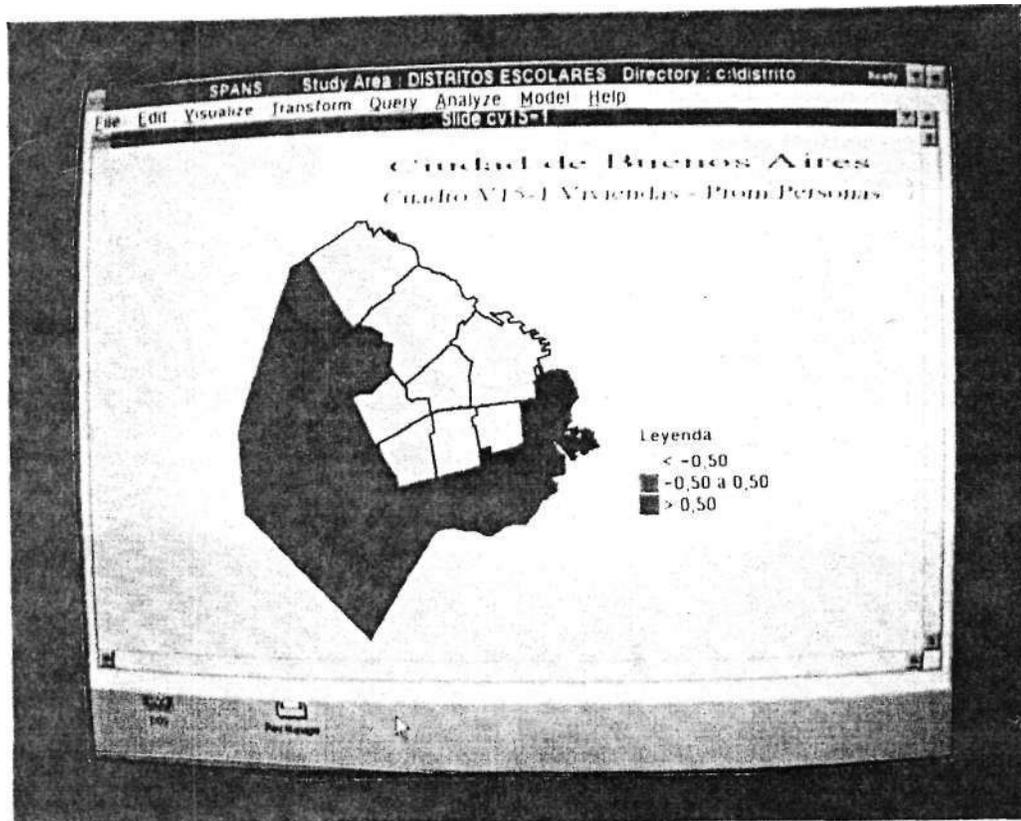


FIGURA 5.18. Ciudad de Buenos Aires. Promedio de personas por vivienda.

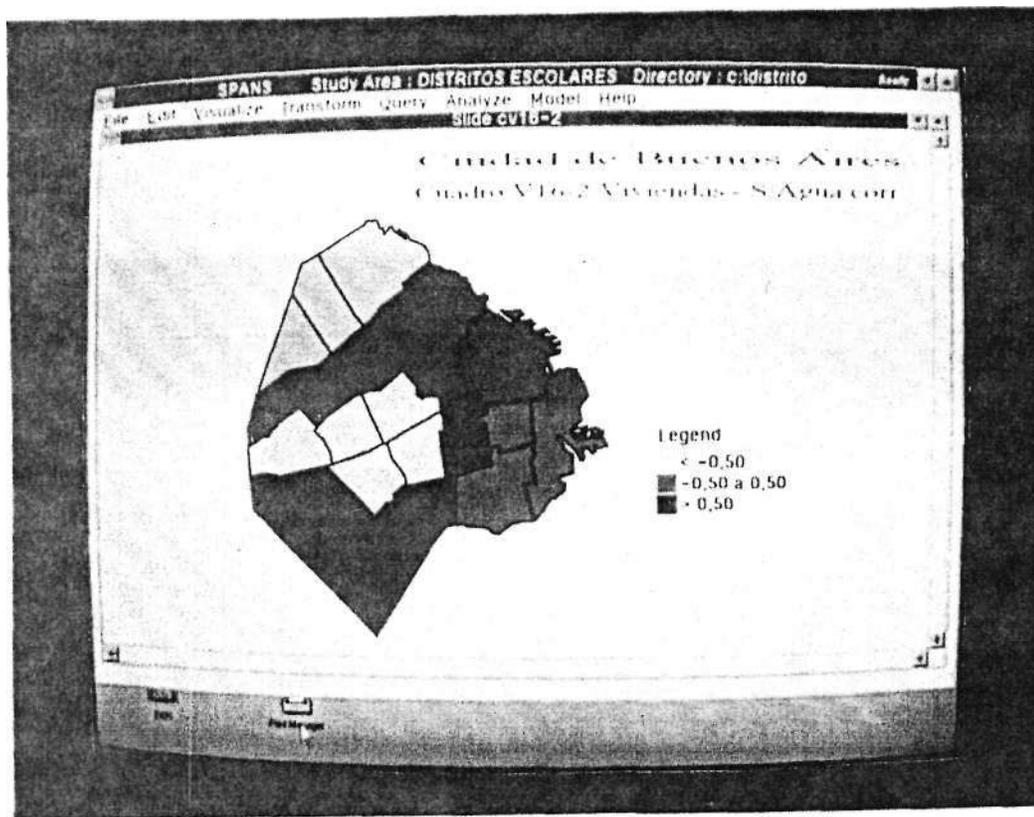


FIGURA 5.19. Ciudad de Buenos Aires. Viviendas sin agua corriente y cloaca.

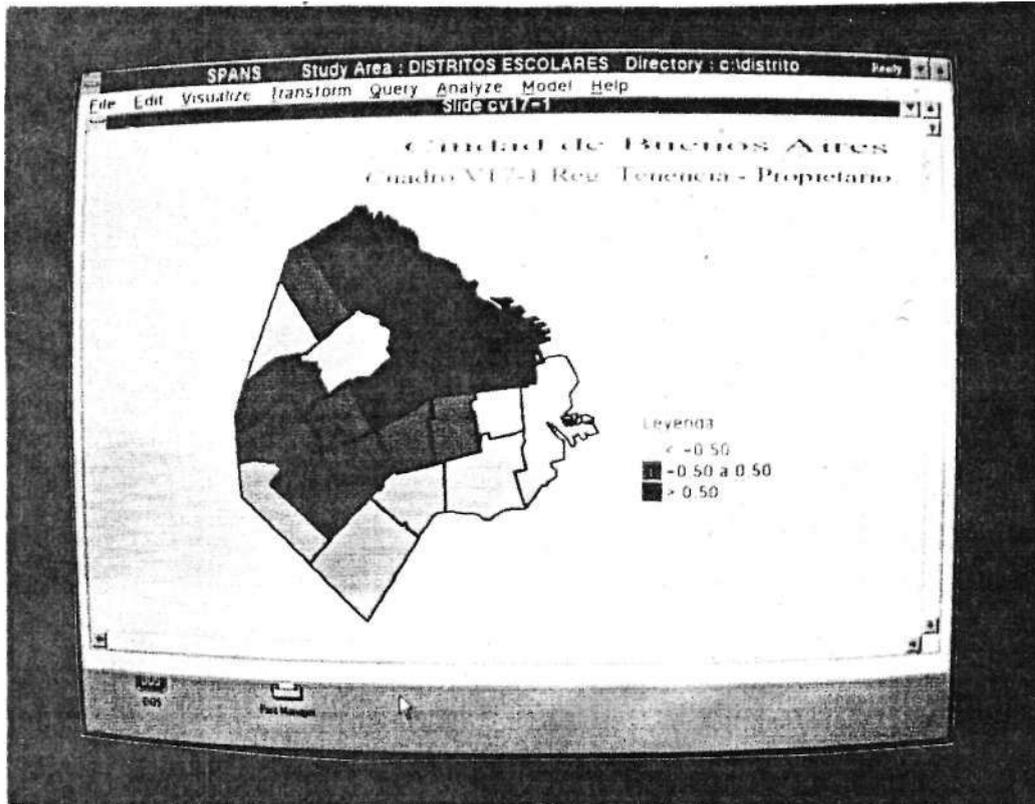


FIGURA 5.20. Ciudad de Buenos Aires. Tenencia - Propietario.

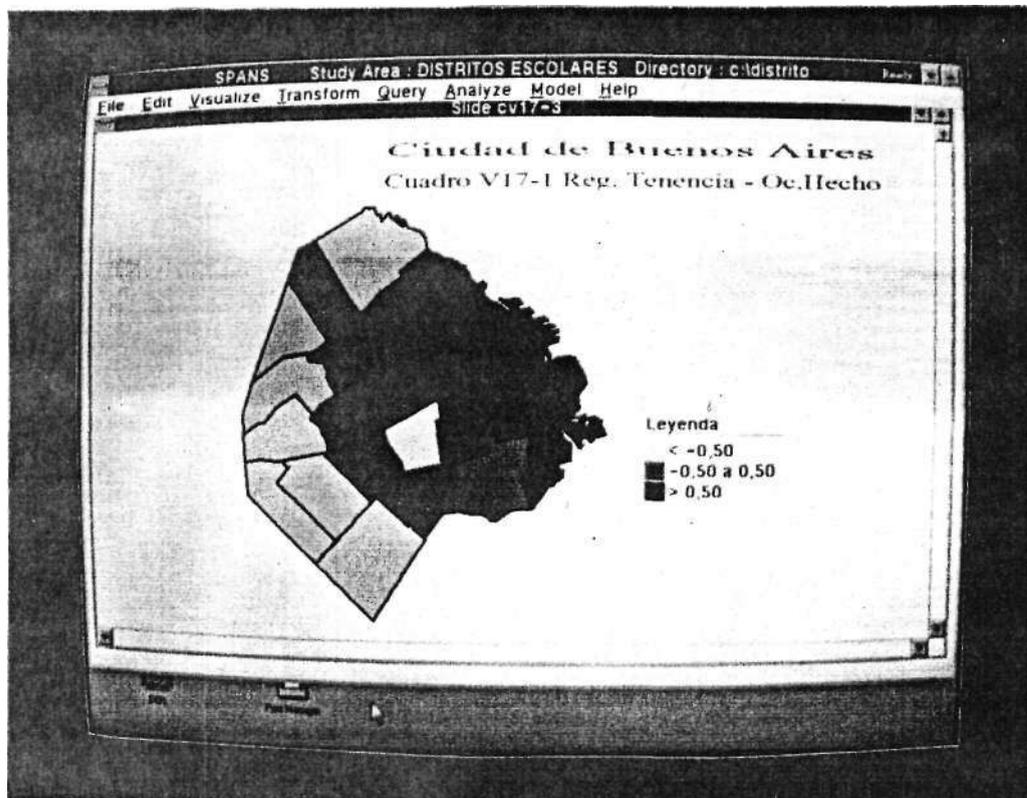


FIGURA 5.21. Ciudad de Buenos Aires. Tenencia - Ocupantes de hecho.

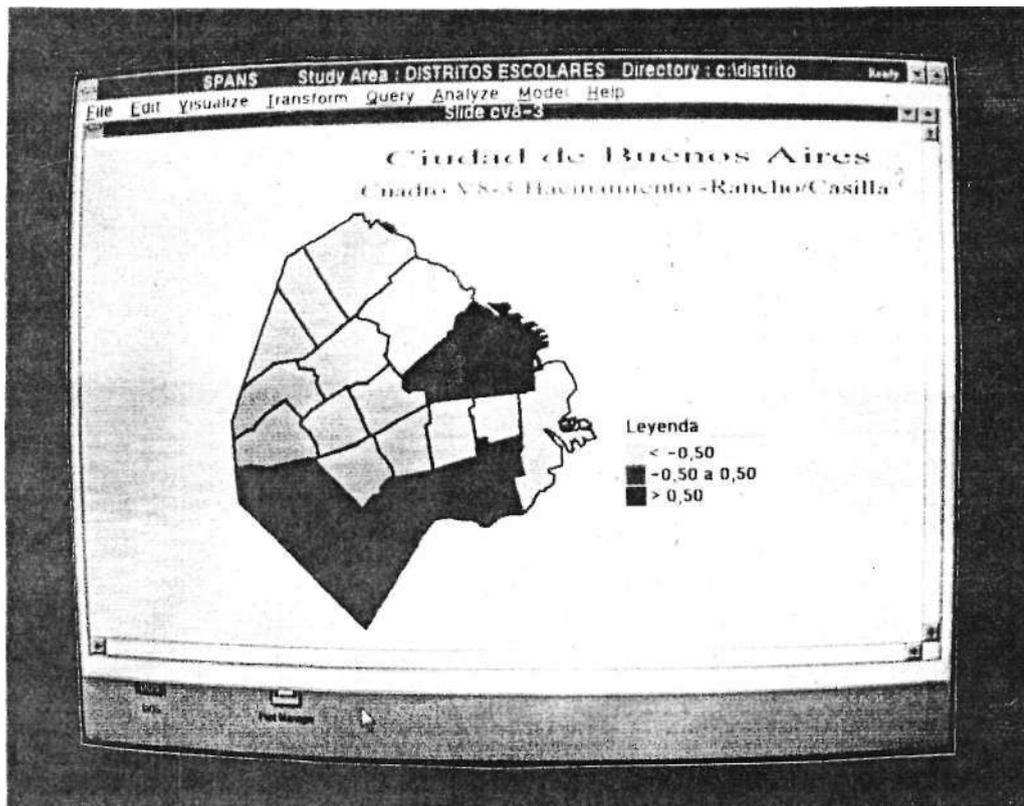


FIGURA 5.22. Ciudad de Buenos Aires. Hacimientos - Rancho o Casilla.

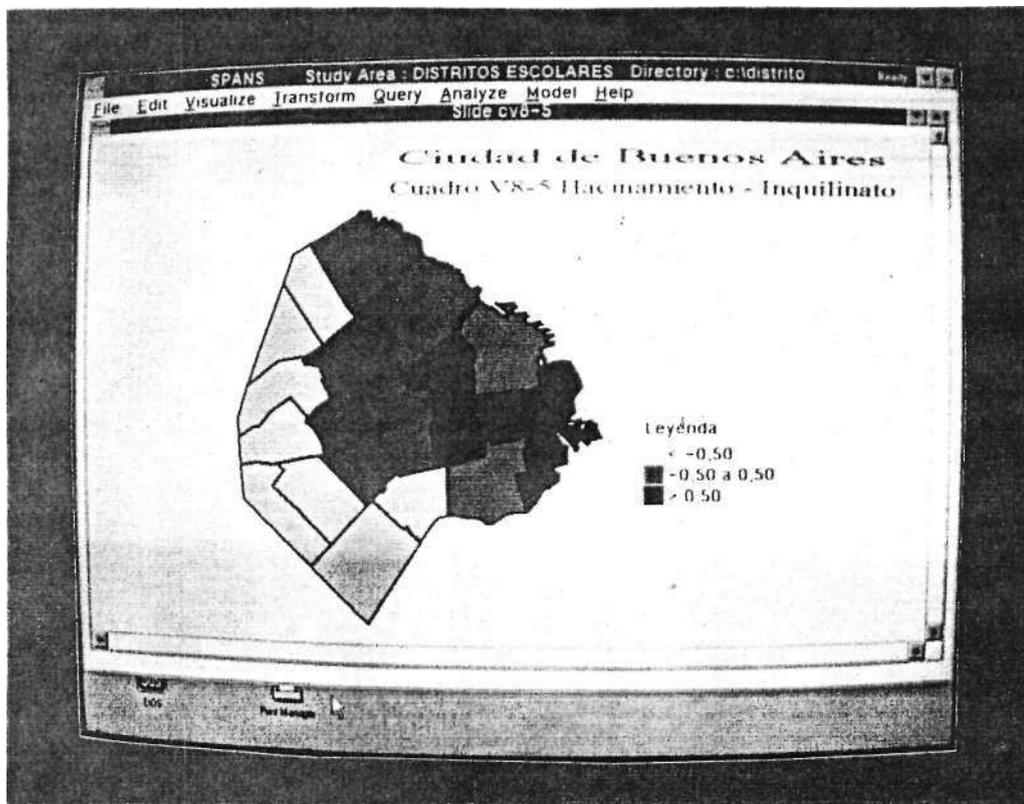


FIGURA 5.23. Ciudad de Buenos Aires. Hacimientos - Inquilinato.

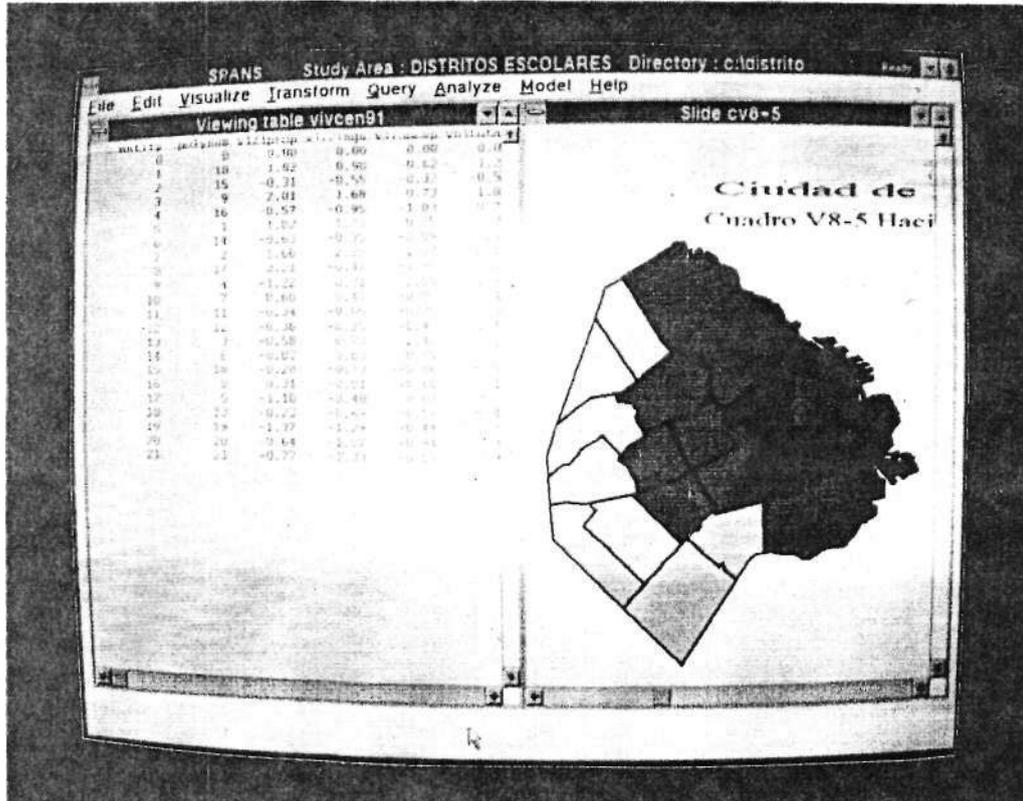


FIGURA 5.24a. Base de datos alfanumérica.

FIGURA 5.24b. Ciudad de Buenos Aires. Hacinamiento - Departamento.

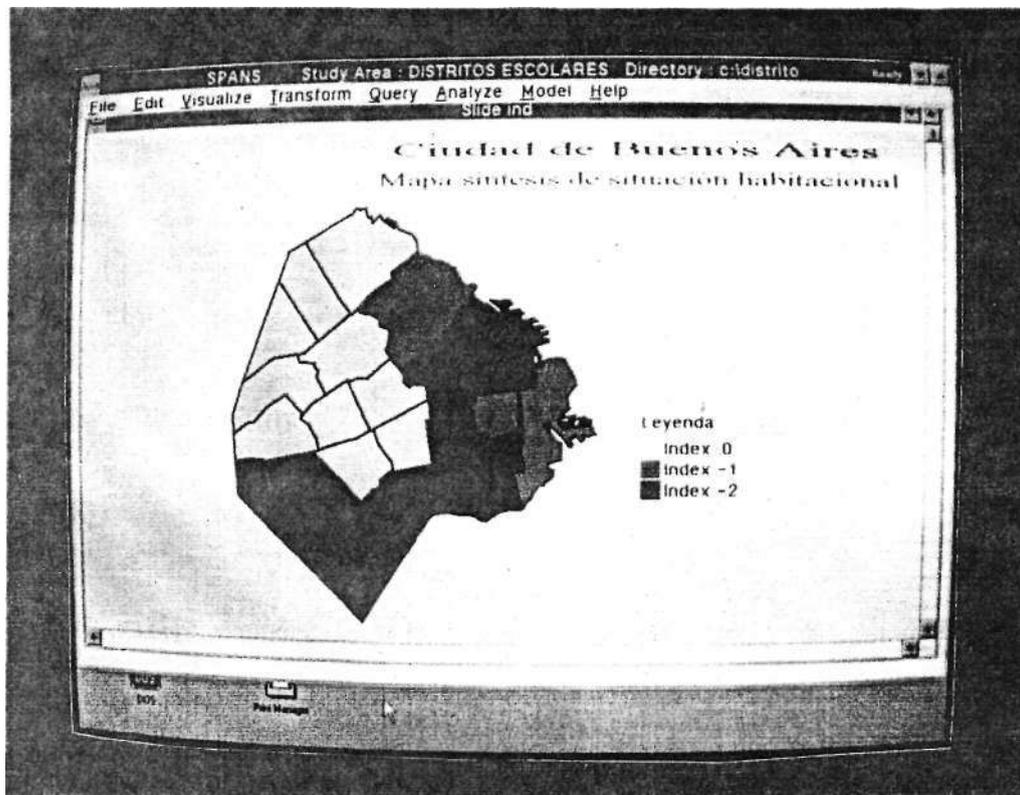


FIGURA 5.25. Ciudad de Buenos Aires. Mapa síntesis de situación habitacional

donde, I_j y es el valor del índice para la unidad espacial j , n es la cantidad de capas temáticas utilizadas, P es la estimación cuantitativa de la importancia relativa de cada capa temática, N es la estimación cuantitativa del valor específico de cada clase N_k en cada variable P_k (solamente una clase puede ser identificada para cada A_{ij} en cada parámetro). El esquema clasificatorio fue definido en la siguiente tabla:

TABLA 10
CUANTIFICACIÓN DEL MODELO *INDEX OVERLAY*

CLASIFICACIÓN DEL MAPA	PONDERACIÓN DE CATEGORÍAS	MAPAS	PONDERACIÓN DE VARIABLES	RESULTADO
< 0,50 -0,50 A 0,50 0,50	1: 0 media 2: 0 media 3: 0 media	CV 13-4 Viviendas de veraneo o fin de semana	8,00 %	
< 0,50 -0,50 A 0,50 0,50	1: 0 media 2: 0 media 3: -1 alta	CV 15-1 Promedio de personas por viviendas	17,00 %	
< 0,50 -0,50 A 0,50 0,50	1: 0 media 2: 0 media 3: -2 muy alta	CV 16-2 Viviendas sin agua corriente y cloaca	17,00 %	
< 0,50 -0,50 A 0,50 0,50	1: 0 media 2: 0 media 3: 0 media	CV 17-1 Tenencia - Propietario	8,00 %	
< 0,50 -0,50 A 0,50 0,50	1: 0 media 2: 0 media 3: -1 alta	CV 17-3 Ocupante de hecho	12,50 %	
< 0,50 -0,50 A 0,50 0,50	1: 0 media 2: 0 media 3: -2 muy alta	CV 8-3 Hacinamiento: rancho / casilla	17,00 %	
< 0,50 -0,50 A 0,50 0,50	1: 0 media 2: 0 media 3: 0 media	CV 8-4 Hacinamiento: Departamentos	8,00 %	
< 0,50 -0,50 A 0,50 0,50	1: 0 media 2: 0 media 3: -1 alta	CV 8-5 Hacinamiento: Inquilinato	12,50 %	MAPA SÍNTESIS Áreas de emergencia habitacional

5.5.2.5. Análisis Geográfico

La aplicación realizada proporcionó como resultado un mapa para cada una de las variables seleccionadas. Se obtuvo una posibilidad de comparación perfecta en la cartografía a causa de utilizar intervalos similares en los *puntajes standard* a partir de un único esquema de clasificación: < -0,50 (bajo), de -0,50 a 0,50 (medio) y > 0,50 (alto).

Gráficamente fueron representados con una tonalidad de gris con lo cual se obtuvo la selectividad cartográfica necesaria.

El análisis visual de la cartografía en conjunto permite diferenciar una tipología en base a la distribución espacial de la clasificación en cada caso y como paso siguiente se realizó el procedimiento de modelado definiendo los pesos relativos de cada variable y sus categorías interiores (la Tabla 10 muestra la cuantificación del modelo) a fin de obtener el *Mapa Síntesis* (Figura 5.25) como resultado final. Aquí la emergencia habitacional se mide con *index -2* (primera prioridad), *index -1* (segunda prioridad) e *index 0* (tercera prioridad) en un procedimiento que en la terminología SIG se denomina *index overlay* (CCGISE/IGISE, 1990).

Para finalizar, podemos afirmar que el ámbito de análisis municipal permite asignar información a unidades espaciales delimitadas claramente en el espacio geográfico mediante límites político-administrativos impuestos por la ley y cumplen un papel de importancia a los fines de una investigación ya que se convierten en unidades de captación de datos.

En la presente aplicación, en la cual se han analizado características sobresalientes de la situación habitacional en la ciudad de Buenos Aires, hemos visto de qué manera los aspectos geoinformáticos pueden ser aplicados en diferentes etapas de la investigación, en las que la tecnología geoinformática adquiere un rol fundamental. Administrando los datos en diferentes formatos, vinculando los aspectos alfanuméricos y gráficos, formulando la cartografía parcial de las variables seleccionadas y permitiendo obtener como resultado final el *mapa síntesis* a partir de procedimientos específicos del modelado.

5.5.3. Perspectiva *cuantitativa II*: Un análisis geográfico a través de las nuevas geometrías de la naturaleza. Cálculo de la dimensión fractal (*D*) para la aglomeración de Buenos Aires 1869-1991.

5.5.3.1. Introducción

La aplicación geoinformática en general y particularmente la de los Sistemas de Información Geográfica que se basan en estructuras alfanuméricas y de representación gráfica *raster*, hasta el presente considerados arreglos matriciales *i-j* rígidos, se han convertido en los sistemas de mayor aptitud para abordar con eficacia el análisis espacial en general (Morain y López Baros, 1996) y las características sobresalientes que presenta la nueva geometría como *geometría fractal*. Estas nuevas pautas de representación de los patrones espaciales han permitido avanzar un paso más adelante con respecto al orden euclidiano y obtener un orden fractal que se ha aproximado de manera más realista al dominio de los sistemas caóticos y con ello lograr una aproximación mayor a la verdadera complejidad que encontramos en el mundo que nos rodea.

La geometría tradicional ha determinado que los objetos regulares poseen una dimensión entera; en la actualidad la geometría fractal puede aproximarnos a la determinación de dimensiones físicas efectivas, pudiendo adquirir valores fraccionarios (Mandelbrot, 1984). Desde este enfoque, es posible clasificar algunas curvas y superficies sin tangentes, irregulares en apariencia, pero sobre las cuales se esconde un orden intrínseco debido su característica de *autosimilitud*. Esta propiedad establece que el proceso de generación de estos objetos es independiente de la escala en la que se analiza. La aproximación fractal hacia las entidades geográficas con diferentes grados de irregularidad y fragmentación permiten medir ciertas dimensiones que no solamente describen la característica de *autosimilitud*, sino también permite categorizar a las entidades geográficas con un sentido geométrico de mayor exactitud.

El interés por la presentación de este ejemplo radica en mostrar la tendencia actual que se produce en el rumbo de las aplicaciones geométricas como parte de la ampliación metodológica de la Geografía, como avance del cuantitativismo que incorpora nuevos elementos a los métodos tradicionales de medición y en los cuales la geotecnología se presenta como ambiente primordial.

El cálculo de las dimensiones fractales en los fenómenos de naturaleza geográfica puede llevar a la obtención de mejores aproximaciones para el análisis de características específicas, mejorando ciertos procesos de simulación y predicción de eventos (Buzai et al, 1998). En este sentido, se han tomado las capas temáticas de la base de datos geográfica ABA.DAT correspondientes a la evolución espacial de la aglomeración de Buenos Aires entre 1869 y 1991 cuyas características fueron detalladas con anterioridad [Capítulo 5: 5.5.2.].

Se presenta la tarea metodológica concreta realizada a partir de contar con la base de datos en SIG, es decir, con posterioridad a la realización del análisis visual de la cartografía analógica existente, su digitalización y creación de capas temáticas como pasos previos que ya fueron detallados. Se creó un programa computacional mediante programación orientada a objetos⁴⁹ para el cálculo de las dimensiones (D) de la mancha urbana como objeto fractal en la búsqueda de una metodología estandar aplicable a diferentes fenómenos con los que permanentemente se interactúa en el entorno geográfico.

5.5.3.2. El crecimiento fractal de las ciudades

El estudio del crecimiento fractal de las ciudades (Batty, 1991; Batty et al, 1993; Batty y Longley, 1994) puede ser considerado un capítulo de importancia en el estudio de la denominada nueva geometría de los objetos naturales y culturales de naturaleza geográfica (Christofoletti y Christofoletti, 1994, 1995).

En los años transcurridos durante la última década se ha experimentado un cambio de dirección en las investigaciones científicas en cuanto a los estudios vinculados a la planificación del crecimiento de las aglomeraciones. Los modelos clásicos basados en supuestos deterministas están siendo suplantados por teorías que hacen énfasis en los procesos no-coordinados de autoorganización (Christofoletti, 1998; Schuschny, 1998), que permiten el surgimiento de patrones globales. Estas teorías presentan utilidad para

⁴⁹ Trabajo realizado por Andrés R. Schuschny, Físico del Centro de Estudios Avanzados de la Universidad de Buenos Aires como parte de una investigación interdisciplinaria mayor, y cuyo primer avance fuera publicado en Buzai et al. (1997).

estudiar tamaños y formas de los desequilibrios creados por acciones locales que hacen emerger patrones globales de auto-organización en la dinámica de los sistemas geográficos (Allen, 1982; Gould, 1985).

El estudio de la *dimensión fractal* (D) urbana como valor cuantitativo que mide su grado de irregularidad y fragmentación, no se utiliza con el fin de medir aspectos abstractos, sino que existe un fuerte interés en el desarrollo de mejores métodos de simulación, predicción y medición de las propiedades de los sistemas urbanos (Batty y Longley, 1994). La clasificación de los centros urbanos de acuerdo a sus posibles formas resulta importante en cuanto a su influencia respecto de la manera de realizar una tipología para su uso hacia una planificación eficiente. En este sentido estos nuevos desarrollos de la *geometría fractal* permiten separarse de los modelos de geometría rígidos al contemplar la forma urbana real. La dimensión fractal resulta ser un parámetro que puede ser calculado a partir de datos reales con lo cual se asegura la validez de los modelos de simulación de crecimiento y evolución espacio-temporal.

5.5.3.3. Cálculo de D para la aglomeración de Buenos Aires

Tomando la base de datos espacio-temporal de Buenos Aires [Capítulo 5: 5.5.2.] se calculó la *dimensión fractal* (D) de la superficie y frontera de la aglomeración para cada uno de los años considerados aplicándose el método de *box counting* o conteo de cajas (en este caso *pixels* de la capa temática).

Se utilizó la definición del objeto de estudio como *entidad física* ya que esta consideración era la única que posibilitaba medir de forma tangible el espacio de asentamiento de la población urbana. Incluye el espacio adaptado (residencias, oficinas, comercios) y el sistema de flujo (red ferroviaria, red vial) que lo conecta y es por donde se circula (Lynch y Rodwing, 1958).

De la base de datos total se ha utilizado la información correspondiente a la primera capa temática; 1-BA (Aglomeración de Buenos Aires entre 1869 y 1991) y de ella se derivó mediante procedimientos de reclasificación [Capítulo 5: 5.4.1.] una capa temática con la figura geométrica para cada año. Los resultados correspondientes a la

superficie total de la aglomeración y al crecimiento superficial entre cada par de años considerado se presentan en Buzai (1993a), y el total superficial de la aglomeración en cada unidad político-administrativa que la compone junto a la distribución de las densidades poblacionales en Buzai (1993b).

La base de datos en SIG sirvió como punto de partida para la lectura de los 19.600 DN que contiene cada capa temática y a partir de allí se utilizó el programa computacional que permitió realizar los cálculos de D de la superficie total de la aglomeración y de su límite exterior, es decir, el punto de ruptura rural-urbano que ha quedado definido como el cambio de $DN = 2$ a $DN = 1$.

Para lograrlo se ha reenumerado cada layer despejando la categoría aglomeración del resto de las categorías incluidas en la composición total de la siguiente forma: *pixels* con aglomeración $DN = 1$ y sin aglomeración $DN = 0$ y a continuación se aplica el método que incluye los siguientes pasos:

- Realiza un cubrimiento del área de estudio con una grilla que posee N_l celdas de lado l_l
- Determina la cantidad de celdas $S(N_l)$ necesarios para cubrir la aglomeración como objeto fractal en dos casos, el de la superficie total y el de la frontera urbano-rural.
- Torna grillas con números decrecientes de celdas: $N_1 > N_2 > N_3 \dots > N_m$ pero cada vez de mayor tamaño: $l_1 < l_2 < l_3 \dots < l_m$ calculándose la cantidad necesaria de $S(N_1)$, $S(N_2)$, $S(N_3) \dots S(N_m)$ para realizar el cubrimiento en cada caso. Cabe destacar que la grilla de mayor resolución -de la cual partimos- es mayor que el tamaño del pixel de la base de datos.
- Se obtiene la dimensión fractal (D) graneando $S(N)$ versus l en escala log-log. La pendiente de la regresión lineal cambiada de signo brinda el resultado.

Las figuras 5.26a, 5.26b y 5.26c presentan los resultados correspondientes al procedimiento descripto. En la figura 5.26a se presenta el cálculo de las dimensiones fractales del perímetro de la aglomeración de Buenos Aires. Como puede verse, comienza con una dimensión $a = 0,74$ en 1869 y a partir de 1960 se estabiliza en valores alrededor de $a = 1,39$. En la figura 5.26b se presenta el cálculo de la dimensión fractal de la superficie. Aquí se observa que la estabilización de la dimensión fractal se verifica

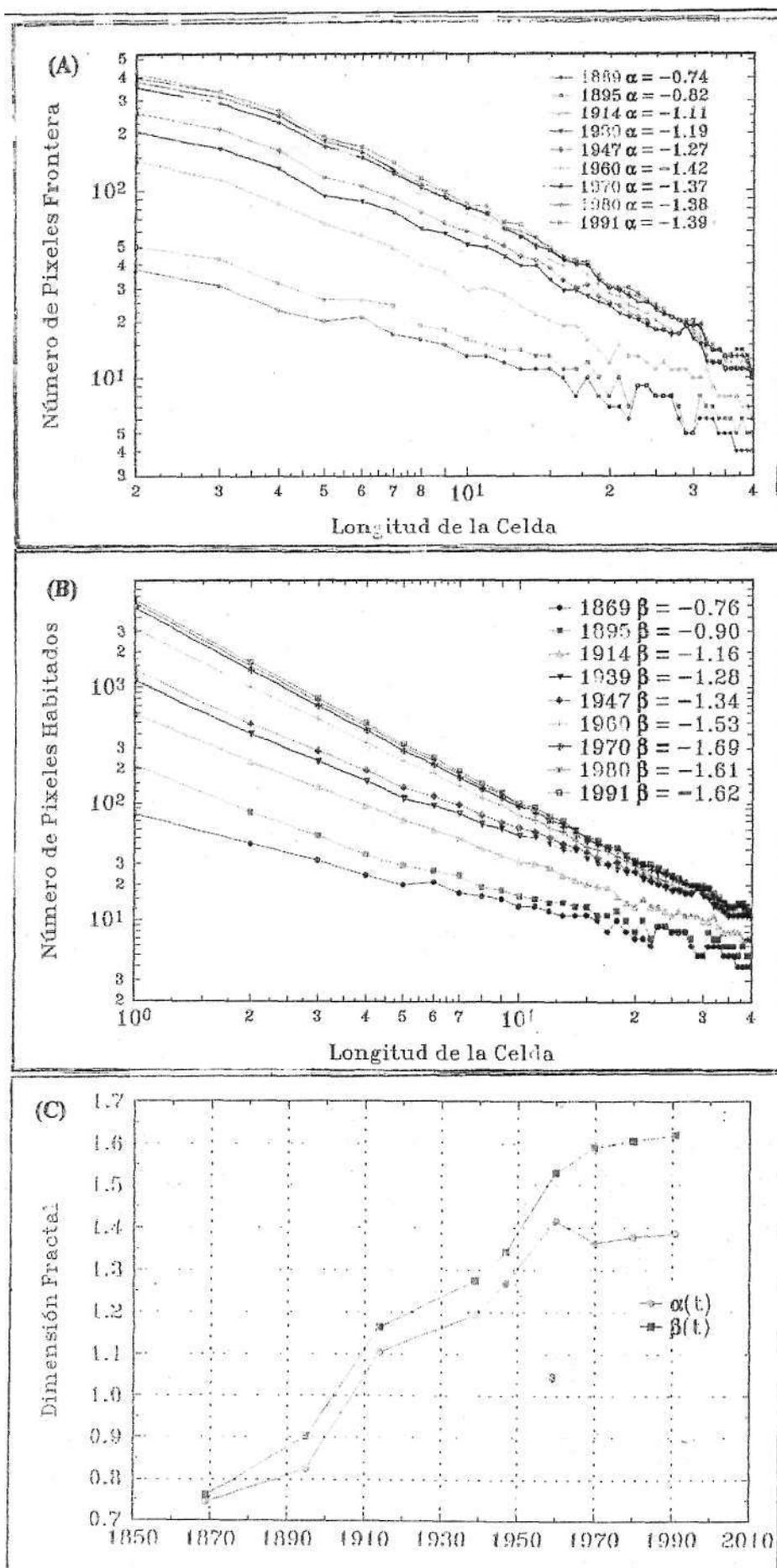


FIGURA 5.26. Valores D del perímetro de la aglomeración (A), de la superficie (B) y evolución comparativa de los resultados (C).

recién en 1970 en valores cercanos a $b = 1,60$. Por último, la figura 2.26c representa la evolución temporal de los parámetros a y b para la totalidad de años.

5.5.3.4. Hacia el modelo de agregación múltiple

La aplicación realizada permite obtener los parámetros de las dimensiones fractales de la superficie y el contorno de la aglomeración para cada uno de los años. Estos valores evidencian los diversos comportamientos en cuanto a la *autosimilitud* de la aglomeración en diferentes períodos, los que han sido explicados a través de procesos socioeconómicos generales reflejados en la geometría urbana (Buzai y Baxendale, 1998). El parámetro D también puede ser utilizado en procesos de simulación como en los modelos de *Agregación por Difusión Limitada* (ADL) para entender la dinámica de crecimiento (Witten y Sander, 1981, 1983) y en consecuencia facilitar el trazado de estrategias de planeamiento que contemplen la variable *forma*.

En el modelo ADL, las partículas simples -en este caso, *pixels* con aglomeración- se difunden aleatoriamente hasta colisionar con agregados mayores que cuentan con mayor probabilidad de crecimiento y quedan agrupadas con él. Las simulaciones numéricas de este proceso en superficies planas producen estructuras ramificadas e irregulares con dimensión fractal cercana a $b = 1,70$. Estos modelos han sido utilizados con buenos resultados por Batty (1991a, 1991b), Batty y Longley (1986, 1987a, 1987b, 1989) y Batty et al (1989) y llegan a la conclusión de que las ciudades de tamaño intermedio se presentan con mayor aptitud para la aplicación del modelo.

Existen intentos de generalizar el modelo (Makse y Turcotte, 1993; Makse et al, 1995) que han presentado la posibilidad de representar las relaciones de diferentes intervalos de tamaños y estructuras jerárquicas con las características económicas del área. En este sentido el cálculo de D puede constituir el prólogo de una tarea mayor, sin embargo queda claramente expresada la relación técnica-metodológica existente entre la base de datos espacio-temporal en SIG *raster* y su análisis mediante las nuevas técnicas de cuantificación en geografía que recién en la década del noventa han comenzado a desarrollarse con mayores alcances (Christofoletti, 1998; Christofoletti y Christofoletti,

1994, 1995) y que aún no se han aplicado por completo a la gran cantidad de casos de estudio que propone la realidad.

5.5.4. Perspectiva *temporal*: Un análisis geográfico histórico. Modelado de secuencias y diagramas de solución para el trabajo automático en SIG.

5.5.4.1. Introducción

El objetivo de este punto es presentar de manera teórico-práctica las posibilidades con las que cuenta la tecnología SIG para generar procedimientos automáticos de correlación espacial mediante la creación de archivos .BAT que contengan la secuencia de procedimientos a ser realizados. Dichas secuencias se presentan con una gran aptitud para su aplicación a bases de datos espacio-temporales, en las cuales la información correspondiente a las diversas capas temáticas se presenta a través de las mismas variables y los procedimientos de consulta que son repetitivos,

Bajo el concepto *modelado de secuencias* se incluyen los *modelos de realización*, aquellos que comienzan el trabajo a partir de la base de datos original o en una segunda instancia con las capas temáticas generadas al correr la primera aplicación, y los *modelos de representación* son aquellos que sirven para apoyar la exposición del trabajo en la cual se determina un tiempo específico para la aparición en el monitor de la computadora de cada uno de los resultados obtenidos.

El ejemplo, que mostrará la generación de la totalidad de las capas temáticas de la aglomeración de Buenos Aires (1869, 1895, 1914, 1947, 1960, 1970, 1980 y 1991) a partir de una capa temática original digitalizada, se ha realizado tomando como base los datos correspondientes a la capa temática 1-BA (Aglomeración de Buenos Aires entre 1869 y 1991) y el software OSU MAP-for-the-PC version 4.0, lo que nos ha llevado en un trabajo anterior (Buzai, 1994), a formular un modelo conceptual hacia la búsqueda de aplicaciones standard. De todas maneras, independientemente de la aplicación concreta, se intenta hacer resaltar dichos procedimientos como secuencias que pueden ser llevadas a cabo mediante un trabajo automático en diferentes tipos de aplicaciones, mediante el empleo de diferentes niveles geoinformáticos y combinando las bases de datos

alfanuméricas y gráficas para el tratamiento espacio-temporal de la información geográfica.

5.5.4.2. Procedimientos.

Un modelado de secuencias representa la organización de las tareas a ser realizadas para la obtención de resultados mediante procedimientos de correlación de capas temáticas de información o de aplicaciones de análisis espacial utilizando una única capa temática. Este tipo de tareas pueden realizarse mediante operaciones del tipo *Add*, *Substract*, *Divide* o *Multiply*, del tipo *Cross*, en que se establecen valores específicos entre dos categorías relacionadas, o del tipo *Describe*, *Histo* o *Renumber* para el caso de una única variable [**Capítulo 5: 5.4.2.**].

Por lo tanto, el modelado de secuencias es el conjunto de procedimientos para la obtención de soluciones analíticas a cuestiones multitemáticas-monotemporales, unitemáticas-multitemporales o multitemáticas-multitemporales, no pudiendo ser realizados para una única variable en un único momento histórico si no es a través de procedimientos de PDI como la mejora de contraste por modificación de histogramas [**Capítulo 5: 5.4.1.**] o utilización de filtros móviles [**Capítulo 5: 5.4.6.**].

Las fuentes en su conjunto, como bases de datos totales, que cuentan con las cuatro dimensiones necesarias; x , y , z y l para el tratamiento de la información, se presentan como óptimas para la realización del camino crítico y apuntar a la búsqueda de resultados satisfactorios.

5.5.4.3. Modelado de secuencias y presentación del diagrama de solución.

Diferentes *software* SIG permiten definir modelados de secuencias en el interior de archivos de texto en formato ASCII en los cuales cada una de sus líneas está formada por una orden específica que reconoce el subsistema de tratamiento definiendo al SIG bajo la filosofía de *toolbox* [**Capítulo 5: 5.5.1**], es decir, apuntando a una definición basada en la funcionalidad del subsistema central (Marble, 1990; Goodchild, 1992). Podemos mencionar los archivos .SML de PC ARC/INFO 3.5., los .IML de Idrisi for

Windows 2.0. y los archivos sin extensión de OSU MAP-for-the-PC 4.0. (Marble, 1994). Este último ejemplifica el caso de aplicación.

La capa temática inicial de ABA.DAT definida como 1-BA (Aglomeración de Buenos Aires entre 1869 y 1991) contiene *pixels* cuya información corresponde a la aparición de cada uno de ellos como aglomeración en cada año considerado. La separación de cada capa temática de la totalidad multitemporal queda expresado de la siguiente manera:

Color BA
Renumber BA a 1 to 1 th 9 a 2 to 10 for 1869
Label 1869
00 Rio de la Plata
01 Sin aglomeración
02 Aglomeración en 1869
-1
Color 1869

La secuencia muestra con *Color* la presentación de la capa temática inicial, con *Renumber* el procedimiento de clasificación utilizado y el despeje de los *pixels* con valores DN = 2 como únicos integrantes de la aglomeración en 1869, con *Label* el etiquetado de las referencias en la cual aparecen las numeraciones y las categorías que representan, el *-1* finaliza el etiquetado y nuevamente *Color* muestra el resultado para 1869. El mismo procedimiento fue realizado para 1895, 1914, 1947, 1960, 1970, 1980 y 1991.

Con la finalidad de realizar los procedimientos de análisis espacial para poder captar el crecimiento de la aglomeración, se han generado capas temáticas parciales a partir de una reclasificación de la categoría interior no aglomerada de la siguiente forma:

Renumber 1869 as 0 to 1 for a69
Renumber 1895 as 0 to 1 for b95
Renumber 1914 as 0 to 1 for c14
Renumber 1939 as 0 to 1 for d39
Renumber 1947 as 0 to 1 for e47
Renumber 1960 as 0 to 1 for f60
Renumber 1970 as 0 to 1 for g70
Renumber 1980 as 0 to 1 for h80
Renumber 1991 as 0 to 1 for i91

La secuencia generada mediante el empleo de *Renumber* produce nuevos mapas, uno para cada año, donde lo que es *aglomeración* aparece con categoría DN = 2 y el resto del área de estudio con DN = 0. El procedimiento siguiente es comenzar a trabajar con las capas temáticas parciales y realizar los cruces correspondientes con el comando *Add* [**Capítulo 5: 5.4.2**].

Add a69 to b95 for a69-b95
Add b95 to c14 for b95-c14
Add c14 to d39 for c14-d39
Add d39 to e47 for d39-e47
Add e47 to f60 for e47-f60
Add f60 to g70 for f60-g70
Add g70 to h80 for g70-h80
Add h80 to i91 for h80-i91

Previa eliminación de las capas temáticas parciales utilizadas únicamente para realizar el análisis por superposición temática, mediante el comando *Zap* de la forma *Zap a69* hasta *Zap y91* se ha procedido a generar los mapas finales de la expansión entre cada par de años.

Cover 1869 with a69-b95 for 1869-95
Label 1869-95
00 Rio de la Plata
01 Sin amanzanar
02 Expansión
04 Aglomeración en 1869
-1
Color 1869-95

El caso muestra el procedimiento seguido para la determinación de la expansión entre 1869 y 1895, donde *Cover* realiza el cubrimiento de un mapa sobre otro, *Label* realiza el etiquetado y *Color* presenta el resultado como ha sido descrito con anterioridad. Este mismo procedimiento se ha seguido para obtener las capas temáticas correspondientes a los intervalos 1895-1914, 1914-1939, 1939-1947, 1947-1960, 1960-1970, 1970-1980 y 1980-1991.

Finalmente, previa eliminación de la segunda secuencia de mapas parciales, utilizando el comando *Zap* de la forma *Zap a69-b95* hasta *Zap h80-i91* se han obtenido

los resultados alfanuméricos de cada capa temática formada, los cuales sirven para la realización de las tablas de datos.

Describe 1869

Describe 1895

Describe 1914

Describe 1939

Describe 1947

Describe 1960

Describe 1970

Describe 1980

Describe 1991

Describe 1869-1895

Describe 1895-1914

Describe 1914-1939

Describe 1939-1947

Describe 1947-1960

Describe 1960-1970

Describe 1970-1980

Describe 1980-1991

El diagrama de solución (Figura 5.27) presenta la evolución de la tarea total, mientras que el resultado cartográfico se presenta en las figuras 5.28 a 5.44. La descripción de cada capa temática incluye el conteo de *pixels* según sus valores y la multiplicación por la superficie que representa cada uno de ellos permite obtener la superficie total de cada área y el crecimiento intercensal.

5.5.4.4. La reversibilidad temporal.

Consideramos que al nivel de *espacio geográfico*, tanto en una dimensión multitemática como temporal se verifica la aptitud que puede brindar una visión determinista basada en la sucesión de capas temáticas como visiones instantáneas de diferentes realidades históricas de una determinada área de estudio; de hecho el tiempo se hace reversible, lo que significa que de 1869 se puede llegar a 1991 y desde 1991 volver hacia 1869 como proceso inverso.

Lo anteriormente expuesto resulta ser la presentación de una característica fundamental del manejo temporal en un SIG bajo la conceptualización de *chess-map* (Monmonier, 1990), no encontrándose desarrolladas aún las verdaderas características

FIGURA 5.27

DIAGRAMA DE SOLUCION: BASE DE DATOS BA (MODELO 1) RESULTADOS GRAFICOS Y ALFANUMERICOS DE LA AGLOMERACION DE BUENOS AIRES 1869-1991.

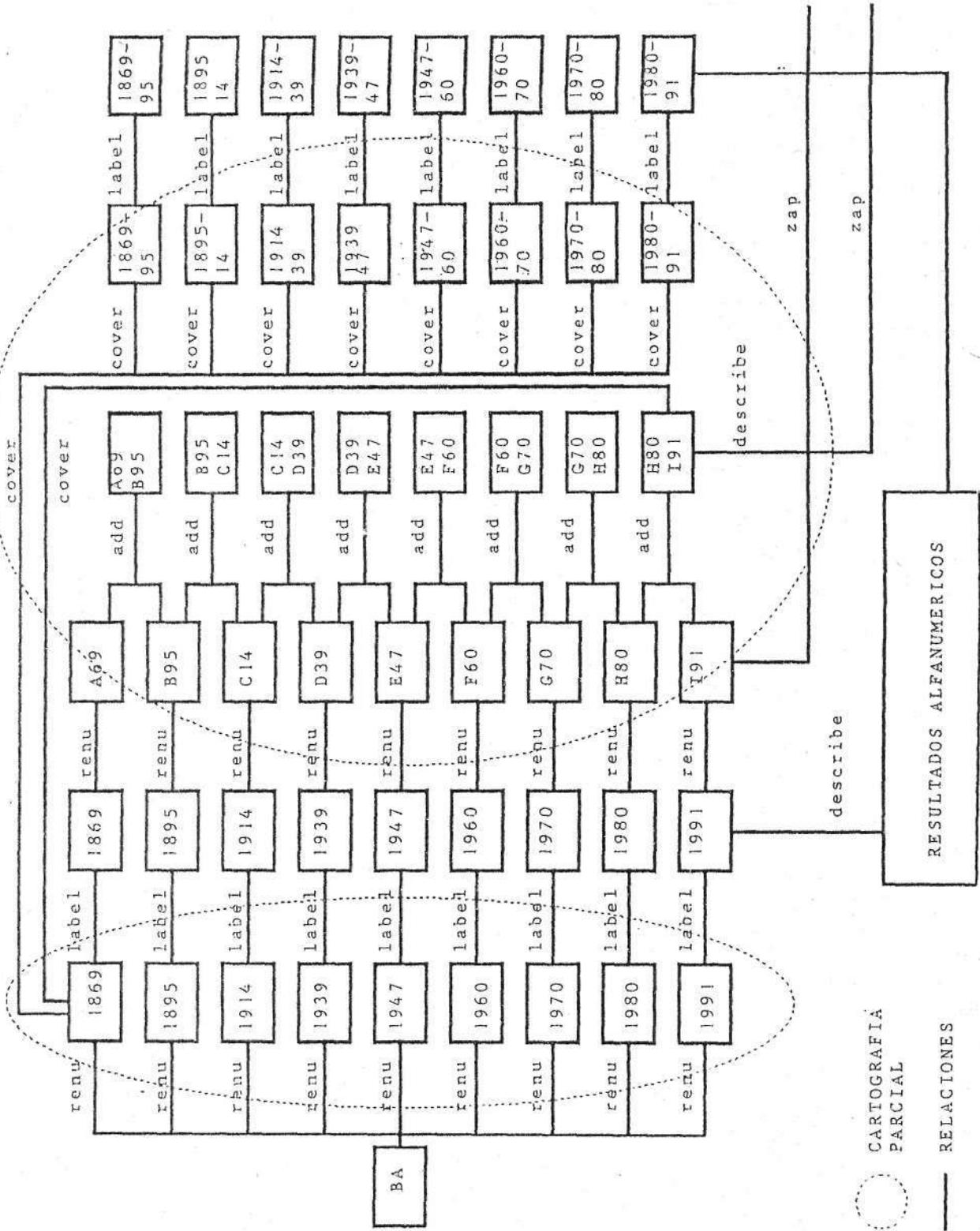




FIGURA 5.28. Aglomeración de Buenos Aires en 1869.



FIGURA 5.29. Aglomeración de Buenos Aires en 1895.



FIGURA 5.30. Aglomeración de Buenos Aires en 1914.

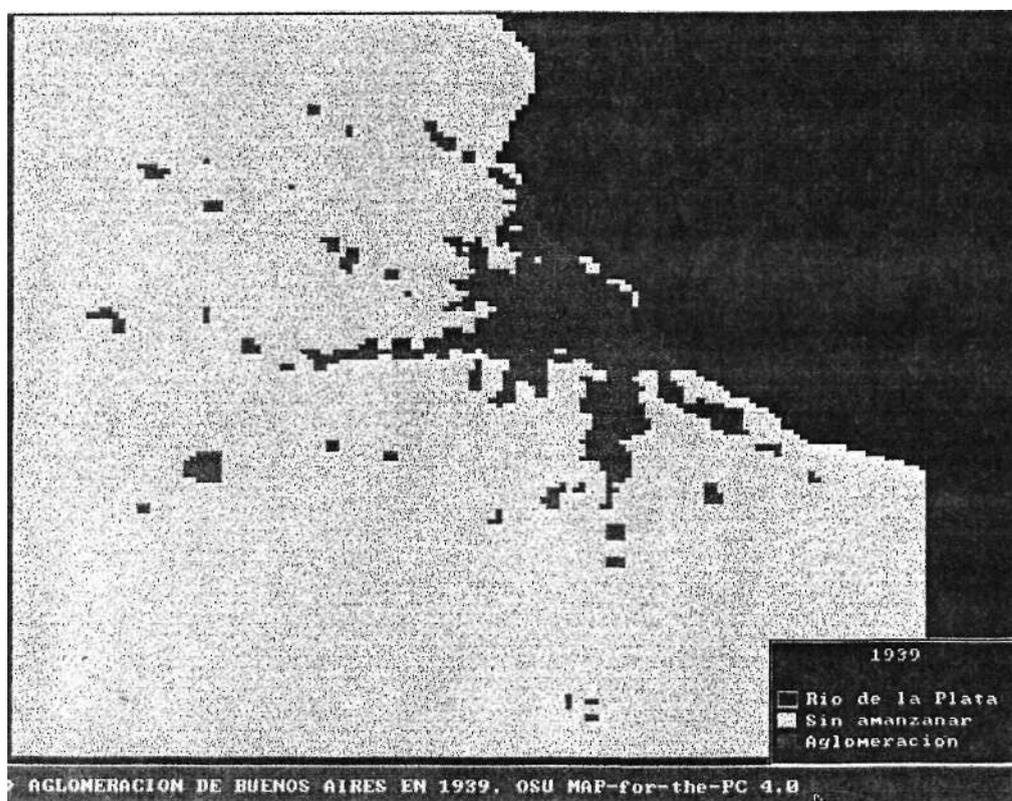


FIGURA 5.31. Aglomeración de Buenos Aires en 1939.

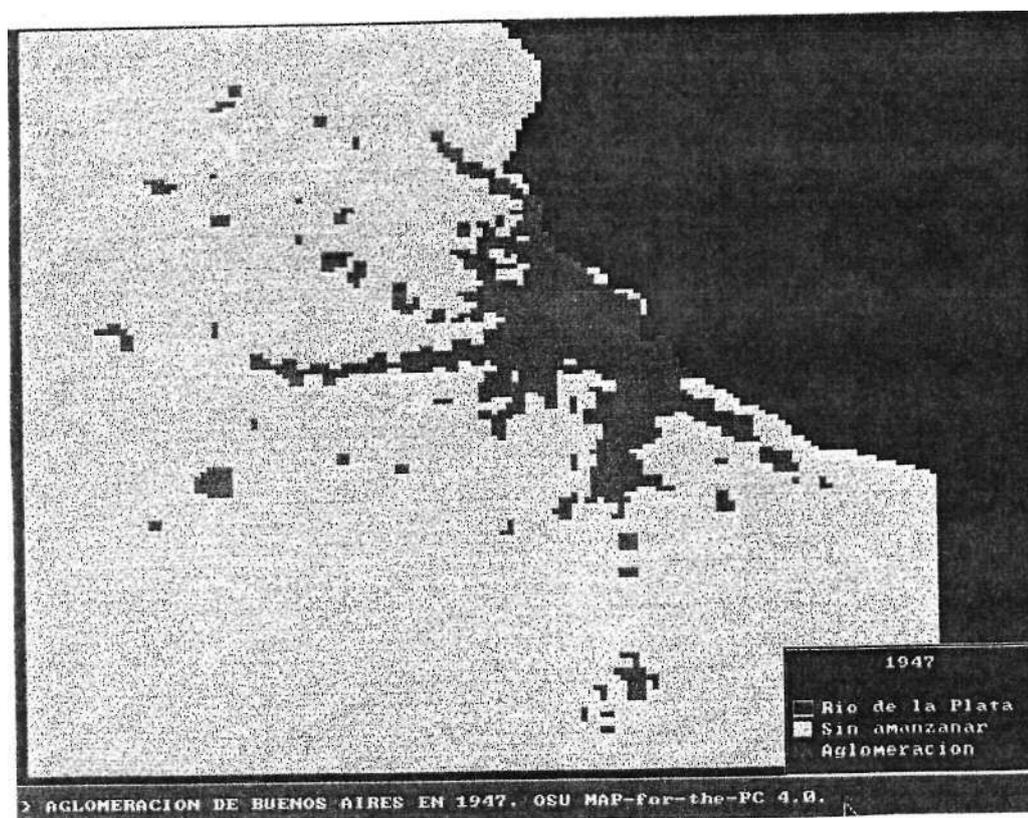


FIGURA 5.32. Aglomeración de Buenos Aires en 1947.

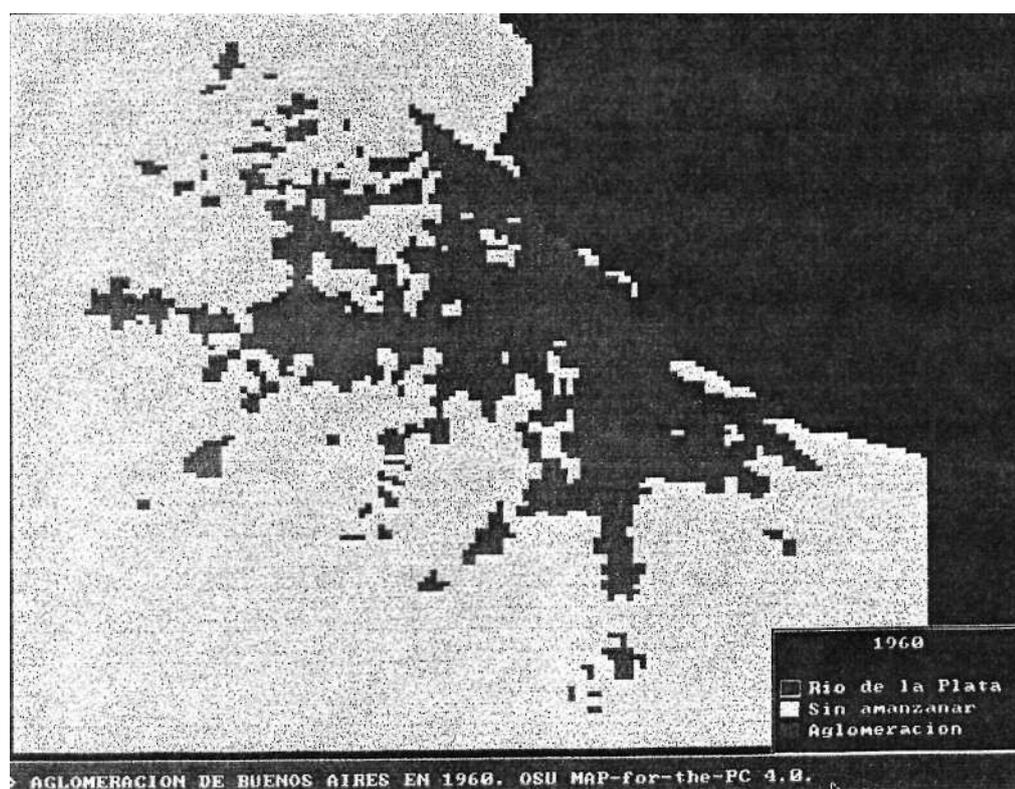


FIGURA 5.33. Aglomeración de Buenos Aires en 1960.

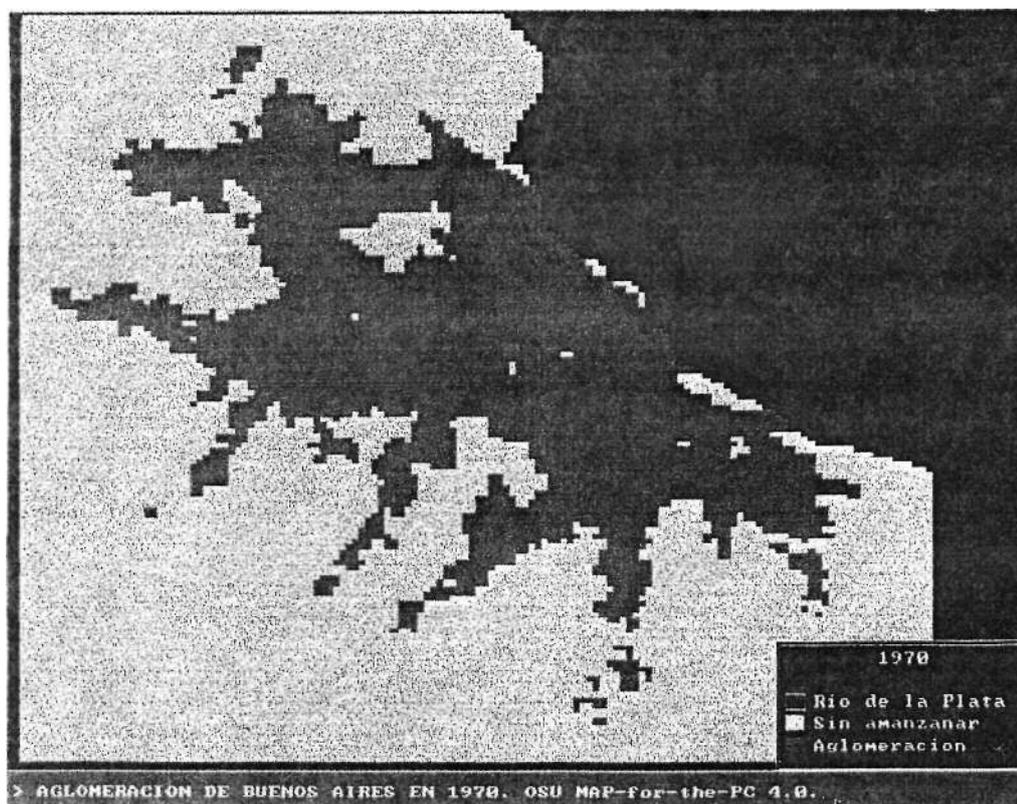


FIGURA 5.34. Aglomeración de Buenos Aires en 1970.

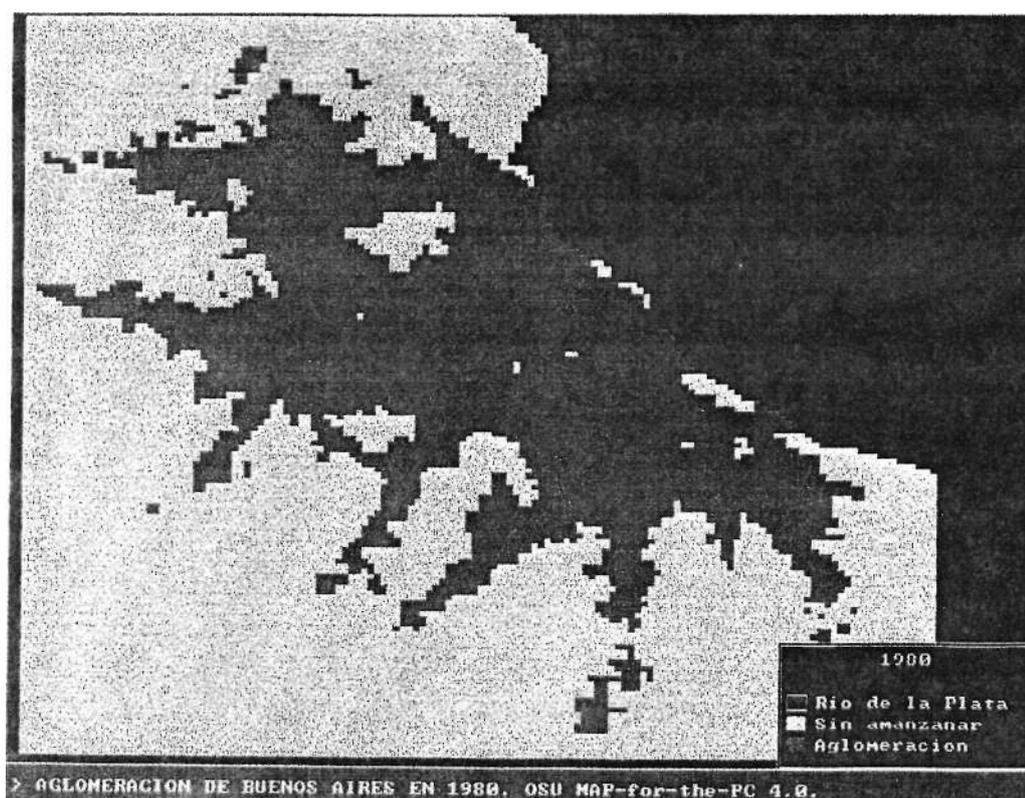


FIGURA 5.35. Aglomeración de Buenos Aires en 1980.

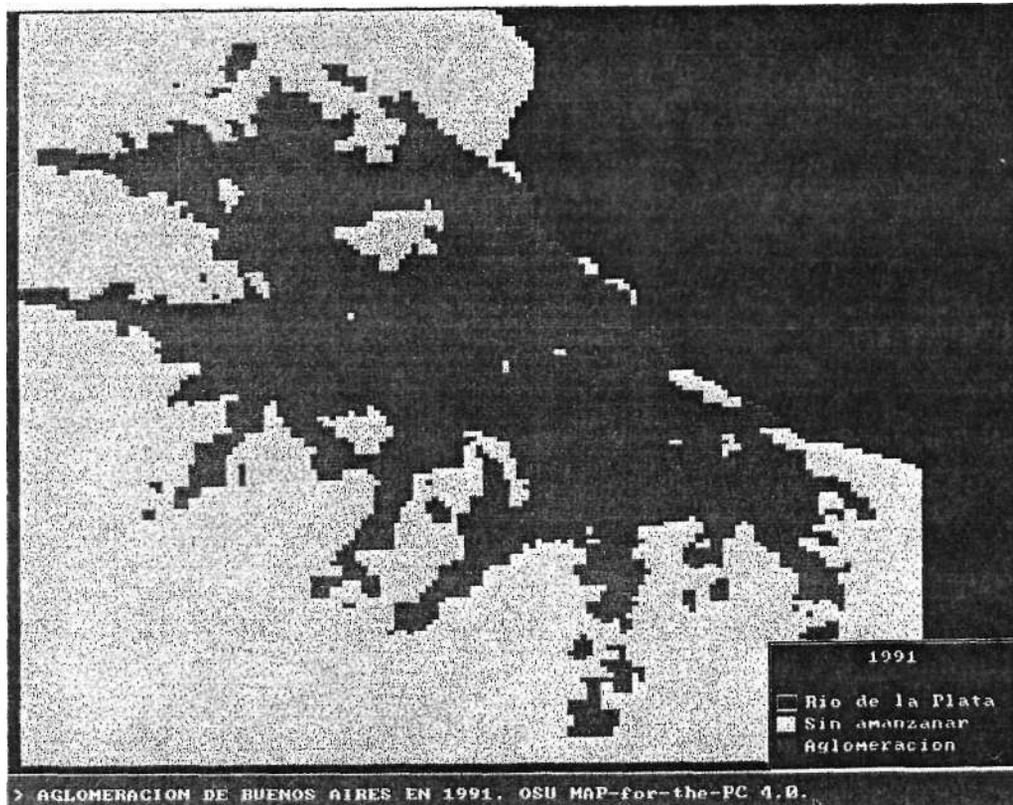


FIGURA 5.36. Aglomeración de Buenos Aires en 1991.

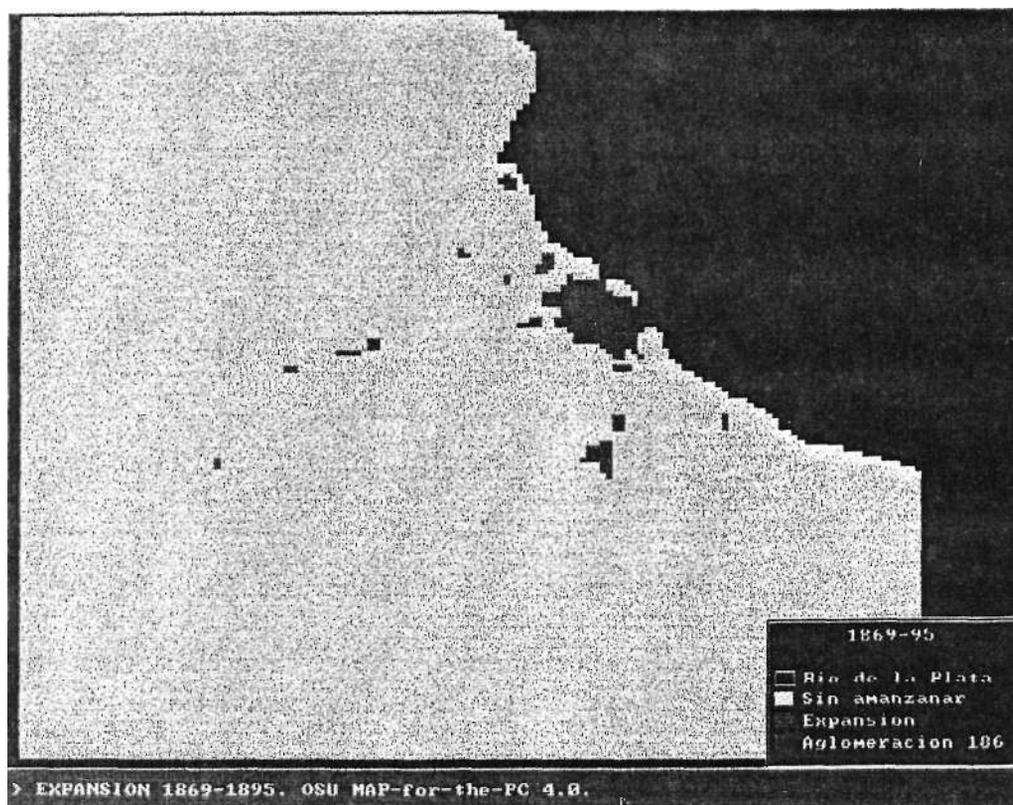


FIGURA 5.37. Expansión de la aglomeración de Buenos Aires entre 1869 y 1895.



FIGURA 5.38. Expansión de la aglomeración de Buenos Aires entre 1895 y 1914.

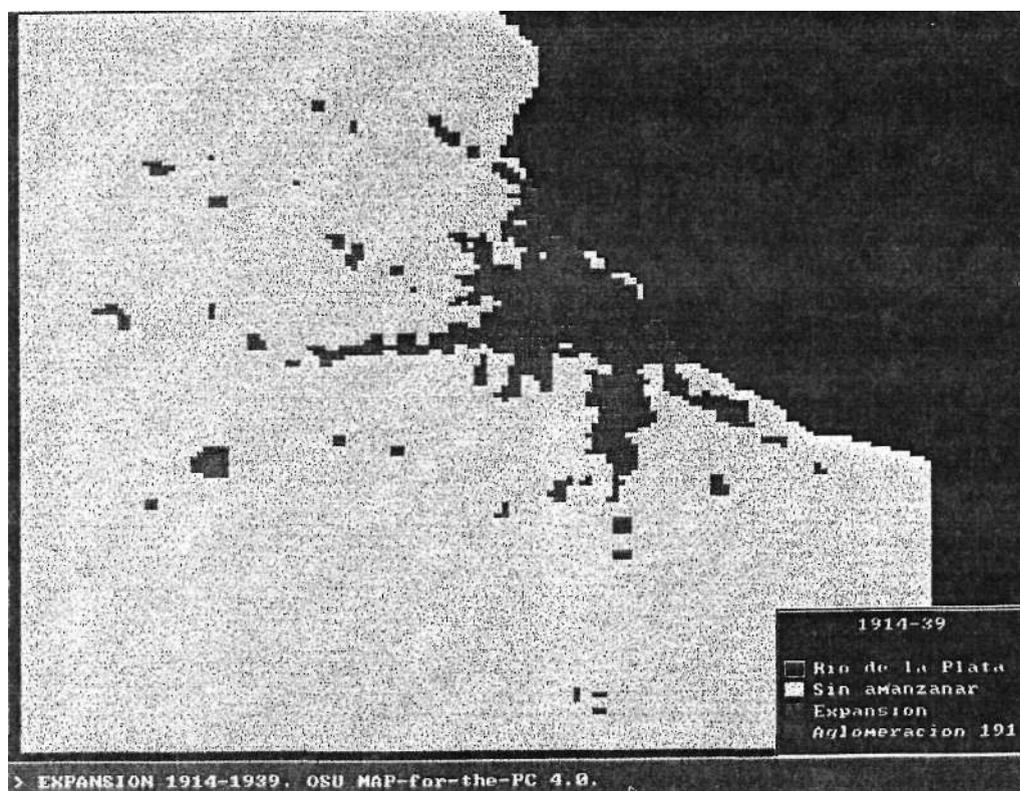


FIGURA 5.39. Expansión de la aglomeración de Buenos Aires entre 1914 y 1939.

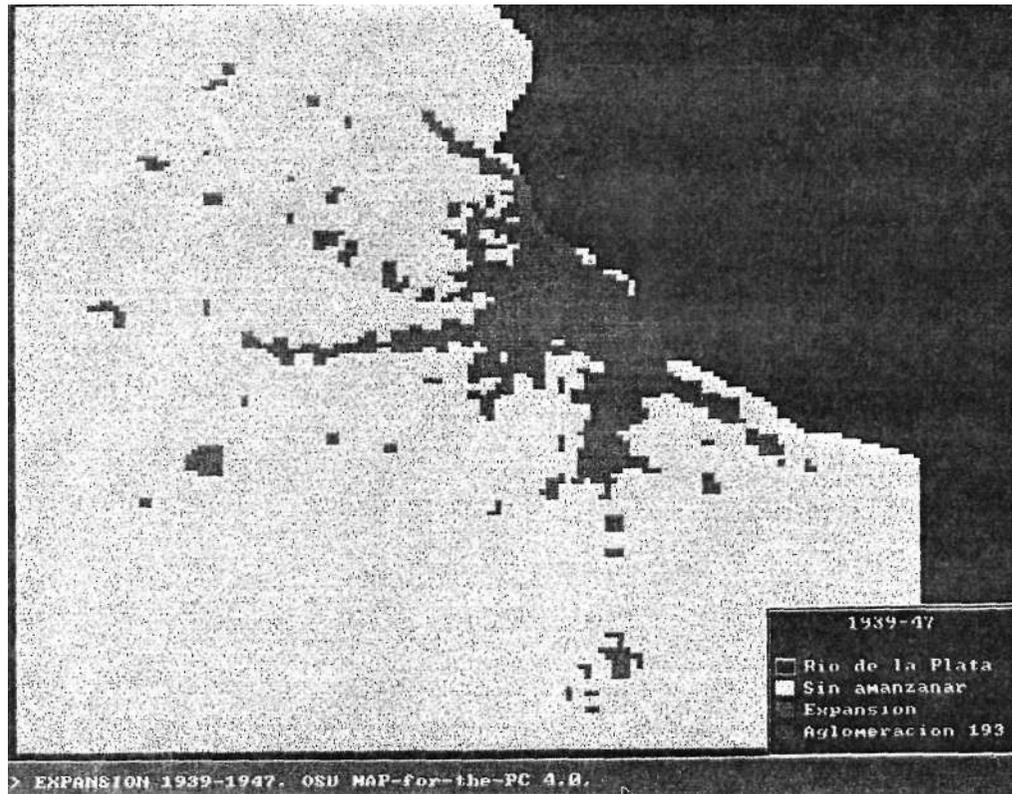


FIGURA 5.40. Expansión de la aglomeración de Buenos Aires entre 1839 y 1947.

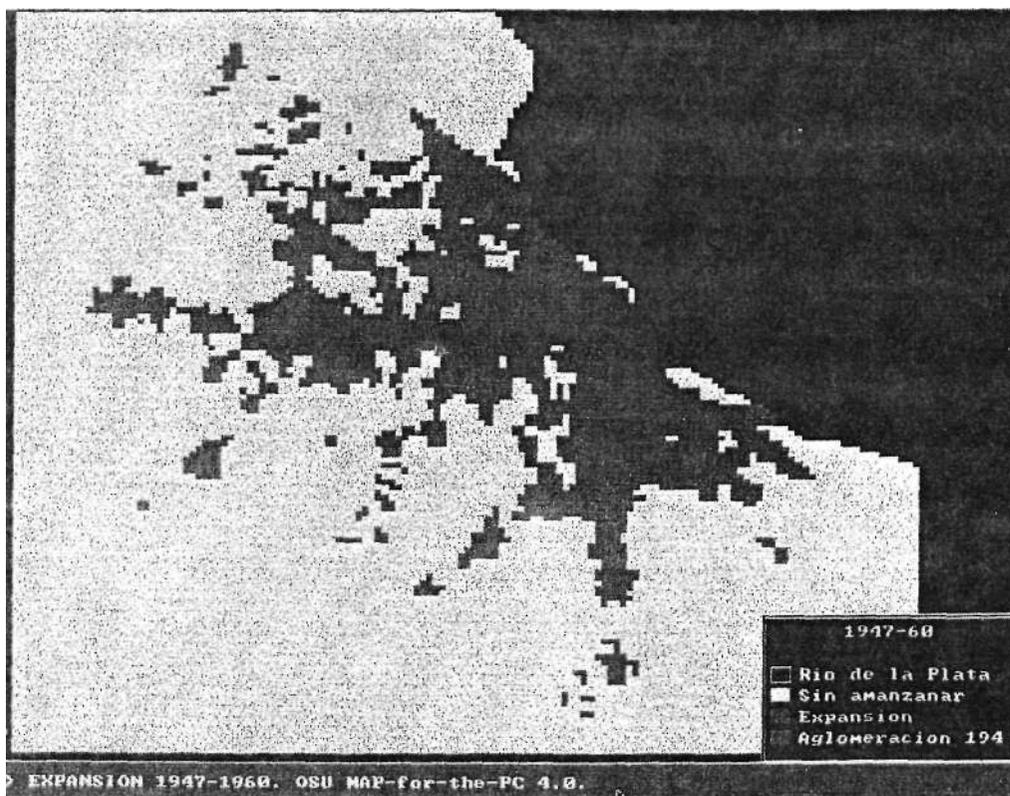


FIGURA 5.41. Expansión de la aglomeración de Buenos Aires entre 1947 y 1960.

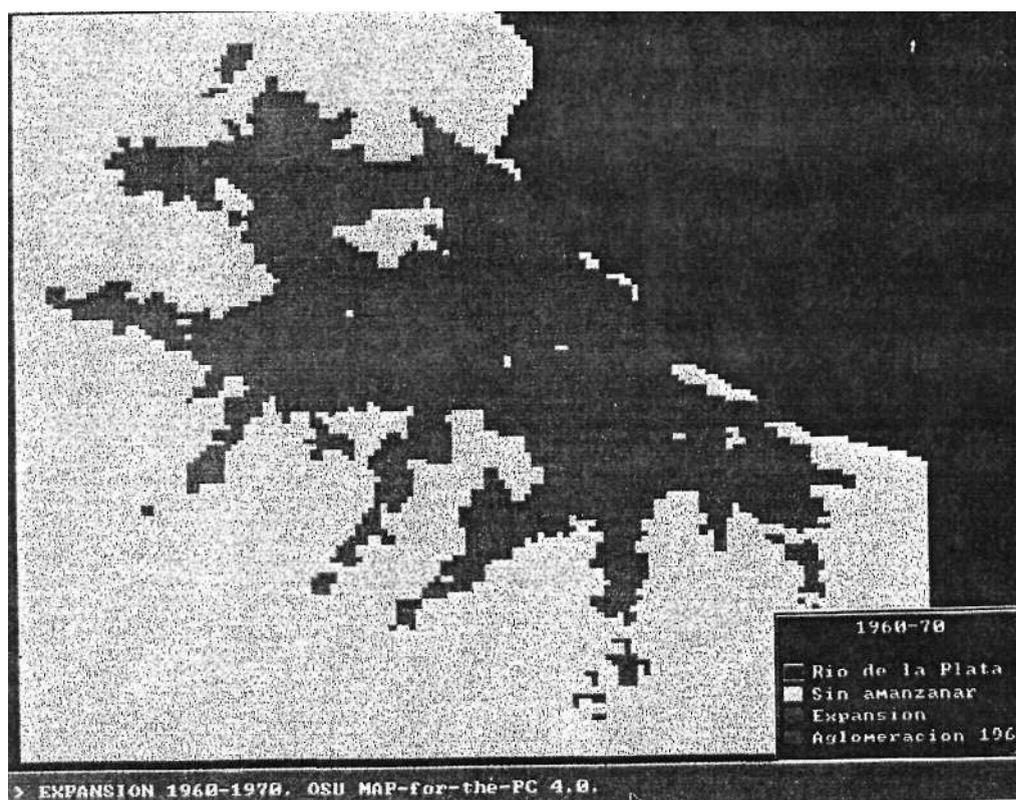


FIGURA 5.42. Expansión de la aglomeración de Buenos Aires entre 1960 y 1970.

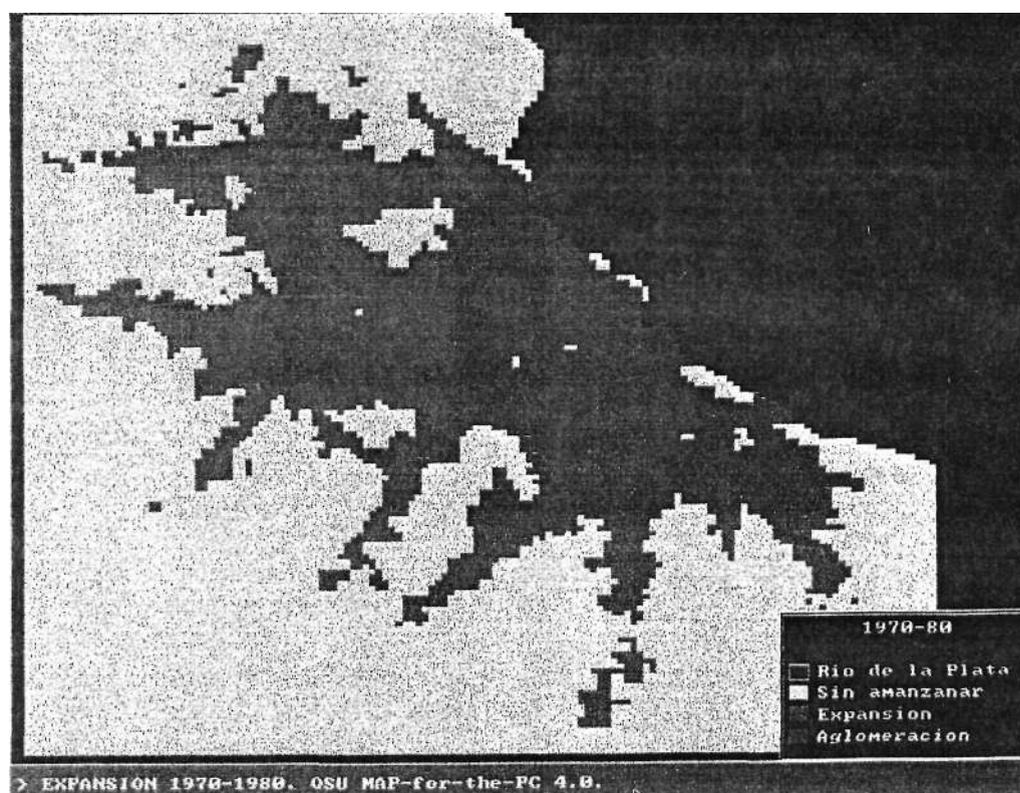


FIGURA 5.43. Expansión de la aglomeración de Buenos Aires entre 1970 y 1980.

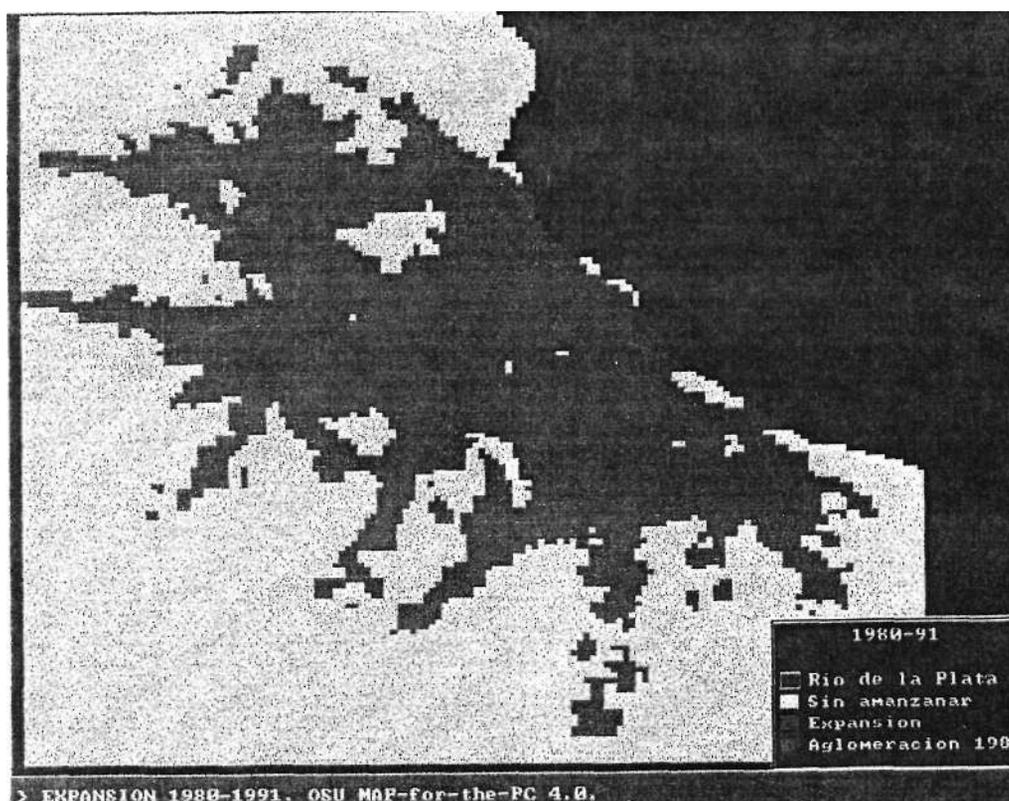


FIGURA 5.44. Expansión de la aglomeración de Buenos Aires entre 1980 y 1991.

que debería tener un SIG creado especialmente para el manejo temporal (Langran, 1989, 1992). En cuanto a esta cuestión, un SIG sigue manejando características de la *modernidad* y aún se deben desarrollar técnicas que estén más acordes al desarrollo conceptual de la ciencia a finales de siglo.

5.5.4.5. El traslado de conceptos en una base de datos SIG espacio-temporal. El uso de *Gran Buenos Aires* en la base de datos geográfica espacio-temporal ABA.DAT

De la misma forma que resulta fácilmente posible acceder a un enfoque *Whig* de la historiografía de la ciencia geográfica [Capítulo 2: 2.3.2.], también resulta posible incluir esta visión del desarrollo histórico en los procedimientos computacionales de consulta a una base de datos espacio-temporal en SIG.

En este caso el inconveniente surge cuando los conceptos aptos para el análisis de un estado específico se utilizan con similar sentido en cada una de las capas temáticas de la base de datos, ya que en realidad las situaciones han variado en $t-n$, t o $t+n$ y se hacen necesarios otros contenidos conceptuales para brindarles explicación.

A continuación, mediante el empleo de la base de datos geográfica ABA.DAT [Capítulo 5: 5.5.1.2.], presentaremos el caso de análisis del concepto abarcativo como el de Gran Buenos Aires que puede darle integridad total al área de estudio.

Hemos visto que el concepto de *aglomeración* como entidad física se presenta como una realidad objetiva si se la ve como *mancha urbana* que se ha expandido de forma horizontal sobre la superficie terrestre a lo largo del tiempo transcurrido entre la primera medición (capa temática de 1869) y la última (capa temática de 1991). Bajo esta definición se puede confeccionar una matriz de datos que contenga resultados superficiales (por ejemplo en km^2) del tamaño que la aglomeración tiene en cada uno de los años considerados y con ello lograr una base cuantitativa de su evolución espacial a lo largo del período.

Hasta aquí hemos considerado la aglomeración como entidad separada de cualquier otro subsistema componente de la realidad. Si consideramos al mismo tiempo el subsistema natural podemos encarar la cuestión desde un punto de vista más complejo, ya que comienzan a incorporarse otras dimensiones que apuntan a múltiples relaciones.

Utilizando la información combinada podemos analizar el crecimiento de la aglomeración sobre su soporte edáfico y vincularlo a los diferentes usos del suelo y la destrucción de potencial agrícola conforme la mancha urbana inutiliza los suelos de buena capacidad productiva [Capítulo 5: 5.5.2.]. En este sentido, una variable fundamental que se puede incluir es la *cobertura vegetal*.

La misma información está midiendo al mismo tiempo el *crecimiento de la aglomeración* y el *decrecimiento de la cobertura vegetal*. En el año 1869 la aglomeración ha ganado $33,21 \text{ km}^2$ de superficie mientras que la cobertura vegetal ha perdido exactamente lo mismo. En síntesis, esto representa un cambio radical de

perspectiva que lleva a dos preguntas; ¿cuál es la superficie de la aglomeración de Buenos Aires en cada año? (visto desde lo urbano) y ¿cuánta cobertura vegetal se ha perdido a causa del crecimiento de la aglomeración? (visto desde lo rural). Existe una relación causal directa entre las dos variables analizadas, una realidad que está marcada por una correlación máxima negativa de coeficiente de correlación $r = -1$.

El inconveniente de nuestra consulta a la base de datos geográfica espacio-temporal no es definir un resultado en valores absolutos (conteo directo de *pixels* por el valor real superficial de cada uno), sino cuánto y sobre qué espacio resulta posible medir valores relativos, es decir, ¿sobre qué área tomamos un porcentaje máximo de 100% cuando intentamos medir dichas variables asignándolas a un espacio de mayor amplitud?

El área definida como Gran Buenos Aires es el que se aplica tradicionalmente. Es un concepto puramente administrativo que se basa en la agregación de unidades espaciales definidas espacialmente a través de los límites político-administrativos (la ciudad legal de Murphy, 1966), es decir, que se utilizan aquellas unidades espaciales que contienen el total de la aglomeración. Resulta ser una solución útil porque se toma un valor superficial que excede siempre el valor medido para la mancha urbana con límites establecidos con precisión.

Sin embargo, si bien el concepto parece cobrar sentido a partir del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1960, en el cual se define el Gran Buenos Aires como Capital Federal más 19 Partidos de la Provincia de Buenos Aires que contiene el *continuo urbano*, para el Censo Nacional de Población y Vivienda de 1980 se amplió la definición espacial a Capital Federal más 26 Partidos de la Provincia de Buenos Aires, cambiando para el Censo Nacional de Población y Vivienda de 1991 a Capital Federal más 25 Partidos al excluir a La Plata de la definición anterior. En síntesis, la definición del espacio geográfico considerado como Gran Buenos Aires no sirve para analizar la situación entre 1869 y 1947 porque no existía, la primera definición permite comparar las realidades entre 1960 y 1970, mientras que la segunda y tercera definición solamente sirven para los años 1980 y 1991 respectivamente.

Normalmente, en los estudios geográficos, las definiciones últimas son las que se pueden trasladar con cierta coherencia hacia el pasado por ser las que van abarcando progresivamente mayor cantidad de superficie, ya que su finalidad es captar un fenómeno de expansión. Sin embargo como se ha mencionado anteriormente aquí se presenta la incoherencia de que en 1980 el área Gran Buenos Aires, oficialmente es mayor que para 1991. Es posible igualmente de forma arbitraria realizar este procedimiento y dejarlo explícito. Si bien se obtienen resultados coherentes -pero de difícil comparación- ¿qué papel desempeña el concepto de Gran Buenos Aires en aquellos años en los cuales no existía la necesidad de su uso y en aquellos años en que se utiliza un concepto diferente?

Considerando estas características cambiantes podría surgir con más coherencia definir un semicírculo arbitrario (por ejemplo de 50 km) con centro en el CBD (Central Business District) de la aglomeración (en el caso de Buenos Aires el microcentro, denominado "la city") y calcular las variaciones dentro de esta superficie. En este caso los resultados también son coherentes y no habría privilegio en la aplicación hacia uno u otro año; el único requisito sería que el espacio superficial definido debe contener la totalidad de la aglomeración hacia el último año.

Otra forma de encarar este cálculo es incluir como marco una definición regional realizada mediante la consideración de otros factores (generalmente de base físico-natural, por ejemplo la Pampa Ondulada) y de esta forma la medición histórica puede ser realizada sobre un marco mucho más estable que el de las divisiones políticas, es decir, es la consideración de una definición espacial única que debe existir y mantenerse a lo largo de todo el período y en este sentido, los resultados obtenidos pasan a ser completamente comparables entre sí. En este caso el resultado es el *crecimiento de la aglomeración de Buenos Aires en la Pampa Ondulada* o la *Disminución de la cobertura vegetal de la Pampa Ondulada por el crecimiento de la aglomeración de Buenos Aires*. De esta manera, los porcentajes obtenidos tienen coherencia porque la relación espacio-temporal entre los conceptos se mantiene estable a lo largo del período.

De lo anteriormente expuesto queda en evidencia que se corren riesgos limitados al estudiar un momento determinado, pero para abarcar períodos de tiempo más o menos prolongados se requiere de un análisis pormenorizado de los conceptos que se usan para

describir los cambios en los patrones de distribución espacial, ya que la variación en el contenido de los conceptos puede distorsionar completamente los resultados y no existe sistema computacional que pueda detectarlo. Obtener buenos resultados de las bases de datos geográficas espacio-temporales parte de las capacidades técnicas y de un accionar teórico que pueda evaluar previamente los diversos tipos de consultas a ser realizadas.

5.6. LA VISIÓN GEOTECNOLÓGICA

Los casos de aplicación que se han utilizado para ejemplificar los aspectos metodológicos relacionados a las posturas paradigmáticas que sustentan la geotecnología [Capítulo 3] permiten verificar, más allá de los aspectos técnicos y de las secuencias seguidas como *camino crítico*, muchos de los aspectos teóricos que se han desarrollado a lo largo del trabajo.

El análisis por superposición temática realizado en base a los métodos de análisis regional en el marco del *Paradigma Racionalista* permite concluir en un trabajo de diferenciación areal logrado a partir de procedimientos de superposición matricial pixel a pixel [Capítulo 3: 3.2.3]. La Figura 5.6. que presenta la primera de las capas temáticas, muestra en las referencias los colores *standard* de la paleta de colores utilizada y a la derecha el número digital que representa cada uno de ellos. El software OSU MAP-for-the-PC 4.0 trabaja con imágenes de 4 bits (16 colores o tonos de gris), por lo cual la Figura 5.7. (segunda capa temática) aparece sin referencias y se repiten muchos colores en una imagen que cuenta con un total de 33 áreas diferenciadas (incluyendo el Río de la Plata). Una limitante como la señalada impone un techo definido en la cantidad de categorías interiores de cada capa temática, por lo que puede llegar a ser un factor que lleve a orientar la investigación de acuerdo a la capacidad del *software*, como afirma Dobson (1983a).

Por otro lado la utilización de un sistema de coordenadas x-y junto a la imposibilidad de incorporar su escala gráfica y el sistema de coordenadas, hace que la presentación de estas figuras se realice como cartogramas. Véase que desde la Figura 5.12 a la Figura 5.15 se ha incorporado el significado de las categorías interiores en las

referencias, la cual se superpone a los números digitales correspondientes, en este caso la intención de respetar el sentido de los colores de la paleta utilizada en variables de tipo ordenada seguramente se presenta como otra limitante -ésta de carácter visual- ya que no brinda la mejor selectividad cartográfica, de acuerdo a los estudios realizados en semiología gráfica (Berlín, 1973).

En el segundo estudio de caso, el análisis geográfico a través de modelos [Capítulo 5:5.5.2], queda en evidencia el fuerte impacto que tiene la separación actual que permitieron los medios computacionales entre el almacenamiento de la información y la representación cartográfica (Marble y Peuquet, 1983) (Figuras 5.24a y 5.24b) ampliando las posibilidades del inventario tradicional [Capítulo 3: 3.2.1]. Ante esta facilidad de almacenamiento se produce generalmente otra separación, la que menciona Poiker (1983) existente entre la recolección de datos y su análisis, en este sentido (Dobson, 1983a) alertaba sobre un debilitamiento teórico al no reflexionar lo suficiente respecto de los datos ingresados al sistema.

Las representaciones gráficas, realizadas en este caso con el *software* SPANS GIS 5.21, también se presentan como cartogramas y el límite crucial que puede hacer variar el procedimiento empleado es la cantidad de capas temáticas que pueden ser incorporadas al modelo.

La aplicación de la geometría fractal [Capítulo 5: 5.5.3] representa un caso excelente para mostrar de qué forma técnicamente la representación *raster*, que se ha considerado como de inferiores posibilidades que la vectorial al no poder representar un espacio de forma continua, adquiere relevancia al ser flexible ante esta nueva metodología de aplicación. El límite en este caso se encuentra representado por el tamaño de la matriz y la superficie de cada *pixel*, sin dudas la utilización de *pixels* más pequeños brinda mayores posibilidades en la cantidad de cálculos y la aproximación decimal de los valores. Los resultados gráficos también se presentan como cartogramas, ya que en este caso lo que centra el análisis es la forma geométrica de la mancha considerada como objeto fractal y no su referenciación espacial, que adquiere relevancia en otro contexto.

La cartografía del último ejemplo (Figuras 5.28 a 5.44) cumple con las mismas características que las descritas para el primer caso. Lo interesante de rescatar en este trabajo temporal es el movimiento de todo el análisis dentro de patrones de causalidad determinista y la posibilidad en la reversibilidad temporal [**Capítulo 3: 3.2.5**]. Utilizando un tiempo positivo t partimos de la capa temática BA y llegamos a 17 cartogramas de resultado, si partimos de los 17 cartogramas y utilizamos un tiempo negativo $-t$ llegaríamos a la capa temática BA (Figura 5.27). Ambos procedimientos quedan expresados en el diagrama de solución analizándolo ambos sentidos y muestran aún el espíritu del cartesianismo que menciona Pickles (1993), el cual ya no es utilizado de forma conceptual en los nuevos desarrollos científicos, pero sí en la tecnología SIG que según Langran (1992) cuenta con grandes dificultades para la realización de un verdadero SIG temporal.

Como hemos visto, entre limitaciones técnicas, procedimientos mecanicistas (el tiempo) y procedimientos en los cuales se puede incorporar la dimensión aleatoria (fractales) los Sistemas de Información Geográfica se encuentran hoy en una interfase a mitad de camino entre una base moderna y la posibilidad de brindar aplicaciones a las ciencias de la auto-organización. En ello se puede apreciar la convivencia moderna-posmoderna verificada en muchos aspectos de la cultura y la sociedad [**Capítulo 4**], por lo tanto, este momento de transición brinda características especiales a la práctica disciplinaria en diferentes ámbitos y la formulación del *nuevo paradigma* a la luz del impacto de la geotecnología en la metodología se presenta como paso fundamental para comprender la revolución teórica que estamos transitando y que nos lleva a la búsqueda de síntesis en diferentes niveles.

Dinámica # 5

polígono

CAPITULO 6

EL IMPACTO DE LA GEOTECNOLOGÍA EN LA TEORÍA DE LA GEOGRAFÍA. LA *GEOGRAFÍA GLOBAL*. EL *PARADIGMA GEOTECNOLÓGICO*.

6.1. HACIA LA "SÍNTESIS"

6.1.1. Punto, vector, quadtree, zoom y polígono como método de abordaje

El desarrollo temático seguido a lo largo del trabajo se ha estructurado en torno a la "idea", tomada como punto de partida conceptual y metodológico desarrollado a fin de aprehender la problemática que brindó origen a la investigación, el surgimiento de un nuevo paradigma de la Geografía basado en la Geotecnología.

Para poder ser llevado a cabo se ha considerado este hecho concreto como una *dinámica # I - punto*, pero como punto de partida analítico, no como finalidad. La profundización temática permite una aproximación sucesiva al hecho y a partir de allí se justifica su aparición y se verifica su influencia en el desarrollo actual de la disciplina. Por el contrario, un enfoque *whig* sobre la historiografía de la ciencia en general y su particular aplicación al pensamiento geográfico hubiera reclamado un tratamiento en sentido inverso a fin de poder captar una necesaria linealidad en los procesos de la evolución conceptual y metodológica.

De ninguna forma se descarta que el *punto* resulta ser el resultado que se produce a través de la combinación de la *historia interna* y *externa* de la disciplina y su manifestación actual. Sin embargo, resulta evidente que no todos los desarrollos producidos en el interior de la gran riqueza conceptual de la Geografía han sido de utilidad para su formación, pues si buscáramos únicamente estos aspectos estaríamos mutilando parte de la historia, limitando la realidad a una *historia oficial* de progreso, confeccionada con gran parcialidad e imposible de ser sostenida dentro del contexto que

surge a partir de lo que Vattimo (1990) denomina *sociedad de la información generalizada*.

La aparición de este nuevo paradigma, como *paradigma geotecnológico* proveedor de una particular visión del mundo, se produce en gran medida por el aporte conceptual de diferentes posturas filosóficas del pensamiento geográfico establecidas en diferentes períodos de *ciencia normal*. Estas visiones han aportado -junto a otras ciencias y desarrollos tecnológicos- conceptos y métodos [**Capítulo 3**] que en la actualidad se presentan en el interior de la geotecnología como campo disciplinario formado por tecnologías computacionales integradas para el manejo de geoinformación (Buzai, 1997).

La *dinámica # 2 - vector*, representa las vías de enfoque hacia el punto inicial, las cuales se manifiestan como vectores de dinámica variada en su interior y diferenciados entre sí básicamente por aspectos conceptuales históricos y geográficos, dirigidos hacia el mismo punto. Por un lado, surge el abordaje que puede resultar accesible al analizar el desarrollo científico de forma general a través de los ciclos que se alternan entre períodos de *ciencia normal* y *revoluciones científicas* con base historiográfica (Kuhn, 1962) con el consiguiente efecto en el campo disciplinario, y por el otro, el aporte conceptual que la Geografía le ha provisto en su posición de *home discipline* de la Geotecnología (Kemp et al., 1992) a través de sus desarrollos teóricos y metodológicos específicos.

Dentro del contexto científico la Geografía constituye un ejemplo de campo disciplinario en el cual la denominada *historia externa* ha desempeñado un papel fundamental. Los cambios paradigmáticos analizados [**Capítulo 1: 1.1.2/3/4**] son ante todo producto del resultado de influencias concretas provenientes de demandas políticas, económicas y socio-culturales surgidas en cada período, y al mismo tiempo apoyadas por una *dinámica interna* favorable en cuanto a los procesos de incorporación de nuevas formas de acceder al conocimiento del mundo real. Sin embargo, cabe destacar que la coexistencia paradigmática dentro de nuestra disciplina es al mismo tiempo un rasgo fundamental con el cual se han generado, en cada época, perspectivas principales y secundarias, que desde inicios del presente siglo se alternan en ciclos de veinte años de

duración; periodicidad que se utiliza tradicionalmente en los estudios que abordan la evolución conceptual de la disciplina.

Los aspectos contextuales, definidos como *dinámica # 3 - quadtree*, han cambiado notablemente en las últimas tres décadas del siglo y se dirigen hacia un nuevo orden global [Capítulo 4]. Los pasos conjuntos se han visto acentuados bajo las condiciones que se presentan con el paso de la *sociedad industrial* a la *sociedad posindustrial* y de la *cultura moderna* a la *cultura posmoderna*, de las pautas científicas *mecanicistas* a la *incertidumbre* y al mismo tiempo la tecnología apoyada por una *valorización posmoderna* que la convierte en el medio indiscutible de mediatización actual. Dentro de las mediatizaciones posibles, la Geotecnología se presenta entre el hombre y el espacio geográfico en el nivel de análisis, decisión y gestión territorial. Por tal motivo la Geografía aparece como campo disciplinario que aportó gran cantidad de desarrollos y al mismo tiempo se encuentra profundamente afectada por los resultados obtenidos a partir de la reelaboración conceptual.

Únicamente a través de la ampliación temática que nos provee el cambio de escala contextual se presenta como posible el acceso hacia una perspectiva de mayor profundidad y así poder abordar el punto inicial como un área de notable fragmentación. Esta fragmentación ha soportado un cambio profundo respecto de la idea de "archipiélago" presentada por Foucault (1980), con la cual definió la situación específica del desarrollo de la actividad geográfica como ciencia hacia la década del '70, a causa de que en la actualidad se puede afirmar que cada una de las partes se diluye e inclusive en ninguno de los fragmentos, -en este caso representado por *islas* de conocimiento- es posible definir límites precisos.

Ante este panorama, la realidad de nuestra disciplina está transitando un camino de gran complejidad. Se comparten objetos de estudio y métodos, las dicotomías desaparecen al tiempo que surgen importantes especificidades en los bordes, interdisciplinarios y finalmente, las escalas de análisis no se presentan como determinantes ante los procesos de formación global (Haken, 1994) y los patrones

resultantes (Stevens, 1995); aspecto que fuera ejemplificado a partir del concepto de autosimilitud extraído de las aplicaciones posibles en el campo de la geometría fractal.

El desafío entonces es redefinir esta situación de fragmentación contextual observada como *dinámica # 4 - zoom* a través de una ampliación en la escala de análisis y lograr una delimitación específica como área, *dinámica # 5 - polígono*, a partir de la cual poder acceder a la *síntesis* de la formulación paradigmática.

La posibilidad de delimitar concretamente el punto como área lleva a la consideración de un cambio de escala en el análisis, no solamente en el sentido por el cual el punto inicial de la investigación ha obtenido un mayor contenido a través de su superficie, sino principalmente ante una mayor profundización y la aparición de determinados niveles explicativos.

En este sentido, la formulación paradigmática adquiere evidencia como perspectiva geográfica de fines de siglo y se manifiesta como una nueva manera de ver el entorno geográfico y realizar prácticas geográficas que tienen efectos en la totalidad de las líneas contextuales.

La tendencia seguida muestra que se han confirmado las iniciales afirmaciones de Cowen (1983), en el sentido de que la geotecnología -representada a través de la automatización- permite lograr una notable valorización disciplinaria que surge a través de su utilidad dentro del nuevo contexto (Pickles, 1995b), ligado a una situación de democracia generalizada y donde la libre circulación de la información cumple un rol fundamental para el desarrollo de la sociedad global (Granger, 1998).

El conjunto total de relaciones de dinámica variada es la que ha conformado el panorama actual. Un desarrollo notable de la tecnología impacta sobre la teoría y los métodos de la Geografía, se estandarizan conceptos en el ambiente digital y se adquiere una importante valorización contextual. Frente a esta situación cabe analizar la relación existente respecto del impacto en la Geografía y en el resto de las ciencias.

6.2. HACIA LA "GEOGRAFÍA GLOBAL"

6.2.1. Historia interna, historia externa

Hemos analizado el camino recorrido por nuestra disciplina desde la definición de Geografía como ciencia humana hasta la actualidad [**Capítulo 1: 1.1**] y la evolución paradigmática en ciclos de veinte años de duración incluyendo la perspectiva de aparición a finales de siglo de un nuevo paradigma de la Geografía basado en la Geotecnología. La geotecnología se ha comenzado a tomar como punto de debate a partir del inicio de la década del ochenta, cuando Dobson (1983a, b) presenta sus reflexiones acerca del impacto que estas modernas tecnologías digitales podrían traer a la Geografía y el resto de las ciencias a través de la automatización de procedimientos [**Capítulo 1: 1.2.2**].

La aparición de las tecnologías digitales como interfase de notable flexibilidad y potencia para el abordaje de la realidad, al presentar una nueva manera de visualización del espacio geográfico a través de sucesivas transformaciones que van desde el mundo real hasta la formación de un modelo digital de la realidad, nos ha llevado a la consideración del surgimiento de un nuevo paradigma.

La historia interna de la disciplina se vio marcada por cambios revolucionarios en una periodización constante que ha sido respetada por aquellos geógrafos que han analizado la evolución del pensamiento geográfico (Gómez Mendoza, 1982; Vilá Valentí, 1982; Capel, 1983; García Ramón, 1985) [**Capítulo 2**] y fije considerada la forma típica de progreso conceptual y metodológico geográfico a partir del aporte de Haggett y Chorley (1967). Los límites temporales de periodización se han convertido en una convención y los diferentes estudios no han llegado a variaciones significativas.

La conceptualización de la evolución del pensamiento geográfico bajo estos parámetros permite abordar el momento actual a la espera de una nueva "revolución" y posibilita considerar el gran impacto de las tecnologías digitales de punta junto a la nueva forma en la que permiten ver la realidad como nuevo paradigma, sin embargo la primera impresión de aplicación permite la consideración de que la geotecnología se apoya en desarrollos conceptuales de las posturas racionalistas y cuantitativas [**Capítulo 3**],

aspecto que se ha presentado en Buzai (1992) y que lo ha mencionado Sheppard (1993) como integrador definitivo del tradicional debate Hartshorne (1939, 1959)- Schaeffer (1953) surgido a mediados de siglo.

La posibilidad de ligar los desarrollos geotecnológicos con otras posturas de la filosofía de la Geografía no son resultados de un procedimiento directo, debido a que se pueden privilegiar inicialmente aquellos desarrollos que presentan una importante apertura hacia la automatización de las tareas metodológicas (Dobson, 1983a, b). Entre ellas se encuentran aquellas posturas con alto contenido cualitativo, como el *Paradigma Regional* y el *Paradigma Humanista*, y los apoyados en consideraciones globales que surgen en niveles de análisis que inicialmente resultan a-espaciales, como la visión *macro* del *Paradigma Critico*.

Por lo tanto, la consideración de que la geotecnología se presenta como un nuevo paradigma de la Geografía se presenta de manera difusa, mientras por un lado muestra una imposibilidad en la formulación de teorías e hipótesis que deriven directamente de ella, aunque para Dobson (1993) puede constituir un elemento de ayuda, por el otro, se verifica *un principio organizador*, un avance hacia una nueva *tradición de investigación*, su consolidación como *modelo y fuente de herramientas* que tienden a la realización de logros universalmente reconocidos.⁵⁰

Es en este sentido que la geotecnología y su particular interfase para la visión del mundo se evidencia principalmente como campo de revalorización de aquellas posturas que la han brindado el sustento para su desarrollo, y la totalidad de los conceptos analizados bajo las líneas que nos propone el *inventario*, la *diferenciación*, la *interacción*, la *significancia* y la *temporalidad* [**Capítulo 3**] encuentran una reinterpretación sólida a fin de poder ser representados metodológicamente a través de las modernas tecnologías, las cuales en esta primera instancia ya encuentran características que nos permitirá avanzar hacia la formulación paradigmática.

⁵⁰ Los aspectos verificados se presentan como novedosos y coinciden con algunos de los sentidos específicos que Kuhn (1962) atribuyó al concepto de "paradigma" analizados por Masterman (1970).

La *historia externa* presenta una valorización tecnológica bajo las condiciones posmodernas. El orden moderno brinda paso a nuevas cosmovisiones, en los que surge lo "complejo" como un grado de dificultad notable para el abordaje del mundo real en su totalidad. En este panorama las tecnologías de punta, cada vez más apoyadas en el lenguaje (Lyotard, 1995) muestran que el cambio de perspectiva transita un período de transición de alta complejidad. Mientras existen posturas que critican la representatividad del lenguaje y a través del deconstructivismo se ponen en tela de juicio las bases sobre las cuales se han construido los conocimientos actuales [**Capítulo 4: 4.2.1**], la geotecnología como desarrollo de punta necesita de un lenguaje preciso para ser funcional, el cual, según Wigley (1995), es mas preciso y mas rígido que el de las paredes sólidas.

Esta misma solidez y rígida definición, dentro de lo que se podría denominar la cultura de normalización (Pickles, 1991), es la que paradójicamente permite la mayor flexibilidad en el intercambio de la información a través del entretejido que forman los flujos de comunicación, afectando aspectos culturales tradicionales que van a una hibridación [**Capítulo 4: 4.4.2**], aspectos de gestión con los nuevos aspectos relacionados a las cuestiones de equidad y ética [**Capítulo 4: 4.2.4**], aspectos de conceptualización económica a través del surgimiento de nuevos conceptos para definir clase social (Harvey, 1995) y la consolidación del nivel cuaternario de la economía (Gottmann, 1970). Finalmente, sienta las bases para lograr una democracia neo-liberal [**Capítulo 4: 4.4.3**] generalizada como forma de gestión de lo que Dollfus (1992) denominara *sistema mundo*.

La ciencia, como producto social, se hace partícipe de la incertidumbre y los procesos aleatorios, dejando de lado la tradicional exactitud [**Capítulo 4: 4.4**] y, en este sentido, las ciencias físico-naturales se acercan a la complejidad de las ciencias humanas, que al incluir el comportamiento humano en sociedad habían conocido desde el inicio las dificultades de predicción. Sin embargo, la irreversibilidad temporal en las leyes de la naturaleza (Prigogine, 1996) junto a los procesos aleatorios emerge una auto-organización sistémica que va desde escalas locales hasta el nivel planetario representado por Gaia (Lovelock, 1979, 1991).

La geotecnología se presenta como un campo que afecta y es afectado por todas las escalas que pueden de ser determinadas, sin embargo la aplicación global -actualmente muy utilizada- evidencia el mayor poder de control (Roberts y Schein, 1995). El modelado espacial permite apoyar los procesos de toma de decisión como marco de una gestión social con base territorial y adquiere una notable valorización en ámbitos académicos diversos y no-académicos, pues el hombre ha creado una mediatización geotecnológica y puede moverse en su interior conociendo perfectamente sus alcances y limitaciones.

Estas posibilidades de gestión socioespacial a través de la geotecnología presentan un notable impacto en la disciplina en un camino creciente hacia la automatización, tal cual lo había previsto Dobson (1993), en una precisión notable hacia la estandarización de los conceptos fundamentales de representación espacio-temporal. Las aplicaciones presentadas [**Capítulo 5: 5.5**] demuestran ciertas tendencias en la respuesta; posturas metodológicas racionalistas, cuantitativas y un manejo temporal reversible. Estos casos muestran, además, limitaciones inmediatas en lo técnico-metodológico, las que se van sorteando con el avance tecnológico y difícilmente se encuentren limitaciones teóricas, ya que teoría y metodología se pueden controlar en una clara definición. Los entornos *Windows* cada vez más flexibles en cuanto al manejo de las computadoras personales permiten el traslado gráfico de cualquier diseño hacia cualquier *software* y su tratamiento mediante procedimientos inicialmente creados con propósitos específicos. Se ha logrado en la actualidad acceder a la verdadera integración que Dobson (1983a, b) reclamaba.

La Geoinformática como campo definido (Buzai, 1997) proporciona un gran impacto en las formas de ver y pensar el espacio geográfico en la última década del siglo. Podría pensarse que si es una nueva forma de pensar la realidad constituye un nuevo paradigma de la Geografía, sin embargo, las limitaciones y avances conceptuales analizados y los casos de aplicación presentados demuestran que este nuevo ambiente se presenta en este nivel, principalmente como configuración digital que tiende a la revalorización de paradigmas existentes. Cual es el tipo de geografía surge de su uso y

que evidencias existen para la formación de *un paradigma geotecnológico* es el camino inevitable hacia la síntesis.

6.2.2. La Geografía Global como campo de surgimiento interdisciplinario

La fragmentación sociocultural verificada a finales de siglo [Capítulo 4] propicia, como en otros tramos históricos, que la Geografía avance en su desarrollo apoyada en aspectos contextuales. La representación digital de un objeto geográfico espacio-temporal se basa en una estandarización que permite su tratamiento de acuerdo con los parámetros del nuevo ambiente y, al mismo tiempo, en los caminos que propone la globalización es posible lograr la difusión mundial de la geoinformación y los *software* de geoprosesamiento a través de la red mundial de la *World Wide Web* (Buzai, 1996).

En este proceso de estandarización y al mismo tiempo de difusión de saberes, en el cual ni siquiera el planeta total se comporta como sistema cerrado (Sagan, 1997), los parámetros con los cuales se ha evaluado nuestra ciencia en el período de la modernidad se han modificado de forma notable. Aspectos tomados tradicionalmente para defender la especificidad del campo disciplinario como el objeto (ej. la región geográfica del *Paradigma Regional*), el método (ej. el método regional del *Paradigma Racional*), las dicotomías (ej. la Geografía Humana del *Paradigma Cuantitativo*) y las escalas (ej. la geografía económica global del *Paradigma Crítico*), en la actualidad muy difícilmente puedan ser presentados como propios y particularmente con las aplicaciones geotecnológicas hace que aparezcan en el interior de una franja interdisciplinaria, en el cual los bordes cada vez tienen mayor amplitud, generando procesos de incertidumbre y ajustes conceptuales que han comenzado a tratarse en el interior de las denominadas *Geographical Information Sciences* (Goodchild, 1992) que encuentran ubicación de forma separada del núcleo disciplinario que les dio origen.

Esta situación permite que la Geotecnología traslade sus saberes geográficos incorporados al resto de las ciencias y prácticas disciplinarias. Con este aporte de amplio alcance se puede conceptualizar una situación de *explosión disciplinaria* que se produce en un momento de cambios profundos generalizados en la cultura, la sociedad y la

ciencia (Nemeth Baumgartner, 1994) y que en el presente caso aparece como contexto general de desarrollo [**Capítulo 4**]. Una Geografía que se expande hacia el resto de las ciencias a través de la geotecnología se presenta, ahora sí, como base fundamental al momento de definir la existencia del *paradigma geotecnológico*.

Mas allá de la aproximación hacia la formulación paradigmática nos encontramos en condiciones de definir el tipo de geografía que la debe sustentar. La amplia difusión geotecnológica y su utilización generalizada en actividades de alta valorización contextual han posibilitado la aparición de un sector profesional de usuarios que, independientemente de la disciplina de las cuales provienen, pueden apoyarse en estas tecnologías y "hacer" Geografía; la Geografía que se ha difundido por la inclusión de sus conceptos y métodos en el ambiente computacional para llegar al resto de las ciencias y prácticas sociales mediante procedimientos metodológicos *standard*. De esta forma se llega al surgimiento de un campo teórico y metodológico de aplicación generalizada; la Geografía Global.

6.2.3. La Geografía Global como dinámica centrífuga

Definida esta actual modalidad de abordaje geográfico como *Geografía Global*, es posible analizar sus antecedentes en cuanto a la relación existente entre el término utilizado y su contenido.

El término *Geografía Global* ha sido mencionado inicialmente por Beaugue Garnier (1971) como manifestación metodológica y analítica de una visión tradicional de la Geografía en la cual "el método geográfico apunta a analizar una porción de espacio concreto, esto es investigar todas las formas de relaciones y combinaciones que puedan existir en la totalidad de los elementos posibles, esto es la geografía global, la geografía *tout court*" Por lo tanto, la consideración precedente sólo puede ser tenida en cuenta como antecedente terminológico y no conceptual, ya que mientras el método de síntesis presenta un global *centrípeto*, en el presente estudio llegamos a la determinación de un global *centrífugo* que surge a partir del núcleo e impacta en ámbitos extradisciplinarios.

El sentido de la relación hace que las prácticas científicas se nutran a partir de contar con la posibilidad concreta de incorporar una visión espacial de la realidad que se suma a cada perspectiva de abordaje particular a partir de los desarrollos teóricos y metodológicos incorporados en la geotecnología. En este sentido, el concepto "global" aquí propuesto se ubica de forma completamente opuesta al utilizado a inicios de la década del setenta.

La situación de *explosión disciplinaria* que se manifiesta en la Geografía actual y que cobra evidencia a través de las características específicas de la Geografía Global, se puede considerar el mayor nivel en la madurez alcanzada en la generación de conocimientos dentro del máximo nivel posible en base a los parámetros contextuales vigentes. Se ha producido la simbiosis entre la Geografía y su contexto, es decir, que la esencia de uno llega al grado superior de evolución y comienza a diluirse en el todo. No se afirma aquí que esta sea una *mejor* Geografía que *las* anteriores, simplemente se hace referencia a la alta correspondencia de la Geografía Global con la globalización y las condiciones de la cultura posmoderna y la sociedad posindustrial,

A fines del siglo XIX la Geografía corrió serios riesgos de desaparición a causa de la gran especialización del conocimiento científico [Capítulo 1: 1.1.1], ya que su acervo conceptual permitió que muchas disciplinas denominadas *geográficas* (Baulig, 1985) pudieran definir perfectamente sus propios objetos de estudio y con ello insertarse a través de la ocupación de una posición específica dentro del contexto de las ciencias. Hace aproximadamente un siglo la Geografía atravesó lo que podemos considerar el primer momento de *explosión disciplinaria* aportando conocimientos concretos a otras disciplinas. En la actualidad estamos asistiendo al segundo.

6.3. HACIA LA FORMULACIÓN PARADIGMÁTICA

6.3.1. Ciclos paralelos en la historia del pensamiento geográfico

Como hemos visto a lo largo del trabajo los períodos de *ciencia normal* en Geografía han tenido una extensión de aproximadamente veinte años de duración, es

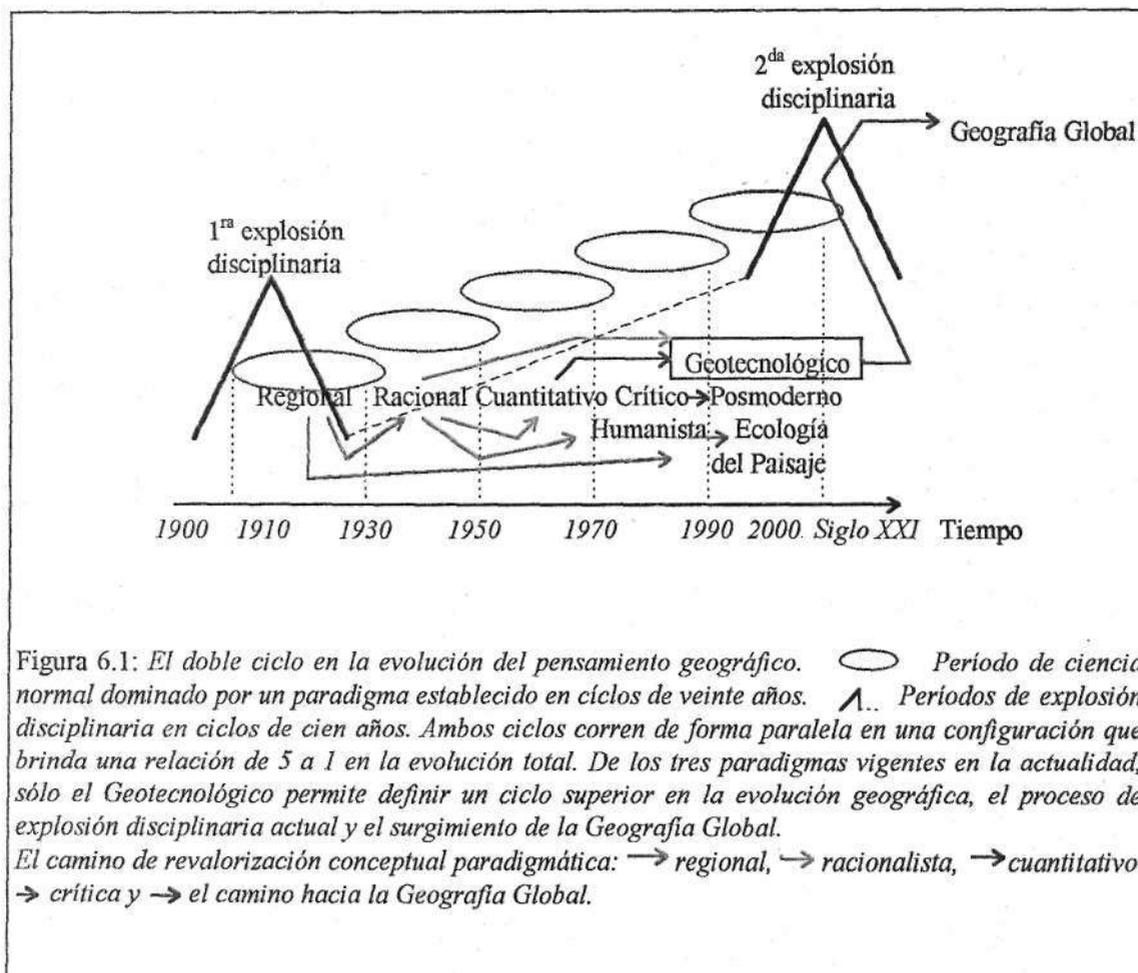
decir, que este lapso de tiempo sería el que podría considerarse como el necesario para vislumbrar la aparición de un nuevo paradigma como perspectiva del análisis geográfico; en la secuencia generalmente aceptada se encuentra el *Paradigma Regional* (última década del siglo XIX y principios del XX), el *Paradigma Racionalista* (finales de la década de 1930), el *Paradigma Cuantitativo* (mediados de la década de 1950), el *Paradigma Crítico* y *Paradigma Humanista* -ambos surgen como corrientes de la *Radical Geography*- (inicios de la década de 1970) y la década del noventa se mantiene expectante ante tres perspectivas de revalorización.

Como se vió, el momento actual presenta tres líneas principales para el abordaje de los fenómenos geográficos. La primera se enmarca en los estudios de *Landscape Ecology* (Naveh, 1982; Naveh y Lieberman, 1984) y a la cual han adherido geógrafos regionalistas, la segunda ha comenzado a denominarse *Postmodern Geography* (Soja, 1989; Harvey, 1989) y atrajo a los geógrafos críticos y humanistas, y la tercera proviene de la *Automated Geography* (Dobson, 1983a, b, 1993) y al estudiar las posibilidades actuales que brinda la tecnología informática incorpora a geógrafos racionalistas y cuantitativos.

Una vez consolidada la situación descrita, cabe considerar un nivel de mayor amplitud en el cual se puede enmarcar la relación de la Geografía con el resto de las disciplinas científicas. En este sentido avanzamos con el concepto de *explosión disciplinaria* a fin de analizar de qué forma nuestra ciencia atraviesa diferentes procesos de expansión a través de los cuales aporta conceptos al resto de las disciplinas y al conocimiento general.

La primera *explosión disciplinaria* de la Geografía se produce a fines del siglo XIX, la Geografía provee objetos de estudios a diversos campos que surgen del gran proceso de especialización y cien años después se produce la segunda *explosión disciplinaria* a fines del siglo XX, la Geografía provee conceptos y procedimientos metodológicos *standard* al resto de las ciencias, el cuerpo teórico que sustenta esta expansión es la *Geografía Global* y el medio concreto que lo permite es el rol que cumple la *Geotecnología*.

Por lo tanto, pueden verificarse dos ciclos en la historia del pensamiento geográfico, uno con oscilaciones de veinte años y de forma paralela un ciclo de mayor amplitud con oscilaciones de un siglo de duración. La Figura 6.1. representa estos dos niveles, y esta diferenciación se convierte en fundamental para responder la tesis de la investigación.



6.3.2. ¿Existe un nuevo paradigma de la Geografía basado en la Geotecnología?

La idea inicial de la investigación fue llegar a una formulación satisfactoria acerca de la aparición de un nuevo paradigma de la Geografía, a la luz del impacto verificado en la disciplina y la nueva forma de ver el mundo real que propone la Geotecnología.

Los conceptos geográficos que sustentan la Geotecnología, los conceptos técnicos utilizados para el tratamiento de la información y los casos de estudio seleccionados muestran claramente que la Geotecnología no puede por si sola conformar un campo para la formulación de teorías e hipótesis de trabajo y solamente podría ser considerado un nuevo paradigma desde el punto de vista de su perspectiva de representación empírica en un nuevo ambiente. En este sentido se presenta como campo difuso. Por lo tanto se puede conceptualizar que la *Geotecnología* se presenta en un primer nivel, principalmente como ambiente para la revalorización paradigmática de las posturas filosóficas que permitieron su sustento: *el Paradigma Racionalista* y el *Paradigma Cuantitativo*.

Por lo tanto la Geotecnología permite un avance como nueva visión paradigmática de la Geografía con características que vislumbran su formulación, y su posición en la disciplina es compartida actualmente con los desarrollos del *Landscape Ecology* y la *Postmodern Geography* que revalorizan -bajo sus mismas perspectivas- a las restantes posturas paradigmáticas ya analizadas.

Sin embargo, el impacto de la Geotecnología en el resto de las disciplinas científicas es notable a tal punto que ha revalorizado la dimensión espacial de forma generalizada incluyendo conceptos geográficos fundamentales que permiten "hacer geografía" a quienes no son geógrafos. En este sentido ha surgido lo que hemos denominado la *Geografía Global*, es decir, la Geografía difundida a través de los medios informáticos.

Esta Geografía Global permite definir una suerte de *explosión disciplinaria* como una expansión irreversible de impacto interdisciplinario. La Geografía ya vivió un proceso similar a fines del siglo pasado cuando se produjo la notable especialización y nuestra ciencia sobrevivió definida como ciencia humana. Por lo tanto, hemos descubierto que sobre los ciclos de veinte años considerados tradicionalmente como saltos revolucionarios en la historia del pensamiento de la disciplina, corre otro ciclo paralelo que se encuentra cumpliendo su segunda fase.

La Geotecnología presenta una nueva forma de ver el mundo. Una nueva forma de ver la realidad que la Geografía le provee al resto de las disciplinas. Bajo estas consideraciones el *Paradigma Geotecnológico* tiene existencia, pero no como paradigma de la Geografía, sino como paradigma Geográfico de alcance interdisciplinario y al servicio total del hombre.

En síntesis, la Geografía explota hacia el resto de las disciplinas a través de la Geografía Global y sus conceptos se incluyen en el interior de la Geotecnología como formadora del Paradigma Geotecnológico, no como un paradigma de la Geografía sino como un paradigma geográfico. En este sentido nuestro punto de partida que constituyó analizar de qué manera nos dirigimos "hacia un nuevo paradigma en los albores del siglo XXI" se ha verificado. No como la idea tradicional de la evolución disciplinaria, sino a través del descubrimiento de un ciclo evolutivo paralelo que ponen a la Geografía en un lugar destacado en el contexto de la actividad científica actual.

6.3.3. Perspectivas futuras

Determinar el rol de la *Geografía Global* y del *Paradigma Geotecnológico* en el nuevo contexto sociocultural y científico-tecnológico, resulta ser una tarea que requiere una permanente construcción.

En estos tiempos de una economía neoliberal generalizada, la *Geografía Global* está proporcionando su potencialidad para que mayor cantidad de *medios intermedios* (técnicas y herramientas) sean aplicados al análisis espacial en la resolución de problemáticas de diferente naturaleza [Capítulo 5], tanto en la administración pública como en la actividad privada.

La gestión política y económica se ha desarrollado en este nivel y también es posible que el nuevo paradigma siga este camino manteniendo una relación estrecha entre Geotecnología y Gestión Socioespacial.

A diferencia del uso de tecnologías generales, la aplicación geotecnológica incluye de forma implícita conceptos geográficos específicos [Capítulo 3] para el abordaje del análisis de los sistemas naturales y su relación con el hombre. Esto la

convierte en la visión con mejores perspectivas para incorporar la variable ambiental al desarrollo, dando mayores posibilidades para volver a plantear una economía en estado estacionario (Daly, 1980) que en la actualidad respete un posmodernismo ecológico (Spretnak, 1992).

En este sentido, se superaría la rigidez del orden moderno y el pesimismo del deconstructivismo posmoderno. Ligado al marco que brinda el actual paradigma científico global [**Capítulo 4**] podrían surgir nuevas escalas de valores y capacidades de auto-organización entre el hombre y su entorno.

Una evolución positiva de la *Geografía Global* y del *Paradigma Geotecnológico* en el próximo siglo no debería basar su accionar en soluciones técnicas, sino que se apreciará como nunca la necesidad de actuar sobre la totalidad del sistema mundo a través de un mayor compromiso ético.

BIBLIOGRAFÍA

Introducción

- Buzai, G. D. 1992. Geoinformática: Teoría y Aplicación. *Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos*. 19:11-17.
- Buzai, G. D. 1996. El rol de la geotecnología en el proceso de transición sociocultural a finales de siglo. *Anais GIS Brasil 96*. (CD-ROM). Sagres Editora. Curitiba.
- Buzai, G. D. 1997. Geoprosesamiento en la Argentina. A una década del comienzo. *Anuario Fator GIS*. Sagres Editora. Curitiba. pp. 51-54.
- Capel, H. 1994. Factores sociales y desarrollo de la ciencia: el papel de las comunidades científicas. *La Geografía Hoy. Textos, historia y documentación*. Suplementos. Serie Monográfica N° 43. Anthropos. Barcelona, pp. 5-18.
- Cohen, I. B. 1989. *Revolución en la Ciencia*. Gedisa. Barcelona.
- Deitel, H. y Deitel, B. 1985. *Computers and Data Processing*. Academic Press. Orlando.
- Dormido, S. y Mellado, M. 1984. *La revolución informática*. Salvat. Madrid.
- Galbraith, J. K. 1995. La era del pragmatismo lúcido. *Lo que vendrá*. Revista del 50° Aniversario de Clarín. Buenos Aires, pp. 8-11.
- Guevara, J. A. 1996. New technological forces that will shape the evolution of GIS; the Geotechnology paradigm. *GIS Brasil 97*. Palestra. Curitiba.
- ITC. 1991. *Geoinformatics. Programme of Courses*. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. International Training Center. Enchede.
- Marble, D. 1990. Geographic Information Systems: An Overview. En: D. Peuquet; D. Marble (Eds.) *Introductory readings in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. London. pp. 8-17.
- Nemeth Baumgartner, A. 1994. *Macrometanoia. Un nuevo orden, una nueva civilización*. Sudamericana. Santiago.

Capítulo I

- Ackerman, A. E. 1958. *Geography as a fundamental research discipline*. Research Paper N° 58. Department of Geography. University of Chicago. Chicago.
- AME. 1984. *L'Ecole de Chicago. Naissance de l'ecologie urbaine*. Aubier Montaigne Edition, París.
- Armstrong, M. P. 1993. On Automated Geography. *The Professional Geographer*. 45(4):440-442.
- Barán, P. A. 1957. *Political Economy of Growth*. Monthly Review Press. New York. (Trad. español: La economía política del crecimiento. FCE. México. 1964).
- Barán, P. A.; Sweezy, P. M. 1968. *Monopoly Capital: An essay on the american economic and social order*. Monthly Review Press. New York. (Trad. español: El capital monopolista. Siglo XXI México 1968).

- Barrows, H. H. 1923. Geography as human ecology. *Annals of the Association of American Geographers*. 13 (1):1-14.
- Baulig, H. 1985. A Geografia é uma ciencia?. En: A. Christofolletti (Org.) *Perspectivas da Geografia*. Difel. Sao Paulo, pp. 59-70 (Traducción del artículo original de 1948: La Geographie est-elle une Science? Annales de Geographie. 57 (305): 1-11).
- Barrios, S. 1976. *Sobre la construcción social del espacio*. CENDES. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Barrios, S. 1977. Political practice and space. *Antipode*. 9 (1):3-14.
- Berry, B. J. L. 1964. Approaches to Regional Analysis: A Synthesis. *Annals of the Association of American Geographers*. 54:2-11.
- Berry, B. J. L.; Kasarda, J. D. 1977. *Contemporary urban ecology*. MacMillan, London.
- Berry, B. J. L.; Rees, Ph. 1969. The Factorial Ecology of Calcutta. *The American Journal of Sociology*. 74(5).
- Berry, B. J. L.; Marble, D. (Eds.). 1968. *Spatial Analysis: A reader in statistical Geography*. Englewood Cleef's-Prentice Hall. New York.
- Boido, G. 1996. *Noticias del Planeta Tierra. Galileo Galilei y la revolución científica*. AZ. Buenos Aires.
- Bolsi, A. S. C. 1990-91. Evolución del pensamiento geográfico argentino. *Anales de la Academia Nacional de Geografía*. 14-15:155-183.
- Bunge, W. 1962. *Theoretical Geography*. Lund Studies in Geography. Ser. C. General and Mathematical Geography N° 1. The Royal University of Lund. C. W. K.Gleerup Publishers. Lund.
- Bunge, W. 1966. *Appendix to Theoretical Geography*. Lund Studies in Geography. Ser. C. General and Mathematical Geography N° 6. The Royal University of Lund. C. W. K.Gleerup Publishers. Lund.
- Bunge, W. 1959. *The first years of the Detroit Geographical Expedition: a personal report*. Field Notes. Discussion Paper N° 1. York University. Toronto.
- Bunge, W.; Bordessa, R. 1975. *The canadian alternative: Survival, expeditions and urban change*. York University. Toronto.
- Burgess, E.W. 1925. The growth of the city: an introduction to a research project. En: R. E. Park; E. W. Burgess (Eds.) *The City*. Chicago University Press. Chicago.
- Burton, I. 1963. The quantitative revolution and theoretical geography. *The Canadian Geographer*. 7 (2): 151-162. (Trad. portugués: A revolução quantitativa e a geografia teórica. Boletim Carioca de Geografia. 22:1-30. 1971).
- Buttimer, A. 1974. *Values in Geography*. Resource Paper N° 24. Commission on College Geography. Association of American Geographers. Washington.
- Buttimer, A. 1983. Theory, Ryoanji and the Place Pompidou. *Geographical Analysis*. 14:340-346.
- Buzai, G. D. 1990. Un SIG no sólo es tecnología. *Simposio Argentino sobre Sistemas de Información Geográfica 1990. Publicación*. Instituto Geográfico Militar. Buenos Aires, pp. 5-6.

- Buzai, G. D. 1992. Geoinformática: Teoría y Aplicación. *Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos*. 19: 11-17.
- Buzai, G.D. 1994. Mundo real, modelo conceptual y modelo digital: Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ante los procesos conceptuales de transformación. *Contribuciones Científicas - Anales del 55 Congreso Nacional de Geografía*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Rosario, pp. 52-55.
- Buzai, G.D. 1997a. Geoprocesamiento en la Argentina. A una década del comienzo. *Anuario Fator GIS* 97. 1:51-54.
- Buzai, G.D. 1997b. Geoinformática. Panorama de una nueva disciplina científico-tecnológica. *CADXPRESS*. 4(37);62-64.
- Buzai, G.D.; Duran, D. 1994. La Geografía en el laboratorio de informática. *Novedades Educativas*. 48-49:54-56.
- Buzai, G.D.; Duran, D. 1997. *Enseñar e investigar con Sistemas de Información Geográfica*. Troquel. Buenos Aires.
- Buzai, G.D.; Lemarchand, G.A.; Schuschny, A. 1998. *Aplicación de la geometría fractal para el estudio del Medio Ambiente*. Informe Técnico. Programa de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. CEA-UBA. Buenos Aires.
- Buzai, G.D.; Sánchez, D.C. 1998. *Análisis regional y métodos geoestadísticos de regionalización*. Informe Técnico. Programa de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. CEA-UBA. Buenos Aires.
- Capel, H. 1983. *Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea*. Barcanova. Barcelona.
- Capel, H. 1994. Factores sociales y desarrollo de la ciencia: el papel de las comunidades científicas. *La Geografía Hoy. Textos, historia y documentación*. Suplementos. Serie Monográfica N° 43. Anthropos. Barcelona, pp. 5-18.
- Castells, M. 1970. Structures sociales et processus d'urbanization. *Annales de Economie, Sociétés et Civilizations*. 25:1155-1199,
- Castells, M. 1971. *Problemas de investigación en sociología urbana*. Siglo XXI. Madrid.
- Castells, M. 1972. *La question urbaine*. Maspero, París. (Trad. español: La cuestión urbana. Siglo XXI. Madrid. 1974),
- Chalmers, A. F. 1988. *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Siglo veintiuno. Buenos Aires.
- Chorley, R. J. (Ed.) 1973. *Directions in Geography*. Methuen. London.
- Chorley, R. J.; Haggett, P. (Eds.) 1967. *Models in Geography*. Methuen. London. (Trad. español: La Geografía y los modelos socioeconómicos. IEAL. Madrid. 1971).
- Christaller, W. 1933. *Die Zentralen Orte in Süddeuschland* Jena. (Trad. inglés: (C. W. Baskin) Central Places in Southern Germany. Englewood Cliffs-Prentice Hall. New York. 1966),
- Christofoletti, A. 1976. As características da nova Geografia. *Geografia*. 1(1):3-33.
- Christofoletti, A. 1979. *Análise de Sistemas em Geografia*. Hucitec. Sao Paulo.
- Christofoletti, A. (Org.). 1985. *Perspectivas da Geografia*. Difel. Sao Paulo

- Christofoletti, A. 1998. *Perspectivas para o estudo de sistemas no-lineais e auto-organizacao em sistemas geomorfológicos*. Relatório Técnico. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro.
- Cintra, J. P. 1990. Modelos Digitais do Terreno. *Geoprocessamento - Anais I Simposio Brasileiro de Geoprocessamento*. Escola Politécnica. Universidade de Sao Paulo, pp. 53-65.
- Cole, J. P.; King, C. A. M. 1968. *Quantitative Geography*. John Wiley and Sons. Glasgow.
- Cowen, D. J. 1983. Automated Geography and the DIDS (Decision Information Display System) Experiment. *The Professional Geographer*. 35 (3): 339-340.
- Cromley, R. G. 1983. Automated Geography; Some Problems and Pitfalls. *The Professional Geographer*. 35 (3): 340-341.
- Cromley, R. G. 1992. Principal axis line simplification. *Computers & Geosciences*. 18 (8): 1003-1011.
- Cromley, R. G. 1993. Automated Geography Ten Years Later. *The Professional Geographer*. 45 (4): 442-443.
- Crósta, A. 1992. *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Unicamp. Campinas.
- d'Alegre, J. C. L.; Goodchild, M. F. 1993. Digitalizacao e simplificacao de linhas. *Anais IV Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Informacao Geográfica e 2do. Simposio Brasileiro de Geoprocessamento*. Escola Politécnica. Universidade de Sao Paulo, pp. 17-25.
- Dear, M. 1988. The postmodern challenge: reconstructing human geography. *Transaction of the Institute of British Geographers*. 13: 262 y 274.
- Demangeon, A. 1952. *Problèmes de Géographie Humaine*. Armand Colin. París. (Traducción al español: Problemas de la Geografía Humana. Omega. Barcelona. 1956).
- Dickinson, E. 1969. *The Makers of Modern Geography*. Routledge and Kegan Paul. London.
- Dobson, J. E. 1983a. Automated geography. *The Professional Geographer*. 35 (2): 135-143.
- Dobson, J. E. 1983b. Reply to Comments on "Automated Geography". *The Professional Geographer*. 35 (3): 349-353.
- Dobson, J. E. 1993. The Geographic Revolution: A Retrospective on the Age of Automated Geography. *The Professional Geographer*. 45 (4): 431-439
- Dollfus, O. 1978. *El análisis geográfico*. Oikos-tau. Barcelona.
- Emmanuel, A. 1972. *Unequal Exchange*. New York. (Trad. español: El intercambio desigual. Siglo XXI. Madrid. 1973).
- Estes, J. E. 1992. Remote Sensing and GIS integration: research, needs, status and trends *ITC Journal* 1: 2-10.
- Estrabón. 1980. *Geografía Prolegómenos*. Aguilar. Madrid. (Traducción de la publicación original, circa año 0).
- Eyre, S.R. 1964, Determinism and the ecological approach to geography. *Geography*. 49: 369-376.
- Figueiras, R. 1977. (Org.) *Geografía, ciencia humana*. Centro Editor de América Latina. Buenos Aires.
- Forman, R. T.; Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons. New York.

- Frank, A. G. 1969. *Capitalism and underdevelopment in Latin America*. New York. (Trad. español: Capitalismo y subdesarrollo en América Latina. Siglo XXI. Buenos Aires. 1974).
- Gardner, H. 1983. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Inteligences*. Basic Books. New York.
- Garrison, W. (Ed.) 1968. *Quantitative Geography*. Northwestern Studies in Geography. Evanston.
- Garrison, W.; Marble, D. (Eds.), 1967. *Quantitative Geography*. Northwestern Studies in Geography. Evanston.
- Gold, C. M.; Edwards, G. 1992. The Voronoi spatial model: two and tree-dimensional applications in image analysis. *ITC Journal*. 1: 11 -19.
- Goodchild, M. F. 1992. Geographical information sciences. *International Journal of Geographic Information Systems*. 6 (1): 31-45.
- Goodchild, M. F. 1993. Ten Years Ahead: Dobson's Automated Geography in 1993. *The Professional Geographer*. 45 (4): 444-446.
- Goodchild, M. F. 1995. Geographic Information Systems and Geographic Research. En: J. Pickles (Ed.) *Ground Truth*. The Guilford Press. New York. pp. 31-50.
- Goodchild, M. F.; Sucharita, G. 1989. *Accuracy of Spatial Databases*. Taylor & Francis. London.
- Goss, J. 1995. Marketing the New Marketing. En: J. Pickles (Ed.) *Ground Truth*. The Guilford Press. New York pp. 130-170.
- Gottdiener, M. 1988. *The Social Production of urban Space*. University of Texas Press. Austin.
- Gould, P. 1970. Computers and spatial analysis: extensions of geographic research. *Geoforum*. 1: 53-69.
- Gould, P. 1972 On Mental Maps. En: P. English; R. Mayfield (Eds.). *Man, Space and Environment*. Oxford University Press. New York. pp. 260-282.
- Gould, P. 1975. *People in Information Space: The Mental Maps and Information Surfaces of Sweden*. Human Geography N° 42. Lund Studies in Geography. Lund.
- Graham, L. A.; Galison. Ch. 1996. Image Processing Under Windows NT. A Comparative Review. *GIS World*. 9 (9): 36-44.
- Groot, R. 1992. Management aspects of the introduction of spatial information (SI) technology in mapping organizations. *ITC Journal*. 4: 353-358.
- Groot, R. 1993. Making information technology work. *ITC Journal*. 1: 228-235.
- Hägerstrand, T. 1967. The computers and the geographers. *Transaction of the Institute of British Geographers*. 15(4): 497-507.
- Haggett, P. 1965. *Locational Analysis in Human Geography*. Edward Arnold. London. (Trad. español: Análisis Locacional en Geografía Humana. Gustavo Gili. Barcelona. 1977)
- Haggett, P. 1969. On geographical research in a computer environment. *The Geographical Journal*. 135(4): 497-507.
- Haggett, P. 1972. *Geography: A modern synthesis*. Harper & Row. New York. (Trad. español: Geografía. Una síntesis moderna. Omega. Barcelona. 1988).

- Haggett, P. 1977. *Midterm Futures for Geography*. Publications in Geography N° 16. Monash University. Melbourne.
- Harris, C. D.; Ullman, E. L. 1945. The nature of cities. *Annals of the American Academy of Political and Social Sciences*. 242: 7-17.
- Hartshorne, R. 1939. The Nature of Geography: A critical survey of current thought in the light of the past. *Annals of the Association of American Geographers*. 29: 173-658.
- Hartshorne, R. 1958. The concept of Geography as a science of space, from Kant and Humboldt to Hettner. *Annals of the Association of American Geographers*. 47 (2): 97-108.
- Hartshorne, R. 1959. *Perspectives on the Nature of Geography*. Rand McMillan. Chicago. (Trad. portugués: Propósitos y Natureza da Geografia. Hucitec. Sao Paulo. 1978).
- Harvey, D. 1969. *Explanation in Geography*. Edward Arnold. London. (Trad. español: Teorías, leyes y modelos en geografía. Alianza. Madrid. 1983).
- Harvey, D. 1972. Revolutionary and counter revolutionary theory in geography and problem of ghetto formation. *Antipode*. 6 (2): 1-13.
- Harvey, D. 1973. *Social Justice and the City*. Edward Arnold. London. (Trad. español: Urbanismo y Desigualdad Social. Siglo XXI. 1977)
- Harvey, D. 1975. The Geography of capitalist accumulation: A reconstruction of the Marxian theory. *Antipode*. 7(2):9-21.
- Harvey, D. 1989. *The Condition of Postmodernist. An Enquiry into the Origins of Cultural Change*. Basil Blackwell. Oxford.
- Herring, T. A. 1996. El sistema global de posicionamiento. *Investigación y Ciencia*. Abril: 12-19.
- Hettner, A, 1927. *Die Geographie, ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methode*. Ferdinand Hirt. Breslau. (Trad. español (capítulo): La esencia y función de la Geografía. En: Randle, 1984).
- Horvath, R. 1971. The "Detroit Geographical Expedition and Institute" experience. *Antipode*. 3 (1): 73-85.
- Hoyt, H. 1939. *The structure and growth of residential neighborhoods in American cities*. Federal Housing Administration. Washington.
- Jamilla, S.; August, P. 1996. Capture Digital Imagery for Your GIS. *GIS World*. 9 (9): 50-51.
- Johnson, R. A.; Wichern, D.W. 1992. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Simon & Schuster. New Jersey.
- Johnston, R.J. 1991. *Geography and geographers: Anglo-American human geography since 1945*. Edward Arnold. London, (hay traducción al portugués. Difel. Sao Paulo).
- Kellerman, A. 1983. Automated Geography: What Are the Real Challenges? *The Professional Geographer*. 35 (3): 342-343.
- Koolen, E. 1997. GIS para todos los gustos. *CADXPRESS*. 4 (34): 22-27.
- Kumler, M.P. 1995. *An Intensive Comparison of Triangulated Irregular Networks (TINs) and Digital Elevation Models (DEMs)*. University of Toronto Press. Toronto.

- Lösch, A. 1939. *Die räumliche Ordnung der Wirtschaft*. Jena. (Trad. inglés: (W. H. Woglom). *The Economics of Location*. Yale University Press. New Haven. 1954).
- Kao, R. C. 1963. The use of computers in the processing and analysis of geographic information. *The Geographical Review*. 53: 530-547.
- King, L. C. 1969. *Statistical in Geography*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Kosik, K. 1967. *Dialéctica de lo concreto*. Grijalbo. México.
- Kraak, M. J. 1992. Working with triangulation-based spatial data in 3D space. *ITC Journal*. 1: 20-24.
- Lacoste, Y. 1972. La Géographie. En: F. Chatelet (Dir.) *La Philosophie des sciences sociales*. Tomo 7 de *Historie de la Philosophie*. Hachette. París. (Trad. portugués: *Filosofia das Ciências Sociais*. Zahar. Rio de Janeiro. 1978)
- Lacoste, Y. 1973. *La géographie, ça sert d'abord a faire la guerre*. Petit Collection Maspero. París. (Trad. español: *La Geografía: Un arma para la guerra*. Anagrama, Barcelona. 1977).
- Lefebvre, H. 1968. *Le droit à la ville*. Anthropos. París. (Trad. español: *El derecho a la ciudad*. Colección Historia/Ciencia/Sociedad N° 44. Península. Barcelona. 1978).
- Lefebvre, H. 1970a. *Du rural à l'urbain*. Anthropos. París. (Trad. español: *De lo rural a lo urbano*. Colección Historia/Ciencia/Sociedad N° 79. Península. Barcelona, 1973).
- Lefebvre, H. 1970b. *La révolution urbaine*. Gallimard. París. (Trad. español: *La revolución urbana*. Alianza. Madrid. 1972).
- Lefebvre, H. 1972. *La Pensée marxiste et la ville*. Casterman. París.
- Leick, A. 1995. *GPS Satellite Surveying*. John Wiley & Sons. New York.
- Letherdale, J. 1992. Prospects for mapping and spatial information management in developing countries. *ITC Journal*. 4: 343-347.
- Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons. New York.
- Luxemburg, R. 1951. *The accumulation of capital*. London. (Trad. español: *La acumulación del capital*. Grijalbo). México. 1967).
- Lynch, K. 1964. *The Image of the City*. MIT Press. Cambridge.
- Manley, G. 1966. A New Geography. *The Guardian*. March 17th.
- Marble, D. F.; Peuquet, D. J. 1983. The Computer and Geography: Some Methodological Comments. *The Professional Geographer*. 35 (3): 343-344.
- Marble, D. F.; Peuquet, D. J. 1993. The Computer and Geography: Ten Years Later. *The Professional Geographer*. 45 (4): 446-448
- McMaster, R. B. 1987. Automated line generalization. *Cartographica*. 24 (2); 74-111.
- McMaster, R. B.; Shea, K. S. 1992. *Generalization in Digital Cartography*. Association of American Geographers. Washington.

- Mello, H. M. C. F.; Cintra, J. P, 1993. Erros associados a digitalizacao de mapas. *Anais IV Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Informacao Geográfica e 2do. Simposio Brasileiro de Geoprocessamento*. Escola Politécnica. Universidade de Sao Paulo, pp. 30-46.
- Meentemeyer, V.; Box, E. O. 1987. Scale Effects in Landscape Studies. En; M. G. Turner (Ed.). *Landscape Heterogeneity and Disturbance*. Springer-Verlag, New York. pp. 15-34.
- Moellering, H.; Stetzer, F. 1983. A Comment on Automated Geography. *The Professional Geographer*. 35 (3): 345-346.
- Monmonier, M. 1983. Comments on "Automated Geography". *The Professional Geographer*. 35 (3): 346-347,
- Monmonier, M. 1993. What a Friend We Have in GIS. *The Professional Geographer*. 45 (4): 448-450.
- Moraes, A. C. R. 1987. *Geografia. Pequena História Crítica*. Hucitec. São Paulo.
- Morrison, J. L. 1983. Automated Geography: Challenges to Academic Geography. *The Professional Geographer*. 35 (3): 348.
- Naveh, Z. 1982. Landscape ecology as an emerging branch of human ecosystem science. *Advanced Ecological Resources*. 12: 189-247.
- Naveh, Z.; Lieberman. A. S. 1984. *Landscape Ecology: Theory and Applications*. Springer-Verlag. New York.
- NCGIA. 1989. The research plan of the National Center for Geographic Information and Analysis. *International Journal of Geographic Information Systems*. 3 (2): 117-136.
- Newton, N. T. 1971. *Design on the Land: The Development of Landscape Architecture*. The Belknap Press - Harvard University Press. Cambridge.
- Peet, R. 1969. A new left Geography. *Antipode*. 1 (1): 3-15.
- Peet, R. 1975. Inequality and poverty; a Marxist geography theory. *Annals of the Association of American Geographers*. 65 (4): 564-571.
- Peet, R. 1977a. The development of radical geography in the United States. *Progress in Human Geography*. 1 (2): 240-263.
- Peet, R. (Ed.) 1977b. *Radical Geography. Alternative viewpoints on contemporary social issues*. Methuen. London.
- Pickles, J. 1991. Geography, GIS and the surveillant society. *Papers and Proceedings of Applied Geography Conferences*. 14;80-91.
- Pickles, J. 1993. Discourse on Method and the History of Discipline; Reflections on Dobson's 1983 Automated Geography. *The Professional Geographer*. 45 (4): 451-455
- Pickles, J. (Ed.) 1995a. *Ground Truth*. The Guilford Press. New York.
- Pickles, J. 1995b. Representations in an Electronic Age. Geography, GIS and Democracy. En: J. Pickles (Ed.). *Ground Truth*. The Guilford Press. New York. pp. 1-30.
- Poiker, T.K. 1983. The Shining Armor of the White Knight. *The Professional Geographer*. 35 (3): 348-349.

- Posey, A. S. 1993. Automated Geography and the Next Generation. *The Professional Geographer*. 45 (4): 455-456.
- Price, M.; Heywood, Y. 1994. *Mountain environments and Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. London.
- Price, M.; Lewis, M. 1993. The reinvention of cultural geography. *Annals of the Association of American Geographers*. 83(1): 1-17.
- Quintanilha, J. A. 1995. Entrada e conversao de dados: processos de construcao de bases digitais de dados espaciais. *III Simposio Brasileiro de Geoprocessamento*. Escola Politécnica, Universidade de Sao Paulo, pp. 29-58.
- Raisz, E. 1974. *Cartografía General*. Omega. Barcelona.
- Randle, P.H. (Ed.). 1984. *Teoría de la Geografía*. Gaea-Oikos. Buenos Aires.
- Raper, J. (Ed.) 1989. *Three Dimensional Applications in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. London.
- Ratzel, F. 1882. *Anthropogeographie. vol. I: Grundzüge der Anwendung der Geographie auf die Geschichte*. Engelhorn. Stuttgart. (Trad. italiana: *Geografia dell'Uomo. Principi d'applicazione della scienza geografica alla storia*. Fratelli Bocca. Turín. 1914).
- Ratzel, R. 1891. *Anthropogeographie. vol. II: Die Geographische Verbreitung des Menschen*. Engelhorn. Stuttgart.
- Relph, E. 1970. An inquiry into the relations between phenomenology and geography. *Annals of the Association of American Geographers*. 14 (3): 193-201.
- Relph, E. 1976. *Place and Placelessness*. Pion. London.
- Rey Balmaceda, R. C. 1972. *Geografía Regional. Teoría y Aplicación*. Estrada. Buenos Aires.
- Risser, P. G. 1987. Landscape Ecology: State of the Art. En: M. G. Turner (Ed.). *Landscape Heterogeneity and Disturbance*. Springer Verlag. New York. pp. 3-14.
- Risser, P. G.; Karr, J. R.; Forman, R. T. T. 1984. *Landscape Ecology: Directions and Approaches*. Illinois Natural History Survey Special Publication N° 2. Illinois.
- Rodrigues, M. 1990. Introducao ao Geoprocessamento. *Geoprocessamento - Anais I Simposio Brasileiro de Geoprocessamento*. Escola Politécnica. Universidade de Sao Paulo, pp. 1-26.
- Rodrigues, M. 1994. A modelagem de dados espaciais. *Fator GIS*. 2 (5) 39:40.
- Sack, R. D. 1989. The Nature, in light of the present. En: J. N. Entrikin; S. D. Brunn (Eds.). *Reflections on Richard Hartshorne's The Nature of Geography*. Association of American Geographers. Washington. pp. 141-162.
- Sagres Editora. 1997. Si, nosotros tenemos Geoprocessamento. *Fator GIS*. 3 (9): 11-14.
- Sammarco Rosa, F. 1994. Novas tecnologías em Cartografía Assistida por Computador. *Anais 5º Congresso Brasileiro de Geógrafos*. Associacao dos Geógrafos Brasileiros. Curitiba. 1: 281-288.
- Sánchez, D.C. 1994. El análisis geográfico en la Argentina. *Boletín de GAEA*. 112: 11-24.
- Santos, M. 1974. Geography, Marxism and underdevelopment. *Antipode*. 6 (3): 1-9.

- Santos, M. 1975. Space and domination. A marxist approach. *International Journal of Social Sciences*. 27-2.
- Santos, M, 1978. *Por una geografía nova*. Edusp-Hucitec. Sao Paulo.
- Santos, J. M.; Muguruza, C. (1988) Microordenadores y análisis estadístico en Geografía. En: J. Bosque Sendra et al. *Aplicaciones de la informática a la geografía y ciencias sociales*. Síntesis. Madrid, pp. 141-182
- Sauer, C. O. 1925. *The morphology of landscape*. Publications in Geography N° 2. University of California. Berkeley. pp. 19-53.
- Sauer, C. O. 1927. Recent Development in Cultural Geography. En: E. C. Hayes (Ed.). *Recent Development in the Social Sciences*. Lippincott. New York. pp. 154-212.
- Sauer, C. O. 1962. Cultural Geography. En: Ph. L. Wagner; M. W. Mikesell (Eds.). *Readings in Cultural Geography*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Sauer, C.O. 1963. Seashore - Primitive Home of Man?. En: J. Leighly (Ed.). *Land and Life*. University of California Press. Berkeley.
- Schaefer, F. 1953. Excepcionalism in Geography: A methodological examination. *Annals of the Association of American Geographers*. XLIII: 226-229. (Trad. español: (H. Capel) Excepcionalismo en Geografía. Ediciones de la Universidad de Barcelona. 1970. y en Randle, 1984).
- Schnorre, L.F. 1961. Geography and Human Ecology. *Economic Geography*. 31:207-117.
- Sheppard, E. 1993. Automated Geography: What Kind of Geography for What Kind of Society. *The Professional Geographer*. 45 (4): 457-460.
- Sodré, N. W. 1977. *Introdução à Geografia. Geografia e Ideologia*. Vozes. Petrópolis.
- Soja, E. 1989. *Postmodern geographies: the reassertion of space in critical social theory*. Verso. London.
- Stoddart, D. R. 1966. Darwin's impact on Geography. *Annals of the Association of American Geographers*. 56 (4): 683-698.
- Strauss, A. L. 1961. *Images of the American City*. Free Press. New York.
- Taylor, P. J.; Johnston, R. J. 1995. Geographic Information Systems and Geography. En: J. Pickles (Ed.) *Ground Truth*. The Guilford Press. New York. pp. 51 -67.
- Teixeira, A. L. A.; Gerardi, A. L. O. 1990. Cartografía Asistida por Computador. *Boletín de Estudios Geográficos*. XXIV (86): 83-99.
- Tobler, W. R. 1959. Automatization and Geography. *Geographical Review*. 49: 526-534.
- Tomlin, C. D. 1983. *Digital Cartographic Modeling Techniques in Environmental Planning*. PhD Dissertation. Yale University.
- Tomlin, C. D. 1990. *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey.
- Tomlinson, R. F. 1990. Geographic Information Systems - a new frontier. En: D. Peuquet; D. Marble (Eds.). *Introductory readings in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. London. pp. 18-29.

- Topalov, Ch. 1989. Hacer la historia de la investigación urbana: la experiencia francesa desde 1965. En: J. L. Coraggio (Ed.). *La investigación urbana en América Latina*. Ciudad. Quito, pp. 137-174.
- Tuan, Yi-Fu. 1965. Environment and World. *The Professional Geographer*. 17: 6-8.
- Tuan, Yi-Fu. 1967. Attitudes toward Environment: Themes and Approaches. En: D. Lowenthal (Ed.). *Environmental Perception and Behavior*. Research Paper N° 109. University of Chicago, pp. 4-17.
- Tuan, Yi-Fu. 1968. Discrepancies between environmental attitude and behaviour: Examples from Europe and China. *The Canadian Geographer*. 12: 176-191.
- Tuan, Yi-Fu. 1971. Geography, Phenomenology and the Study of Urban Nature. *The Canadian Geographer*. 15 (3): 181-192.
- Tuan, Yi-Fu. 1973. Ambiguity in attitudes toward environment. *Annals of the Association of American Geographers*. 63: 411-423.
- Tuan, Yi-Fu. 1974a. *Topophilia: a study of environmental perception, attitudes, and values*, Prentice Hall. Englenwood Cliffs. New Jersey. (Trad. portugués: Topofilia. Um estudo da percepcao, atitudes e valores do meio ambiente. Difel. Sao Paulo. 1980).
- Tuan, Yi-Fu. 1974b. Space and place: a humanistic perspective. *Progress in Geography*. 6: 213-252.
- Tuan, Yi-Fu. 1976. Humanistic Geography. *Annals of the Association of American Geographers*. 66 (2): 266-276.
- Tuan, Yi-Fu. 1980. *Landscapes of Fear*. Pantheon. New York.
- Varenio, B. 1974. *Geografía General en la que se explican las propiedades generales de la Tierra*. Ediciones de la Universidad de Barcelona. (Traducción de la publicación original en latín por José María R. Prieto, realizada en Leyden, en el año 1650).
- Vidal de la Blache, P. 1898. La Géographie politique. A propos des écrits de M. Frédéric Ratzel. *Anales de Géographie*. 7 (32): 219-240.
- Vidal de la Blache, P. 1903. La géographie humaine ses rapoorts avec la géographie de la vie. *Revue de Synthèse historique*. VII: 219-240.
- Vidal de la Blache, P. 1911. Les genres de vie dans la géographie humaine. *Anales de Géographie*. 20: 193-212; 289-304.
- Vidal de la Blache, P. 1913. Des caracteres distinctifs de la Géographie. *Anales de Géographie*. 22 (124): 289-299. (Traducido al español en Figueira, 1977 y Randle, 1984 y al portugués en Christofolletti, 1985).
- Von Thünen, H. 1826. *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*. Rostok. (Trad. inglés: (P. Hall) The Isolated State. Pergamon Press. Oxford. 1966).
- Weber, A. 1909. *Über den Standort der Industrien*. Tubingem. (Trad. inglés; (C. J. Friedrich) Theory of the location of industries. Chicago. 1929).
- Windelban, W. 1970. *Historia general de la filosofía*. El Ateneo. Barcelona. (Traducción del alemán por F. Larroyo, edición de 1891).
- Zamorano de Montiel, G. 1994. *Geografía Regional. Paisajes y clasificaciones*. Ceyne. Buenos Aires.

Capítulo 2

- Agassi, J. 1963. *Towards an Historiography of Science*. Mouton. Gravenhage.
- Boido, G. 1993. La polémica sobre el enroque *Whig* en la historia de la ciencia. *Análisis Filosófico*. XII:123-132.
- Boido, G. 1996. *Noticias del Planeta Tierra. Galileo Galilei y la revolución científica*. AZ. Buenos Aires.
- Bunge, W. 1962. *Theoretical Geography*. Lund Studies in Geography. Ser. C. General and Mathematical Geography N°. 1. The Royal University of Lund. C. W. K. Gleerup Publishers. Lund.
- Bunge, W. 1966. *Appendix to Theoretical Geography*. Lund Studies in Geography. Ser. C. General and Mathematical Geography N°. 6. The Royal University of Lund. C. W. K. Gleerup Publishers. Lund.
- Butterfield, H. 1949. *The origin of modern science, 1300-1800*. McMillan. New York.
- Butterfield, H. 1951. *The Whig Interpretation of History*. Charles Scribner's Sons. New York.
- Butterfield, H. 1960. The Scientific Revolution. *Scientific American*. 203 (3): 173-192.
- Capel, H. 1983. *Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea*. Barcanova. Barcelona.
- Capel, H. 1994. Factores sociales y desarrollo de la ciencia: el papel de las comunidades científicas. *La Geografía Hoy. Textos, historia y documentación*. Suplementos. Serie Monográfica N° 43. Anthropos. Barcelona, pp. 5-18.
- Christofoletti, A. (Org.) 1985. *Perspectivas da Geografia*. Difel. Sao Paulo.
- Claval, P. 1981. *Evolución de la Geografía Humana*. Oikos-tau. Barcelona.
- Cohen, H.F. 1994. *The Scientific Revolution. Historiographical Inquiry*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Cohen, I. B. 1989. *Revolución en la Ciencia*. Gedisa. Barcelona.
- Dolby, R. G. A. 1977. The transmission of science. *History of Science*. 15: 1-43.
- García Font, J. 1973. *Historia de la Ciencia*. Danae. Barcelona.
- García Ramón, M. D. 1985. *Teoría y Método en la Geografía Humana Anglosajona*. Ariel. Barcelona.
- Gómez Mendoza, J.; Muñoz Jiménez, J.; Ortega Cantero, N. 1982. *El pensamiento geográfico*. Alianza. Madrid.
- Haggett, P.; Chorley, R. 1967. Models, Paradigms and the New Geography. En: R. Chorley; P. Haggett (Eds.) *Integrated Models in Geography*. Methuen. London. (Capítulo en español en: *La Geografía y los modelos socioeconómicos*. IEAL. Madrid. 1971).
- Hall, A.R. 1954. *Ballistics in the seventeenth century*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Hartshorne, R. 1939. The Nature of Geography: A critical survey of current thought in the light of the past. *Annals of the Association of American Geographers*. 29: 173-658.

- Heisenberg, W. 1971. *Physics and Beyond: encounters and conversations*. Harper & Row, London.
- Hettner, A. 1927, *Die Geographie, ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methode*. Ferdinand Hirt. Breslau. (Trad. español (capítulo): La esencia y función de la Geografía. En: Randle, 1984).
- Hoyle, F. 1976. *De Stonehenge a la Cosmología Contemporánea. Nicolás Copérnico*. Alianza. Madrid.
- Karney, H. 1970. *Orígenes de la ciencia moderna (1500-1700)*. Guadarrama. Madrid.
- Klimovsky, G. 1995. *Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la Epistemología*. AZ. Buenos Aires.
- Kragh, H. 1987. *An introduction to historiography of science*. Cambridge University Press. Cambridge. (Trad. español: Introducción a la historia de la ciencia. Crítica. Barcelona. 1989).
- Kuhn, T. S. 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press. Chicago. (Traducción español: La Estructura de las Revoluciones Científicas. Fondo de Cultura Económica. México. 1993. Décima reimpresión).
- Kuhn, T. S. 1970a. Postscript: 1969. En: Kuhn, T.S. *The Structure of Scientific Revolutions*. (2da. Edición). The University of Chicago Press. Chicago. (Traducción español: La Estructura de las Revoluciones Científicas. Fondo de Cultura Económica. México. 1993. Décima reimpresión).
- Kuhn, T. S. 1970b. Reply to My Critics. En: I. Lakatos; A. Musgrave (Eds.) *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press. Cambridge. (Trad. español: La crítica y el desarrollo del conocimiento. Grijalbo. Barcelona. 1975).
- Kuhn, T. S. 1977. *The Essential Tension*. The University of Chicago Press. Chicago. (Trad. español: La tensión esencial. Fondo de Cultura Económica. México. 1987).
- Kuhn, T. S. 1987. Conmensurabilidad, comparabilidad y comunicabilidad. En: T. S. Kuhn. *¿Que son las Revoluciones Científicas y otros ensayos?*. Paidós. Barcelona.
- Lakatos, I. 1975. La falsación y la metodología de los programas de investigación científica. En: I. Lakatos y A. Musgrave (Eds.). *La crítica y el desarrollo del conocimiento*. Grijalbo. Barcelona.
- Lakatos, I. 1983. *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza. Madrid.
- Mandelbrot, B. 1988. *Los Objetos Fractales. Forma, azar y dimensión*. Tusquets. Barcelona.
- Masterman, M. 1970. The Nature of the Paradigm. En: I. Lakatos; A. Musgrave (Eds.). *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press. Cambridge. (Trad. español: La crítica y el desarrollo del conocimiento. Grijalbo. Barcelona. 1975).
- Meed, G. H. 1936. *Movements of thought in the nineteenth century*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Millikan, R. A. 1947. *Electrons (+ and -), protons, photons, neutrons, mesotrons, and cosmic rays*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Moraes, A. C. R. 1987. *Geografía. Pequeña Historia Crítica*. Hucitec. Sao Paulo.
- Olszewski, E. 1964. Periodization of the history of science and technology. *Organon*. 1: 195-206.
- Prigogine, I. 1980. *From being to becoming: time and complexity in the physical sciences*. Freeman. San Francisco.

- Rabinowitch, E. 1963. Scientific Revolution. *Bulletin of the Atomic Scientists*. December: 9-12.
- Ratzel, F. 1882. *Anthropogeographie. vol. I: Grundzüge der Anwendung der Geographie auf die Geschichte*. Engelhorn. Stuttgart. (Trad. italiana; Geografía dell'Uomo. Principi d'applicazione della scienza geográfica alla storia. Fratelli Bocca. Turín. 1914).
- Ratzel, R. 1891. *Anthropogeographie. vol. II: Die geographische Verbreitung des Menschen*. Engellom. Stuttgart.
- Rutherford, L. 1938. *Forty years of physics*. Needham-Pagel. New York.
- Santos, M. 1978. *Por uma geografia nova*. Edusp-Hucitec. Sao Paulo.
- Sarton, G. 1936. *The Study of History of Sciences*. Harvard University Press. Cambridge.
- Sarton, G. 1937. *The history of science and the new humanism*. Harvard University Press. Cambridge.
- Schaefer, F. 1953. Excepcionalism in Geography: A methodological examination. *Annals of the Association of American Geographers*. XLIII; 226-229. (Trad. español: (H. Capel) Excepcionalismo en Geografía. Ediciones de la Universidad de Barcelona. 1970. y en Randle, 1984).
- Vilá Valenti, J. 1983. *Introducción al Estudio Teórico de la Geografía*. Ariel. Barcelona.

Capítulo 3

- Barrows, H. H. 1923. Geography as human ecology. *Annals of the Association of American Geographers*. 13(1):1-14.
- Beaugeau Garnier, J. 1971. *La Géographie - méthodes et perspectives*. Masson & Cie. París.
- Berry, B. J. L. 1958. A note concerning methods of classification. *Annals of the Association of American Geographers*. 48: 300-303.
- Berry, B. J. L. 1964. Approaches lo Regional Analysis: A Synthesis. *Annals of the Association of American Geographers*. 54: 2-11.
- Bertin, J. 1973. *Semiologie Graphique*. Mouton-Gauthier-Villars. París.
- Bertin, I. 1977. *La graphique et le traitement graphique de l'information*. Flammarion, París. (Trad. portugués: A neográfica e o tratamento gráfico da informacao. Editora da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 1986).
- Boorstin, D. J. 1998. The Asking Animal. *TIME. Special Issue: The New Age of Discovery*. January: 14-22.
- Brandalize, A. A. 1993. Cartografía: modernizando conceptos. *Fator GIS*. 1(1): 19-22.
- Bunge, W. 1962. *Theoretical Geography*. Lund Studies in Geography. Ser. C. General and Mathematical Geography No. 1. The Royal University of Lund. C. W. K. Gleerup Publishers. Lund.
- Bunge, W. 1966. *Appendix to Theoretical Geography*. Lund Studies in Geography. Ser. C. General and Mathematical Geography No. 6. The Royal University of Lund. C. W. K. Gleerup Publishers. Lund.
- Buzai, G. D. 1992. Geoinformática: Teoría y Aplicación. *Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos*. 19: 11-17.

- Buzai, G. D. 1997. Geoinformática. Panorama de una nueva disciplina científico-tecnológica, *CADXPRESS*. 4(37): 62-64.
- Buzai, G. D.; Desjardins, D. N. S. 1994. Geoinformática y Educación. Aspectos conceptuales de su relación en América Latina. *Sociedade & Natureza*. 6(12): 47-53:
- Buzai, G. D.; Duran, D. 1994. La Geografía en el laboratorio de informática. *Novedades Educativas*. 48-49: 54-56.
- Buzai, G. D.; Duran, D. 1997. *Enseñar e investigar con Sistemas de Información Geográfica*. Troquel. Buenos Aires.
- Buzai, G. D.; Lemarchand, G. A.; Schuschny, A. 1998. *Aplicación de la geometría fractal para el estudio del Medio Ambiente*. Informe Técnico. Programa de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. CEA-UBA. Buenos Aires.
- Cebrián, J.A. 1994. La matriz geográfica, casi cuarenta años más tarde. *Estudios Geográficos*. LV(214): 183-190.
- Chorley, R.; Haggett, P. 1965. Trends-surface mapping in geographical research. *Transactions of the Institute of British Geographers*. 37: 47-67,
- Cliff, A. y Ord, J. 1981. *Spatial Process: Models and Applications*. Pion. London.
- Cromley, R. G. 1983, Automated Geography: Some Problems and Pitfalls. *The Professional Geographer*. 35(3): 340-341,
- Desjardins, D. N. S.; Buzai, G. D. 1994. La inserción educativa de los Sistemas de Información Geográfica en Geografía. *Revista del Departamento de Geografía - Universidad Nacional de Tucumán*. 2(2): 86-90.
- Dobson, J. E. 1983a. Automated Geography. *The Professional Geographer*. 35(2): 135-143.
- Duran, D.; Buzai, G. D. 1995. Aplicación de un Sistema de Información Geográfica como juego de simulación. En: Autores varios. *Educación General Básica. Los contenidos de la Enseñanza*. Ediciones Novedades Educativas. Buenos Aires, pp. 141-148,
- Duran, D.; Buzai, G. D. 1996. El impacto de las nuevas tecnologías en la educación geográfica. En: D. Durán. *Geografía y Transformación Curricular*. Lugar Editorial, Buenos Aires, pp. 76-96.
- George, P. 1973, *Les méthodes de la Géographie*. Presses Universitaires de France, París. (Trad. español: Los métodos de la geografía. Oikos-tau, Barcelona, 1973).
- Gottmann, J. 1947, Le méthode d'analyse de la Géographie Humaine. *Anuales de Géographie*. 1-12,
- Guinsburg, J.N. 1992. *Elementos de Cartografía Aplicada al Tratamiento de la Información*. Serie Contribuciones, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Hagerstrand, T. 1967. *Innovation Diffusion as a Spatial Process*. The Chicago University Press. Chicago.
- Hagerstrand, T. 1970. What About People in Regional Science? *Papers of the Regional Science Association*. 14: 7-21.
- Haggett, P. 1965. *Locational Analysis in Human Geography*. Edward Arnold, London. (Trad. español: Análisis Locacional en Geografía Humana. Gustavo Gili. Barcelona. 1977)

- Haggett, P. 1969. On geographical research in a computer environment. *The Geographical Journal*. 135(4): 497-507.
- Haggett, P.; Chorley, R. 1967. Models, Paradigms and the New Geography. En: R. Chorley y P. Haggett (Eds.) *Models in Geography*. Methuen. London. (Trad. español: La Geografía y los Modelos Socioeconómicos. IEAL. Madrid. 1971).
- Hartshorne, R. 1939. The Nature of Geography: A critical survey of current thought in the light of the past. *Annals of the Association of American Geographers*. 29: 173-658.
- Hartshorne, R. 1959. *Perspectives on the Nature of Geography*. Rand McMillan. Chicago. (Trad. portugués: Propósitos y Natureza da Geografia. Hucitec. Sao Paulo. 1978).
- Harvey, D. 1969. *Explanation in Geography*. Edward Arnold. London. (Trad. español: Teorías, leyes y modelos en geografía. Alianza. Madrid. 1983).
- Harvey, D. 1989. *The Condition of Postmodernith. An Enquiry into the Origins of Cultural Change*. Basil Blackwell. Oxford.
- Hellpach, W. 1992. *Geopsique*. Casa de Horus. Madrid.
- Hettner, A. 1927. *Die Geographie, ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methode*. Ferdinand Hirt. Breslau.
- Humboldt, A. von, 1845. *Kosmos: Entwurf einer physischen Weltheschreibung*. Vol. I. Stuttgart.
- Jones, E. 1956. Cause and Effects in Human Geography. *Annals of the Association of American Geographers*. XLVI;369-377.
- Mandelbrot, B. 1983. *The Fractal Geometry of Nature*. Freeman. San Francisco.
- Monmonier, M. 1990. Strategies for the Visualization of Geographic Time-Series Data. *Cartographica*. 27: 30-45.
- Parkes, D.; Thrift, N. 1978. Putting Time in Its Place. En: T. Carlstein; D. Parkes; N. Thrift (Eds.) *Making Sense of Time*. Edward Arnold. London. pp. 119-129.
- Pred, A. R. 1973. Urbanization, domestic planning problems and Swedish geographic research. *Progress in Geography*. 5: 36-50.
- Pred, A. R. 1977. The Choreography of Existence: Contents on Hägerstrand's Time Geography and its Usefulness. *Economic Geography*. 53: 207-221.
- Sack, R. 1980. *Conceptions of Space in Social Thought: A Geographic Perspective*. University of Minnesota Press. Minneapolis.
- Sánchez, D. C. 1998. *Teoría de Grafos aplicadas a redes naturales y antrópicas*. Programa de Investigaciones Geodemográficas. Conicet. Buenos Aires, (mimeo).
- Sauer, C. O. 1925. *The morphology of landscape*. Publications in Geography N° 2. University of California. Berkeley. pp. 19-53.
- Sodré, N.W. 1977. *Introdução à Geografia. Geografia e Ideologia*. Vozes. Petrópolis.
- Soja, E. 1989. *Postmodern geographies: the reassertion of space in critical social theory*. Verso. London.

- Stewart, J. Q. 1950. The development of social physics. *American Journal of Physics*. 18: 239-253.
- Tobler, W. 1966. *Numerical maps generalization*. Discussion Paper N° 8. Michigan Inter-University Community of Mathematical Geographers. Michigan.
- Tomlinson, R. F. 1990. Geographic Information Systems - a new frontier. En: D. Peuquet; D. Marble (Eds.) *Introductory readings in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. London. pp. 18-29.
- Turner, M. (Ed.) 1987. *Landscape Heterogeneity and Disturbance*. Springer-Verlag. New York.
- Ullman, E. 1953. Human Geography and Area Research. *Annals of the Association of American Geographers*. XLIII:54-56.
- Ullman, E. 1954. Geography as Spatial Interaction. *Annals of the Association of American Geographers*. XLIV: 283-287.
- Varenio, B. 1974. *Geografía General en la que se explican las propiedades generales de la Tierra*. Ediciones de la Universidad de Barcelona. (Traducción de la publicación original en latín por José María R. Prieto, realizada en Leyden, en el año 1650).
- Vidal de la Blache, P. 1913. Des caracteres distinctifs de la Géographie. *Anales de Géographie*. 22(124): 289-299. (Traducido al español en Figueira, 1977 y Randle, 1984 y al portugués en Christofoletti, 1985),
- Whittlesey, D. 1954. The Regional Concept and the Regional Method. En: P. E. James; C. F. Jones (Eds.) *American Geography: Inventory and Prospect*. Syracuse University Press. New York.

Capítulo 4

- Alessandria, J. 1996. *Imagen y metaimagen*. Oficina de Publicaciones del CBC. Instituto de Lingüística. FFyL-UBA. Buenos Aires.
- Alexander, Ch. 1973. Entrevista a Christofer Alexander. En: Dols, J.A. *Función de la Arquitectura Moderna*. Salvat. Barcelona, pp. 8-21 y 64-73.
- Anders, G. 1983. Commandments in the Atomic Age. En: C. Mitcham; R. Mackey (Eds.) *Philosophy and Technology: Readings in Philosophical Problems of Technology*. The Free Press. New York. pp. 130-135.
- Aneas de Castro, S. 1995. La Geografía y el Caos. Un camino a recorrer. *Boletín de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos*. 113: 42-49.
- Auge, M. 1993. *Los "no lugares". Espacios del anonimato*. Gedisa. Barcelona.
- Bak, P. 1993. Self-Organized Criticality and Gaia. En: W. D. Stein; F. J. Varela (Eds.) *Thinking About Biology*. SFI Studies in the Sciences of Complexity. Addison-Wesley. New York. pp. 255-268.
- Bak, P. 1997. *How Nature Works*. Oxford University Press. Oxford.
- Bak, P.; Chen, K. 1991. Self-Organized Criticality. *Scientific American*. 264(1): 46-53.
- Bak, P.; Tang, C; Wiesenfeld, K. 1988. Self-Organized Criticality. *Physical Review A*. 38: 364-373.
- Bassand, M. 1983. Algumas observacoes para uma abordagem interdisciplinar do cspaco. En: M.Santos; M. A. de Souza (Orgs.). *O espaco interdisciplinar*. Nobel. Sao Paulo, pp. 105-139.

- Berman, M. 1982. *All that is solid melts into air. The experience of modernity*. Simon & Shuster. New York. (Trad. español: Todo lo sólido se desvanece en el aire. Siglo XXI. Madrid. 1988).
- Bell, D. 1973. *The coming of post-industrial society: a venture in social forecasting*. Basic Books. New York.
- Berry, B. J. L. 1989. Howard G. Roepke. Lecture in Economic Geography. Comparative Geography of the Global Economy: Cultures, Corporations, and the Nation-State. *Economic Geography*. 63(1): 1-18.
- Boido, G. 1996. *Noticias del Planeta Tierra. Galileo Galilei y la revolución científica*. AZ. Buenos Aires.
- Boorstin, D. J. 1997-98. The Asking Animal. *Time*. Special Issue: The New Age of Discovery. December-January. New York.
- Borchert, J. R. 1978. Major control points in american economic geography. *Annals of the Association of American Geographers*. 68(2): 214-232.
- Bortagaray, L. L.; Pelaez, A. H. 1993. El sistema productivo. En: J. A. Roccatagliata (Comp.). *Geografía Económica Argentina*. El Ateneo. Buenos Aires.
- Bressand, A.; Distler, C. 1986. *El mundo del mañana*. Planeta. Barcelona.
- Briggs, J.; Peal, F. D. 1989. *Turbulent Mirror*. Harper & Row. New York.
- Broncano, F. 1995. La filosofía de la tecnología; una buena relación. En: F. Broncano (Comp.) *Nuevas meditaciones sobre la técnica*. Trotta. Madrid, pp. 9-19.
- Brunet, R. 1991. Définition du chaos. *L'Espace Géographique*. 4: 315.
- Bunge, M. 1961. *La Causalidad*. EUDEBA. Buenos Aires.
- Bunge, M. 1966. Technology as Applied Science. *Technology and Culture*. 7(3): 329-347.
- Bunge, M. 1972. Toward a Philosophy of Technology. En: C. Mitcham; R. Mackey (Eds.). *Philosophy and Technology: Readings in Philosophical Problems of Technology*. The Free Press. New York. pp. 62-76.
- Bunge, M. 1979. The Five Buds of Technophilosophy. *Technology in Society*. 1(1): 67-74.
- Bunge, M. 1981. *La Ciencia. Su método y su filosofía*. Siglo Veintiuno. Buenos Aires.
- Buzai, G. D. 1992. *Características y Evolución Espacial de los Centros de Gestión Metropolitanos. Buenos Aires 1960-1980 y su configuración actual*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Buzai, G. D. 1996a. La Geografía ante las modernas tecnologías digitales. Una nueva visión del mundo real. *GeoDigital'96*. Simposio Internacional sobre Novas Tecnologías Digitais em Geografia e Cartografia. Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo.
- Buzai, G. D. 1996b. El rol de la geotecnología en el proceso de transición sociocultural a finales de siglo XX. *Anais GIS Brasil 97*. pp. 719-739.
- Castells, M. 1974. *La cuestión urbana*. Siglo XXI. Barcelona.
- Castells, M. 1985. High technology, economic restructuring and the urban-regional process in the United States. En: M. Castells (Ed.). *High Technology, Space and Society*. Sage. London. pp. 11-39.

- Castells, M. 1994. *Las tecnópolis del mundo. La formación de los complejos industriales del siglo XXI*. Alianza. Madrid.
- Castells, M. 1995. *La Ciudad Informacional. Tecnologías de la información, reestructuración económica y el proceso urbano-regional*. Alianza. Madrid.
- Chapín, F. S. 1965. *Urban Land Use Planning*. Corneil University Press. Urbana.
- Christofoletti, A. 1998. *Perspectivas para el análisis de la complejidad y auto-organización en sistemas geomorfológicos*. Relatorio Técnico. UNESP. Rio Claro.
- Christofoletti, A. H.; Christofoletti, A. 1994. O uso de fractais na análise geográfica. *Geografia*. 19(2): 79-112.
- Chomsky, N.; Dieterich, H. 1997. *La Aldea Global*. Txalaparta. Nafarroz,
- Clarke, A. C. 1962. *Profiles of the Future. An inquiry into the limits of the possible*. Harper & Row. New York.
- Cohen, J.; Stewart, I, 1995. *The Collapse of Chaos*. Penguin Books. London.
- Coveney, P.; Highfield, R. 1995. *Frontiers of Complexity: The Search for Order in a Chaotic World*. Faber and Faber, London.
- Cromley, R. G. 1983. Automated Geography: Some Problems and Pitfalls. *The Professional Geographer*. 35(3): 340-341.
- Curry. M. 1991. Postmodernism, language and the strains of modernism. *Annals of the Association of American Geographers*. 81:21-228.
- Dauphiné, A. 1991. De l'ordre au chaos. *L'Espace Geographique*. 4: 289-301
- Davies, D. H. 1960. The Hard Core of Cape Town's Central Business District: An Attempt at Delimitations. *Economic Geography*. 36:53-69.
- Derrida, J. 1989. *Of Spirit: Heidegger and the Question*. Chicago University Press. Chicago.
- Díaz, E. 1988. ¿Qué es la posmodernidad? En: Autores varios. *¿Posmodernidad?*. Biblos. Buenos Aires.
- Dobson, J.E. 1983a. Automated geography. *The Professional Geographer*. 35(2): 135-143.
- Dollfus, O. 1991. Chaos bornés et monde actuel. *L'Espace Geographique*. 4: 302-308.
- Dollfus, O. 1992. Systeme Terra et Systeme Monde. *L'Espace Geographique*. 3: 223-229.
- Doszi, G. 1996. *El poder de los límites. Proporciones armónicas en la naturaleza, el arte v la arquitectura*. Troquel. Buenos Aires.
- Durand Dastés, F. 1991. La notion de chaos et la géographie, quelques réflexions. *L'Espace Geographique*. 4: 311-314.
- Eco, U. 1987. *Apostillas a El nombre de la rosa*. Editorial Lumen-Ediciones de la Flor. Buenos Aires.
- Edwards, M. 1993. A Broken Empire. *National Geographic*. 183(3):2-53.

- Ellul, J. 1983. The technological order. En: C. Mitcham; R. Mackey (Eds.) *Philosophy of Technology and the Philosophical Problems of Technology*. The Free Press, New York. pp. 86-108.
- Feyerabend, P. 1992. La ciencia es de todos. *Ciencia, las nuevas fronteras. El hombre y el universo*. World Media/La Nación. Buenos Aires.
- Ferre, R. 1997. El "spanglish" ya tiene vida propia. *Clarín*. 28 de Junio. Buenos Aires, p. 22.
- Finkelievich, S. 1996. *¿Ciberciudades? Informática y Gestión Urbana*. Oficina de Publicaciones del Ciclo Básico Común. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Foucault, M. 1980. The eye of power. En: C. Gordon (Ed.) *Power/Knowledge: Selected interviews and other writings, 1972-1977*. Pantheon Books. New York.
- Forrester, V. 1997. *El horror económico*. Fondo de Cultura Económica. Buenos Aires.
- Frankhauser, P. 1991. Aspects fractals des structures urbaines. *L'Espace Geographique*. 1: 45-69.
- Fuentes, C. 1992. El nuevo orden mundial y la democracia. *La Nación*. (Cultura). Buenos Aires, pp.1-2.
- Fukuyama, F. 1989a. The End of History? *The National Interest*. 16: 3-18.
- Fukuyama, F. 1989b. A replay to my critics. *The National Interest*. 18: 21-28.
- Fukuyama, F. 1992. *The End of History and the Last Man*. The Free Press. New York. (Trad. español: El fin de la historia y el último hombre. Planeta. Buenos Aires).
- Gates, B. 1998. Una mirada desde Olimpo. *Mercado*. 963: 33-35.
- Gleick, J. 1988. *Chaos: Making of a New Science*. Penguin Books. New York.
- Goodchild, M.F.; Mark, D.M. 1987. The fractal nature of geographic phenomena. *Annals of the Association of American Geographers*. 72(2): 265-278.
- Goss, J. 1995. Marketing the New Marketing. The Strategic Discourse of Geodemographic Information Systems. En: J. Pickles (Ed.). *Ground Truth*. The Guilford Press. New York. pp. 130-170.
- Gottmann, J. 1966. Why the Skycrapers? *The Geographical Review*. April: 190-212.
- Gottmann, J. 1970. Urban Centrality and the interweaving of quaternary activities. *Ekistics*. 29: 322-331.
- Gotmann, J. 1977. Megalopolis and antipolis: the telephone and the structure of the city. En: I. Sola Pool (Ed.). *The Social Impact of the Telephone*. MIT Press. Cambridge, pp. 303-317.
- Gould, P. 1985. *The Geographer at Work*. Routledge & Keegan Paul. London.
- Gray de Cerdán, N.A. 1994. Gestión Urbana Contextualizada. Nuevas modalidades y componentes para administrar espacios urbanos en procesos de cambio. *Revista Interamericana de Planificación*. XVII (107-108): 31-42.
- Hayles, N. K. 1991. *Chaos and Order*. The Chicago University Press. Chicago.
- Haken, H. 1985. Synergetics - an interdisciplinary approach to phenomena of self-organization. *Geoforum*. 16(3): 205-212.
- Hammer, M. 1998. Marcha atrás a la Revolución Industrial. *Mercado*. 963: 48-49.

- Hanink, D. M. 1993. *The International Economy: A Geographical Perspective*. John Wiley & Sons. New York.
- Hannah, M.; Strohmayer, U. 1992. Postmodernism (S)trained. *Annals of the Association of American Geographers*. 82(2): 308-309.
- Harper, R. 1982. Metropolitan Areas as Transactional Centers. En: C. M. Christian; R. A. Harper (Eds.) *Modern Metropolitan Systems*. CEM Publishing. Columbus. pp. 88-109.
- Hartmann, N. 1945. *Les principes d'une métaphysique de la connaissance*. Aubier. París.
- Harvey, D. 1969. *Explanation in Geography*. Edward Arnold. London. (Trad. español: Teorías, leyes y modelos en geografía. Alianza. Madrid. 1983).
- Harvey, D. 1989. *The Condition of Postmodernith. An Enquiry into the Origins of Cultural Change*. Basil Blackwell. Oxford.
- Harvey, D. 1995. Entrevista a David Harvey. *Geographikós*. 5(6): 55-65.
- Hawking, S. 1988. *A Brief History of Time*. Bantam Books. New York. (Trad. español: Historia del tiempo. Planeta-Agostini. Buenos Aires. 1992).
- Healey, P.; Cameron, S.; Davoudi, S.; Graham, S.; Madani-Pour, A. (Eds.). 1995. *Managing Cities: The New Urban Context*. John Wiley & Sons. New York.
- Hillier, B.; Hanson, J. 1982. *The social logic of space*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Bogan, J. 1996. *The end of Science*. Addison Wesley. New York.
- Hoyle, F. 1976. *De Stonehenge a la Cosmología Contemporánea. Nicolás Copérnico*. Alianza. Madrid.
- Hungtinton, S. P. 1993. The Clash of Civilizations. *Foreign Affairs*. 72(3): 22-49.
- Ihde, D. 1983. *Existencial Technics*. SUNY Press. New York.
- Jameson, F. 1992. *El posmodernismo o la lógica cultural del capitalismo avanzado*. Paidós. Buenos Aires.
- Jantsch, E. 1980. *The Self-organizing Universe: Scientific and Human Implications of the Emerging Paradigm of Evolution*. Pergamon Press. Oxford.
- Jencks, C. 1984. *The language of post-modern architecture*. London.
- Johnson, D. 1985. *Computers Ethics*. Englewood Cliffs-Prentice Hall. New York.
- Kavolis, V. 1988. Contemporary Moral Cultures and the "Return of the Sacred". *Sociological Analysis*. 39(3): 203-216.
- Kohn Cordeiro, H. 1986-87. Os principais pontos de controle da economia transaccional no espaço brasileiro. *Boletim de Geografia Teorética*. 16-17: 153-196.
- Kohn Cordeiro, H. 1988. O papel da Regiao Metropolitana de Sao Paulo entre os principais pontos de controle da economia transaccional no espaço brasileiro. *Ciencia e Cultura*. 40(3): 238-257.
- Kohn Cordeiro, H. 1990. *O setor financeiro e a circulacao da informacao no Brasil pós 70*. Trabajo presentado al II Seminario Latinoamericano de Geografía Crítica. UBA. Buenos Aires.

- Kluckhohn, C. 1984. *Antropología*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Lam, N. S. N.; De Cola, L. (Eds.) 1993. *Fractals in Geography*. Prentice Hall. New York.
- Le Corbusier. 1941. *La Charte d'Athenes*. Pion. París. (Trad. español: Principios de Urbanismo. Editorial Planeta-De Agostini. Barcelona. 1986).
- Lefebvre, H. 1968. *Le droit a la ville*. Anthropos. París. (Trad. español: El derecho a la ciudad. Colección Historia/Ciencia/Sociedad N° 44. Península. Barcelona. 1978).
- Lipovetsky, G. 1991. *La era del vacío. Ensayos sobre el individualismo contemporáneo*. Anagrama. Barcelona.
- Lipovetsky, G. 1994. *El crepúsculo del deber. La ética indolora de los nuevos tiempos democráticos*. Anagrama, Barcelona.
- Lorenz, E. 1962. The Statistical Prediction of solutions of dynamic Equations. *Proceedings of the International Symposium of Numerical Weather Prediction*. Tokyo. pp. 629-635.
- Lovelock, J. E. 1979. *Gaia*. Oxford University Press. Oxford.
- Lovelock, J. E. 1991. *The Ages of Gaia*. Oxford University Press. Oxford.
- Lynch, K.; Rodwing, L. 1958. A Theory of Urban Form. *Journal of the American Institute of Planners*. 24(4): 201-214.
- Liotard, J. F. 1995. *La Condición Postmoderna*. Rei. Buenos Aires.
- MacCormick, J. 1995. *The Global Environment*. John Wiley & Sons. New York.
- Mackinlay, A. 1992. La noción de frontera pierde relevancia. *La Nación*. 20 de Enero, pp. 7-8. Buenos Aires.
- Mandelbrot, B. 1982. *The Fractal Geometry of Nature*. John Wiley & Sons. New York.
- Mandelbrot, B. 1984. *Los objetos fractales. Forma, azar y dimensión*. Tusquets. Barcelona.
- Matteucci, S. D. 1998. *La creciente importancia de los estudios del medio ambiente*. Programa de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. CEA-UBA. Buenos Aires.
- Mauss, M. 1966. *Sociologie et Anthropologie*. PUF. París.
- Mitcham, C. 1989. *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*. Editorial Anthropos. Barcelona.
- Moledo, L. 1994. *De las tortugas a las estrellas. Una introducción a la ciencia*. AZ Editora. Buenos Aires.
- Moledo, L. 1997. Un libro desata una violenta polémica en Francia. "Imposturas Intelectuales". *Página 12 - Suplemento Futuro*. 11 de Octubre, pp. 2-3.
- Morin, E. 1995. Epistemología de la complejidad. En: D. Fried Schnitman (Comp.). *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*. Paidós. Buenos Aires, pp. 421-446.
- Myrdal, G. 1970. *Objetividad en la Investigación Social*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Munford, L. 1982. *Técnica v Civilización*. Alianza. Madrid.

- Naciones Unidas. 1996. *Informe sobre Desarrollo Humano 1996*. PNUD. Washington.
- Nagel, E. 1968. *La Estructura de la Ciencia*. Paidós. Barcelona.
- Nederveen Pieterse, J. 1995. Globalization as Hybridation. En: M. Featherstone; S. Lash; R. Robertson (Eds.) *Global Modernities*. Sage. London.
- Nederveen Pieterse, J. 1996. Globalization and Culture. *Economic and Political Weekly*. 2(1): 1389-93.
- Nederveen Pieterse, J. 1997. Globalisation and Emancipation: From Local Empowerment to Global Reform. *New Political Economy*. 2(1): 79-92.
- Nemeth Baumgartner, A. 1994. *Macrometanoia. Un nuevo orden, una nueva civilización*. Sudamericana. Santiago.
- Nicolis, G.; Prigogine, I. 1977. *Self-Organization in Non equilibrium Systems*. John Wiley & Sons. New York.
- Nicolis, G.; Prigogine, I. 1989. *Exploring Complexity*. W. H. Freeman. New York.
- Ortega y Gasset, J. 1957. *Meditación de la Técnica*. Editorial Revista de Occidente. Madrid.
- Palloix, Ch. 1975. *Las firmas multinacionales y el proceso de internacionalización*. Siglo veintiuno. Buenos Aires.
- Peitgen, H. O.; Jurgens, H.; Saupe, D. 1992. *Chaos and Fractals: New Frontiers of Science*. Springer-Verlag. New York.
- Petersen, J.R. 1995. Target: Cyberspace. *Playboy*. 4(7): 46-47.
- Pickenhayn, J. A. 1994a. La Geografía y el desafío de la Posmodernidad. *Boletín de GAEA*. 112: 1-10.
- Pickenhayn, J. A. 1994b. *Epistemología y Geografía*. Plus Ultra. Buenos Aires.
- Pickles, J. 1991. Geography, GIS and the surveillant society. *Papers and Proceedings of Applied Geography Conferences*. 14: 80-91.
- Pippin, R. 1995. On the Notion of Technology as Ideology. En: A. Feenberg; A. Hannay (Eds.) *Technology and the Politics of Knowledge*. Indiana University Press. Bloomington. pp. 43-61.
- Portela, A.; Guerrero, A.; Gómez Poviña, O.; Colombo Murua, P. 1982. *Ciencia, Tecnología, Industria y Educación*. Fraterna. Buenos Aires.
- Pred, A. 1992. Straw Men Build Straw Houses? *Annals of the Association of American Geographers*. 82(2): 305-310.
- Prigogine, I. 1995a. ¿El fin de la ciencia? En: D. Fried Schnitman (Comp.) *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*. Paidós. Buenos Aires, pp. 37-60.
- Prigogine, I. 1995b. De los relojes a las nubes. En: D. Fried Schnitman (Comp.) *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*. Paidós. Buenos Aires, pp. 395-413.
- Prigogine, I. 1996. *El fin de las certidumbres*. Andrés Bello. Santiago.
- Prigogine, L; Stengers, I. 1984. *Order out of chaos: man's new dialogue with nature*. Bantam. New York.

- Pumain, D. 1991. Humeur de chaos. *L'Espace Geographique*. 4: 309-310.
- Randles, W. G. L. 1990. *De la tierra plana al globo terrestre. Una rápida mutación epistemológica, 1480-1520*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Rasband, S. N. 1989. *Chaotic dynamics of non linear systems*. Wiley Interscience. Chichester.
- Reilly, W. J. 1929. Methods for the study of retail relationships. *Bulletin-University of Texas*. 2944.
- Ritzer, G. 1993. *The McDonalizacion of Society*. Pine Forge/Sage. London.
- Roa, A. 1995. *Modernidad y Posmodernidad*. Editorial Andrés Bello. Santiago.
- Robins, K. 1996. Cyberspace and the world we live. En: M. Featherstone; R. Burrows (Eds.) *Cyberspace/Cybernodes/Cyberpunk*. Sage. London. pp. 135-156.
- Rofman, A. B.; Romero, L. A. 1997. *Sistema Socioeconómico y Estructura Regional en la Argentina*. Amorrortu. Buenos Aires.
- Ruelle, D. 1989. *Chaotic Evolution and Strange Attractors*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Sagan, C. 1997. *El mundo y sus demonios*. Planeta. Buenos Aires.
- Santos, M. 1993. Os espacios da globalizacao. *Anais 3er. Simposio Nacional de Geografia Urbana*. Universidade Federal de Rio de Janeiro - Asociacao de Geógrafos Brasileiros. Rio de Janeiro.
- Schuschny, A. R. 1998. *El estudio del medio ambiente desde las ciencias de la complejidad*. Informe Técnico. Programa de Sistemas Complejos. CEA-UBA. Buenos Aires.
- Sola Pool, I. 1983. *Technologies of Freedom*. Belnap Press. New York.
- Spretnak, Ch. 1992. *Estados de Gracia. Como recuperar el sentido para una posmodernidad ecológica*. Planeta. Buenos Aires.
- Stephens, J. 1982. Metropolitan Areas as Decision-Making Centers. En: C. M. Christian; R. A. Harper (Eds.) *Modern Metropolitan Systems*. CEM Publishing. Columbus. pp. 112-146.
- Stephens, M. 1990. Deconstruction Crew. *Tikkun*. 5(5): 80-83.
- Stewart, J. Q. 1950. The development of social physics. *American Journal of Physics*. 18: 239-253.
- Sviedrys, R. 1989. A conceptual framework for understanding technology transfer to the Third World. En: E. Byrne; J. Pitt (Eds.) *Technological Transformations*. Kluwer Academic Publishers. London. pp. 185-200.
- Swerdlow, J. L. 1998. Para entender el milenio. *National Geographic*. (en español). 2(1): 2-33.
- Swyngedouw, E. 1986. *The socio-spatial implications of innovations in industrial organisation*. Working Paper 20. John Hopkins European Centre for Regional Planning and Research. Lille.
- Taylor, P. J. 1994. *Geografía Política. Economía Mundo, Estado-Nación y Localidad*. Trama. Madrid.
- Toffler, A.; Toffler, H. 1997. La financiación política se está haciendo transnacional. *Clarín*. 24 de Julio. Buenos Aires, p. 17.
- Touraine, A. 1973. *La sociedad postindustrial*. Ariel. Barcelona.

- Touraine, A. 1992. El siglo XX empezó en 1914 y terminó en 1989. *La Nación*. 14 de Noviembre. Buenos Aires, p. 7.
- Vapñarsky, C.A.; Gorojovsky, N. 1990. *El crecimiento urbano argentino*. GEL. Buenos Aires.
- Vattimo, G. 1990. *La Sociedad Transparente*. Paidós. Buenos Aires.
- Vidal de la Blache, P. 1911. Les genres de vie dans la géographie humaine. *Anales de Géographie*. 20: 193-212; 289-304.
- von Glasersfeld, E. 1995. La construcción del conocimiento. En: D. Fried Schnitman. *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*. Paidós. Buenos Aires, pp. 115-128.
- Wagensberg, J.; Landsberg, P.T.; Ludwing, G.; Thom, R.; Schatzman, E.; Margalef, R.; Prigogine, I. 1986. *Proceso al azar*. Tusquets. Barcelona.
- Waldrop, M. 1992. *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*. Penguin Books. London.
- Waters, M. 1995. *Globalisation*. Routledge & Keegan Paul. London.
- Warf, B. 1989. Telecommunications and the globalization of financial services. *The Professional Geographer*. 41(3): 257-271.
- Wark, M. 1994. *Virtual Geography. Living with Global Media Events*. Indiana University Press. Bloomington.
- Webster, F. 1995. *Theoring the Information Society*. Routledge & Keegan Paul. London.
- Wigley, M. 1995. La deconstrucción del espacio. En: D. Fried Schnitman. *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*. Paidós. Buenos Aires, pp. 235-257.
- Wittgenstein, L. 1958. *Tractatus Logico-Philosophicus*. Editorial Revista de Occidente. Madrid.

Capítulo 5

- Allen, P. M. 1982. Evolution, Modelling and Design in a Complex World. *Environment and Planning B*. 9: 95-111.
- Badiou, A. 1972. *El concepto de modelo*. Siglo veintiuno. Buenos Aires.
- Batty, M. 1991a. Cities as fractals: simulating growth and form. En: A. J. Crilly; R. A. Earnshaw; H. Jones (Eds.) *Fractals and Chaos*. Springer-Verlag. New York. pp. 43-69.
- Batty, M. 1991b. Generating urban forms from diffusive growth. *Environment and Planning A*. 23(4): 511-544.
- Batty, M.; Fotheringham, A. S.; Longley, P. 1993. Fractal geometry and urban morphology. En: N. S. N. Lam; L. de Cola (Eds.) *Fractals in Geography*. Prentice Hall. New York. pp. 228-246.
- Batty, M.; Longley, P. 1986. The fractal simulation of urban structure. *Environment and Planning A*. 18(9): 1143-1179.
- Batty, M.; Longley, P. 1987a. Fractal-based description of urban form. *Environment and Planning B*. 14(2): 123-134.

- Batty, M.; Longley, P. 1987b. Urban shapes as fractals. *Area*. 19(3): 215-221.
- Batty, M.; Longley, P. 1994. *Fractal Cities: A geometry of form and functions*. Academic Press. London.
- Batty, M.; Longley, P.; Fotheringham, A. S. 1989. Urban growth and form: scaling, fractal geometry and diffusion-limited aggregation. *Environment and Planning A*. 21(11): 1447-1472.
- Beny, B. J. L. 1964. Approaches to Regional Analysis: A Synthesis. *Annals of the Association of American Geographers*. 54: 2-11,
- Bertin, J. 1973. *Semiologie Graphique*. Mouton-Gauthier-Villars. París.
- Brandalize, A. A, 1993. Formato de Archivos. Chega de quebrar a cabeça. *Fator GIS*. 1(2): 7-11.
- Bugayevskiy, L.; Snyder, J. 1995. *Map Projection: A Reference Manual*. Taylor & Francis. London.
- Buzai, G. D. 1990. Un SIG no sólo es tecnología. *Simposio Argentino sobre Sistemas de Información Geográfica 1990. Publicación*. Instituto Geográfico Militar. Buenos Aires, pp. 5-6.
- Buzai, G. D. 1993a. Buenos Aires 1869-1991: Análisis SIG de su evolución espacial. *IV Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Informacao Geográfica e 2do. Simposio Brasileiro de Geoprocessamento*. Escola Politécnica. Universidade de Sao Paulo, pp. 332-351.
- Buzai, G. D. 1993b. Evolución espacial y distribución poblacional en el Gran Buenos Aires. *Geodemos*. 1: 113-138.
- Buzai, G. D. 1994. Sistemas de Información Geográfica raster aplicados al análisis evolutivo de la aglomeración. *Información Tecnológica*. 5(4): 49-53.
- Buzai, G. D. 1997. Geoinformática, Panorama de una nueva disciplina científico-tecnológica. *CADXPRESS*. 4(37): 62-64.
- Buzai, G. D.; Baxendale, C. A. 1997. *Aplicación de la tecnología SIG para el análisis del crecimiento de la aglomeración de Buenos Aires (1869-1991) y su relación con la topografía, tipos de suelos, capacidad de uso e índice de productividad*. Informe Técnico. Centro de Estudios Avanzados. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Buzai, G. D.; Baxendale, C.A. 1998. Buenos Aires (1869-1991). La geometría urbana como representación de una historia económica y sociodemográfica. *Signos Universitarios*. 1-1998. Universidad del Salvador, Buenos Aires.
- Buzai, G. D.; de la Cuétara, O. J.; Baxendale, C. A. 1997. El hecho geográfico como unidad de tratamiento matricial. Revalorización en Geoinformática y actuales perspectivas de aplicación en la investigación geográfica. *Anales 6to. Encuentro de Geógrafos de América Latina*. (CD-ROM). Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Buzai, G. D.; Duran, D. 1996. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el estudio del medio construido y las inundaciones. El caso de Buenos Aires. *GIS Brasil 96*. (Paneís), Sagres Editora, Curitiba.
- Buzai, G. D.; Duran, D. 1997. *Enseñar e investigar con Sistemas de Información Geográfica*. Troquel. Buenos Aires,
- Buzai, G. D.; Kulevicius, R.G. 1995. SIG y ámbito municipal: la situación habitacional en Buenos Aires. *Memorias 5ta. Conferencia y Curso Iberoamericano sobre Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, pp. 221-230.

- Buzai, G. D.; Lemarchand, G. A.; Schuschny, A. 1997. La dimensión fractal de la aglomeración de Buenos Aires. Cálculo mediante aplicación de técnicas geoinformáticas. *Anais GIS Brasil 97*. (CD-ROM). Sagres Editora. Curitiba.
- Camara, G.; Casanova, M. A.; Hemerly, A. S.; Magalhaes, G. C; Bauzer Medeiros, C. M, 1996. *Anatomía de Sistemas de Informacao Geográfica*. 10º Escola de Computacao. UNICAMP. Campinas.
- CCGISE/IGISE 1990. *GIS Curriculum Development Toolkit. Spatial Analysis System OS/2 Version 5.1*. Canadian Centre for GIS in Education/Institute for GIS in Education. Ottawa.
- Cebrián, J. A. 1988. Sistemas de Información Geográfica. En: Autores varios. *Aplicaciones de la Informática a la Geografía y Ciencias Sociales*. Síntesis. Madrid, pp. 125-139.
- Cebrián, J. A. 1992. *Información Geográfica y Sistemas de Información Geográfica*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Cantabria. Santander.
- Cebrián, J. A. 1994. La matriz geográfica, casi cuarenta años más tarde. *Estudios Geográficos*. LV(214): 183-190.
- Cebrián, J. A.; Mark, D.M. 1987. Gestión y perspectivas de desarrollo de Sistemas de Información Geográfica. *Estudios Geográficos*. XLVIII(188): 359-378.
- Cebrián, J. A.; Mark, D. M.; Lauzon, J. P. 1989. Sistemas de Información Geográfica con estructura de árbol cuaternario. *Estudios Geográficos*. L(194): 11 -33.
- Cebrián, J. A.; Mower, J. E.; Mark, D. M. 1985. Analysis and display of digital elevation models within a quadtree-based geographic information systems. *Proceedings Auto-Carto 7*. 55-65.
- Christofoletti, A. 1998. *Perspectivas para el estudio de sistemas no-lineales y auto-organización en sistemas geomorfológicos*. *Relatorio Técnico*. UNESP. Rio Claro.
- Christofoletti, A. L. H.; Christofoletti, A. 1994. O uso das fractais na análise geográfica. *Geografia*. 19(2): 79-112.
- Christofoletti, A. L. H.; Christofoletti, A. 1995. A abordagem fractal em Geociencias. *Geociencias*. 14(1): 227-264.
- Crósta, A. 1992. *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. IG-Unicamp. Campinas.
- Dacey, M. F. 1970. Linguistic aspects of maps and geographic information. *Ontario Geography*. 5: 71-80.
- Dangermond, J. 1990. A classification of software components commonly used in geographic information systems. En: D. J. Peuquet; D. F. Marble (Eds.) *Introductory readings in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. London. pp. 30-51.
- Davies Jr., C. A.; Borges, K. A. V. 1994. GIS orientado a objetos na prática. *Anais GIS Brasil 94*. Sagres Editora. Curitiba. pp. 18-28.
- Dean, J. A.; Dean, A. G.; Smith, J. F.; Burton, A. H.; Brendel, K. A.; Arner, T. G. 1995. *EPI MAP 2. A Mapping Program for IBM-compatible Microcomputers*. Centers for Disease Control and Prevention. Atlanta.
- de la Cuétara, O. J.; Buzai, G. D. 1995. O SIG no sistema bancário. *Fator GIS*. 3(11): 42-43.

- Dobson, J. E. 1983a. Automated geography. *The Professional Geographer*. 35(2): 135-143.
- Dobson, J. E. 1993. The Geographic Revolution: A Retrospective on the Age of Automated Geography. *The Professional Geographer*. 45(A): 431-439.
- Dyer, C. R. 1982. The space efficiency of quadtrees. *Computer Graphics and Image Processing*. 19: 335-348.
- Eastman, R. 1996. *Idrisi for Windows. User's Guide. Version 2.0*. Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis. Clark University. Worcester.
- Egenhofer, M. J. 1995. Object Oriented GISs: The Principles. *Anais III Simposio Brasileiro de Geoprocessamento*. Escola Politécnica. Universidade de Sao Paulo. pp. 175-203.
- Egenhofer, M. J.; Frank, A. U. 1992. Object-Oriented Modeling for GIS. *URISA Journal*. 4(2): 3-19.
- Galison, P. L. 1985. **Minkowski's Space-Time: From Visual Thinking to the Absolute World**. *Historical Studies in the Physical Sciences*. 10: 85-121.
- Gargantini, I. 1982. An effective way to represent quadtrees. *Communications to the ACM*. 25: 905-910.
- Godagnone, R. E.; Casas, R. R. 1996. *Los suelos del conurbano bonaerense*. Instituto de Suelos.CIRN/INTA. Castelar.
- González, J. C; Conning, A.; Silva, A.; Somerville, S.; Meza, C; Jaspers, D.; Fuentes, P.; Bagladi, S.; Edwardh, J.; Silva, I.; Salamanca, F.; Goldstein, E.; Michelow, D. 1991. Procesamiento de datos censales con REDATAM-PLUS para GIS: Una aplicación para la detección de bolsones de pobreza en municipalidades de Chile. *Proceedings III Conferencia Latinoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Católica de Chile. Viña del Mar. pp. 105-115.
- Goodchild, M. 1992. *NCGIA Core Curriculum*. National Center for Geographic Information and Analysis. University of California. Santa Barbara.
- Gould, P. 1985. *The Geographer at Work*. Routledge & Keegan Paul. London. (Chapter 10: Spatial dynamics and self-organizing geographic systems).
- Gray de Cerdán, N. A.; Buzai, G. D. 1998. *La gestión ambiental mediante el panorama actual de las técnicas geoinformáticas*. Informe Técnico. Programa de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. CEA-UBA. Buenos Aires.
- Hartshorne, R. 1959. *Perspectives on the Nature of Geography*. Rand McMillan. Chicago. (Trad. portugués: Propósitos y Natureza da Geografia. Hucitec. Sao Paulo. 1978).
- IGM. 1987. *Atlas de la República Argentina*. Instituto Geográfico Militar. Buenos Aires.
- Langran, G. 1989. A Review of Temporal Database Research and Its Use in GIS Applications. *International Journal of Geographic Information Systems*. 3: 215-232.
- Langran, G. 1992. *Time in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. London.
- Lillesand, Th. M.; Kiefer, R.W. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. John Wiley & Sons. New York.
- Lombard, K.; Church, R. L. 1993. The gateway shortest path problem: generating alternative routes for a corridor location problem. *Geographical Systems*. 1: 25-45.
- Lynch, K.; Rodwing, L. 1958. A Theory of Urban Form. *Journal of the American Institute of Planners*. 24(4): 201-214.

- Makse, H. A.; Havlin, H.; Stanley, H. E. 1995. **Modelling Urban Growth**. *Nature*. 277: 608-612.
- Makse, H. A.; Turcotte, D. L. 1993. A diffusion-limited aggregation model for the evolution of drainage networks. *Earth and Planetary Science Letters*. 119: 379-386.
- Maling, D. 1992. *Coordinate Systems and Map Projections*. Pergamon. Oxford.
- Mandelbrot, B. 1984. *Los objetos fractales. Forma, azar y dimensión*. Tusquets. Barcelona.
- Marble, D. 1990. Geographic Information Systems: An Overview. En: D. Peuquet; D. Marble (Eds.) *Introductory readings in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. London. pp. 8-17.
- Marble, D. 1994. *GIS Workbook. OSU MAP-for-the-PC*. Department of Geography. The Ohio State University, Columbus.
- Marble, D. F.; Peuquet, D. J. 1983. The Computer and Geography: Sonic Methodological Comments. *The Professional Geographer*. 35(3): 343-344.
- Monmonier, M. 1974. Measures of Pattern Complexity for Choropleth Maps. *The American Cartographer*. 1(2): 159-169.
- Monmonier, M. 1990. Strategies for the Visualization of Geographic Time-Series Data. *Cartographica*. 27: 30-45.
- Morain, S.; López Baros, S. (Eds.). 1996. *Raster Imagery in Geographic Information Systems*. On Word Press. New York.
- Morehouse, S. 1990. The Architecture of ARC/INFO. *ARC News*. 12(2): 4-6.
- Morello, J.; Matteucci, S. D. 1997. Estado actual del subsistema ecológico del núcleo maicero de la pampa húmeda. En: J. Morello; O. Solbrig (Comps.) *¿Argentina Granero del Mundo: hasta cuando?*. Orientación Gráfica. Buenos Aires. pp. 57-112.
- Morello, J.; Matteucci, S. D.; Buzai, G. D.; Baxendale, C.; Rodríguez, A. 1998. *Aplicación de la tecnología SIG para el análisis del soporte biofísico en áreas metropolitanas como herramienta de planificación. El caso de Buenos Aires*. Informe Técnico. Programa de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. CEA-UBA, Buenos Aires.
- Morton, G. M. 1966. *A computer orientad geodetic data base and a new technique in file sequencing*. IBM Canadá Ltd. Ottawa.
- Muller, J. C; Lagrange, J. P.; Weitel, R. 1995. *GIS and Generalization. Methodology and Practice*. Taylor & Francis - European Science Foundation. London.
- Murphy, D. L. 1985. Estimating Neighborhood Variability with a Binary Comparison Matrix. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 51(6): 667-674.
- Murphy, R. E. 1966. *The American City: An Urban Geography*. McGraw-Hill. New York.
- Okabe, A.; Boots, B.; Sugihara, K. 1992. *Spatial Tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams*. John Wiley & Sons. New York.
- Pessanha Ribeiro, G.; Pires, P. F.; Lino, S. M.; Mattoso, M. L. Q. 1996. Um estudo de caso de sistema de banco de dados orientado a objetos em aplicacoes geográficas. *Anais GIS Brasil 96*. Sages Editoria. Curitiba. pp. 891-899.

- Peuquet, D. J. 1990. A conceptual framework and comparison of spatial data models. En: D. J. Peuquet; D. F. Marble (Eds.) *Introductory readings in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. London. pp. 250-285.
- Peuquet, D. J.; Boyle, A. R. 1984. *Raster Scanning, Processing and Plotting of Cartographic Documents*. SPRAD Systems. Williamsville. New York.
- Peuquet, D. J.; Marble, D. F. 1990. ARC/INFO: an example of a contemporary geographic information System. En: D. J. Peuquet; D. F. Marble (Eds.) *Introductory readings in Geographic Information Systems*. Taylor & Francis. London. pp. 90-99.
- Pickles, J. 1993. Discourse on Method and the History of Discipline: Reflections on Dobson's 1983 Automated Geography. *The Professional Geographer*. 45(4): 451-455
- Poiker, T. K. 1983. The Shining Armor of the White Knight. *The Professional Geographer*. 35(3): 348-349.
- Raisz, E. 1974. *Cartografía General* Omega. Barcelona.
- República Argentina. 1991. *Censo Nacional de Población y Vivienda 1991*. (Resultados Provisionales). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Buenos Aires.
- República Argentina. 1993. *Censo Nacional de Población y Vivienda 1991 - Capital Federal*. (Resultados Definitivos). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Buenos Aires.
- Samet, H. 1984. The quadtree and related hierarchical data structures. *ACM Computer Surveys*. 6(2): 187-260.
- Silva Pizarro, A.; Poulard, S.; Conning, A. 1995. An R+GIS tool to identify target populations for local-area planning. *Memorias 5ta. Conferencia y Curso Iberoamericano sobre Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, pp. 279-292.
- Strauch, J. C. M.; Mattoso, M. L. M. 1994. *Sistema de Informacoes Geográficas Orientados a Objetos*. Relatório Técnico. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro.
- Tomlin, C. D. 1983. *Digital Cartographic Modeling Techniques in Environmental Planning*. PhD Dissertation. Yale University.
- Torres, H. A. 1970. *Accessibility and residential location*. Working Paper 38. Land Use and Built Form Studies. University of Cambridge School of Architecture. Cambridge.
- Turner, M. G. 1989. Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. *Annual Review of Ecology Systematic*. 20: 171-197.
- Vapñarsky, C. A. 1978. Toward scientific foundations for the determination of localities in population censuses. *Genus*. XXXIV(1-2): 79-129.
- Vidal-Koppmann, S. 1995. La ciudad como objeto. Aplicación del lenguaje orientado a objetos al análisis del entorno urbano. *Memoria 5ta. Conferencia y Curso Iberoamericano sobre Sistemas de Información Geográfica*. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, pp. 269-277.
- White, D. 1979. Odyssey Design Structure. *Harvard Library of Computer Graphics, 1979 Mapping Collection*. 2: 207-215.
- Witten, T. A.; Sander, L. M. 1981. Diffusion-limited aggregation: A kinetic critical phenomenon. *Physical Review Letters*. 47: 1400-1403.

Witten, T. A.; Sander, L. M. 1983. Diffusion-limited aggregation. *Physical Review B*. 27: 5686-5697.

Worboys, M. F.; Hearnshaw, H. M.; Maguire, D. J. 1990. Object Oriented Data Modelling for Spatial Databases. *International Journal of Geographical Information Systems*. 4(4): 369-383.

Capítulo 6

Baulig, H. 1985. A Geografía é uma ciencia?. En: A. Christofletti (Org.) *Perspectivas da Geografia*. Difel. Sao Paulo. pp. 59-70 (Traducción del artículo original de 1948: La Geographie est-elle une science?. *Annales de Geographic*. 57(305): 1-11).

Beaugeau Garnier, J. 1971. *La Géographie - méthodes et perspectives*. Masson & Cie. París.

Buzai, G. D. 1992, Geoinformática: Teoría y Aplicación. *Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos*. 19: 11-17.

Buzai, G. D. 1996. Con la vista en el planeta. Geoinformación en Internet. *Punto COM*. 1(7): 19.

Buzai, G. D. 1997. Geoinformática. Panorama de una nueva disciplina científico-tecnológica. *CADXPRESS*. 4(37): 62-64.

Capel, H. 1983. *Filosofía y ciencia en la Geografía contemporánea*. Barcanova. Barcelona.

Cowen, D. J. 1983. Automated Geography and the DIDS (Decision Information Display System) Experiment. *The Professional Geographer*. 35(3): 339-340.

Daly, H. E. 1980. Introduction to Steady-State Economy. H. E. Daly (Ed.) *Economy, Ecology, Ethics. Essays Toward a Steady-State Economy*. W. H. Freeman. New York. pp. 11-43.

Dobson, J. E. 1983a. Automated geography. *The Professional Geographer*. 35(2): 135-143.

Dobson, J. E. 1983b. Reply to Comments on "Automated Geography". *The Professional Geographer*. 35(3): 349-353.

Dobson, J.E. 1993. The Geographic Revolution: A Retrospective on the Age of Automated Geography, *The Professional Geographer*. 45(4): 431-439.

Dollfus, O. 1992. Systeme Terra et Systeme Monde. *L'Espace Geographique*. 3: 223-229.

García Ramón, M. D. 1985. *Teoría y Método en la Geografía Humana Anglosajona*. Ariel, Barcelona,

Gómez Mendoza, J.; Muñoz Jiménez, J.; Ortega Cantero, N. 1982. *El pensamiento geográfico*. Alianza, Madrid,

Goodchild, M. F. 1992. Geographical information sciences. *International Journal of Geographic Information Systems*. 6(1): 31-45,

Gottmann, J. 1970. Urban Centrality and the interweaving of quaternary activities. *Ekistics*. 29: 322-331.

Granger, K. 1998. The Globalization of GIS. *GISASIAPACIFIC*. February/March: 16.

Haggett, P.; Chorley, R. 1967. Models, Paradigms and the New Geography. En: R. Chorley; P. Haggett (Eds.) *Models in Geography*. Methuen. London. (Trad. español: La Geografía y los modelos socioeconómicos. IEAL. Madrid. 1971).

Haken, H. 1994. *Fórmulas del éxito en la naturaleza*. Salvat. Barcelona.

- Hartshorne, R. 1939. The Nature of Geography: A critical survey of current thought in the light of the past. *Annals of the Association of American Geographers*. 29: 173-658.
- Hartshorne, R. 1959. *Perspectives on the Nature of Geography*. Rand McMillan. Chicago. (Trad. portugués: Propósitos y Natureza da Geografia. Hucitec. Sao Paulo. 1978).
- Hartshorne, R. 1959. *Perspectives on the Nature of Geography*. Rand McMillan. Chicago. (Trad. portugués: Propósitos y Natureza da Geografia. Hucitec. Sao Paulo. 1978).
- Harvey, D. 1989. *The Condition of Postmodernith. An Enquiry into the Origins of Cultural Change*. Basil Blackwell. Oxford.
- Harvey, D. 1995. Entrevista a David Harvey. *Geographikós*. 5(6): 55-65.
- Kemp, K. K.; Goodchild, M. F.; Dodson, F. G. 1992. Teaching GIS in Geography. *The Operational Geographer*. 44(2): 181-191.
- Kuhn, T. S. 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press. Chicago. (Traducción español: La Estructura de las Revoluciones Científicas. Fondo de Cultura Económica. México. 1993. Décima reimpresión).
- Lang, L. 1995. The Democratization of GIS. *GIS World*. 8(4): 62-67.
- Lovelock, J. E. 1979. *Gaia*. Oxford University Press. Oxford.
- Lovelock, J. E. 1991. *The Ages of Gaia*. Oxford University Press. Oxford.
- Lyotard, J. F. 1995. *La Condición Postmoderna*. Reí. Buenos Aires.
- Masterman, M. 1970. The Nature of Paradigms. I. Lakatos; A. Musgrave (Eds.). *Criticism and the Growth of Knowledge*. Cambridge University Press. Cambridge. (Trad. español: La Naturaleza de los Paradigmas. En: La critica y el desarrollo del conocimiento. Grijalbo. Barcelona. 1975).
- Naveh, Z. 1982. Landscape ecology as an emerging branch of human ecosystem science. *Advanced Ecological Resources*. 12: 189-247.
- Naveh, Z.; Lieberman, A. S. 1984. *Landscape Ecology: Theory and Applications*. Springer-Verlag. New York.
- Nemeth Baumgartner, A. 1994. *Macrometanoia. Un nuevo orden, una nueva civilización*. Sudamericana. Santiago.
- Pickles, J. 1991. Geography, GIS and the surveillant society. *Papers and Proceedings of Applied Geography Conferences*. 14: 80-91.
- Pickles, J. 1995b. Representations in an Electronic Age. Geography, GIS and Democracy. En: J. Pickles (Ed.). *Ground Truth*. The Guilford Press. New York. pp. 1-30.
- Prigogine, I. 1996. *El fin de las certidumbres*. Andrés Bello, Santiago.
- Roberts, S. M.; Schein, R. H. 1995. Earth Shattering. Global Imagery and GIS. En: J. Pickles (Ed.). *Ground Truth*. The Guilford Press. New York. pp. 171-195.
- Sagan, C. 1997. *Contacto*. Emecé. Buenos Aires.

Schaefer, F. 1953. Excepcionalism in Geography: A methodological examination. *Annals of the Association of American Geographers*. XLIII: 226-229. (Trad. español: (H. Capel) Excepcionalismo en Geografía. Ediciones de la Universidad de Barcelona. 1970. y en Randle, 1984).

Sheppard, E. 1993. Automated Geography: What Kind of Geography for What Kind of Society. *The Professional Geographer*. 45(4): 457-460.

Soja, E. 1989. *Postmodern geographies: the reassertion of space in critical social theory*. Verso. London.

Spretnak, Ch. 1992. *Estados de Gracia. Como recuperar el sentido para una posmodernidad ecológica*. Planeta. Buenos Aires.

Slevens, P. S. 1995. *Patrones y pautas en la naturaleza*. Salvat. Barcelona.

Vattimo, G. 1990. *La Sociedad Transparente*. Paidós. Buenos Aires.

Vilá Valenti, J. 1983. *Introducción al Estudio Teórico de la Geografía*. Ariel. Barcelona.

Wigley, M. 1995. La deconstrucción del espacio. En: D. Fried Schnitman. *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*. Paidós. Buenos Aires. pp. 235-257.

AGRADECIMIENTOS

El reconocimiento a todos aquellos colegas que influyeron en la realización de esta *aventura geográfica* inevitablemente será extenso, ya que la reconstrucción del camino seguido hacia la culminación de los resultados que aquí se presentan me permite partir desde mi primer contacto con la investigación geográfica. Con el fin de poder brindar un orden a todos mis agradecimientos los he dividido en diferentes ámbitos de los cuales he obtenido *experiencias geotecnológicas* que me han posibilitado reflexionar sobre el tema desde diferentes perspectivas y que han sido decisivas al encarar la tarea.

Comienzo por agradecer en el ámbito de la investigación científica:

Al Arq. Horacio A. Torres y Arq. María A. I. de Nistal, ambos investigadores de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UBA, dónde como personal técnico del CONICET participé de la instalación y de los primeros resultados obtenidos mediante la flamante tecnología SIG llegada al país como donación en 1987; OSU MAP-for-the-PC de *The Ohio State University* y PC ARC/INFO de *Environmental Systems Research Institute*.

Al Dr. Juan A. Cebrián, investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de Madrid, por haberme ayudado en aspectos geotecnológicos de aplicación fundamentales para mis investigaciones urbanas de 1989, las cuales dieron como resultado principal la parte metodológica de mi tesis de licenciatura.

Al Lic. Darío C. Sánchez, investigador del CONICET, por los amplios debates respecto de la evolución de los métodos cuantitativos en Geografía y del papel que han desempeñado en la evolución geotecnológica.

A la Lic. Haydeé Karszenbaum, investigadora del CONICET, por la gestión y obtención de la beca que me ha permitido asistir al Curso Nacional de Procesamiento Digital de Imágenes Satelitales con ERDAS y ERDAS GIS en CAERCEM/CONICET.

A la Dra. Nelly A. Gray de Cerdán, directora de la Sociedad Iberoamericana sobre Sistemas de Información Geográfica (SIBSIG), por brindarme la posibilidad de integrar la Comisión Técnica Argentina de la *V Conferencia y Curso Iberoamericano sobre Sistemas de Información Geográfica* realizada en la Universidad Nacional de Cuyo (Mendoza) en 1995. Allí he tenido oportunidad de conversar con prestigiosos colegas: nuevamente con el Dr. Juan A. Cebrián (CSIC, Madrid) y con el Dr. J. Armando Guevara (Genasys, Estados Unidos).

Al Dr. J. Armando Guevara (Genasys, Estados Unidos) por el envío de sus trabajos y por el intercambio de opiniones vía e.mail.

Al Dr. E. Lynn Usery de la *University of Georgia*, por la invitación para participar del *Symposium on Mapping and Geographic Information Systems* del ISPRS. Su amabilidad permitió mi participación en poster y la publicación del trabajo, asimismo la realización

de un informe que resultó ser mi primera sistematización acerca de la evolución de la temática en Argentina,

Al Dr. Jorge Morello, quién apoyó mis actividades en SIG desde 1995, solicitando mi participación en la definición de los aspectos técnicos para el proyecto internacional *Cambios de usos del suelo y biodiversidad en la Pampa Argentina*, en el marco del convenio entre el Centro de Estudios Avanzados de la UBA, INTA y Harvard University, y por brindarme la posibilidad de implementar el laboratorio de SIG del Programa de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (CEA-UBA) con subsidio del CONICET.

A la Eng. Suely B. Laskowski, directora de *Fator GIS - A revista de Geoprocessamento*, por haberme invitado a participar del consejo editorial de la revista durante 1996 y 1997, y al mismo tiempo la posibilidad de pertenecer a la Comisión Técnica de GIS Brasil en los mismos años, Dicho puesto me ha permitido realizar enriquecedores cambios de opiniones en sucesivos viajes a Curitiba con prestigiosos colegas brasileños; Dr. Alvaro Crósta (Unicamp), Dra. Claudia Bauzer Medeiros (Unicamp), Ing. Gilberto Camara (INPE), Lic. Flavio Yuaca (Comdata), Dr. Rafael A. Sanzio dos Anjos (UNB) y Lic. Reinaldo P. Machado (USP).

Al Dr. Harold Schuch (Geoconsul, Estados Unidos), consultor en geotecnología de Naciones Unidas y Banco Mundial, por las enriquecedoras discusiones realizadas en Curitiba durante GIS Brasil 97 y GIS Brasil 98.

Al Dr. Antonio Christofolletti, investigador de la Universidade Estadual Paulista (Rio Claro), por la visita que me ha realizado en Buenos Aires y las largas discusiones acerca de los nuevos rumbos de la Geografía en el contexto de la globalización.

Al Lic. Guillermo Lemarchand y Lic. Andrés Schuschny, investigadores del Centro de Estudios Avanzados de la UBA, por avanzar conmigo respecto de la relación entre la Geografía y los nuevos aspectos de la Física que son de utilidad para el análisis cuantitativo de las distribuciones espaciales.

A la Lic. Silvia Merolla, investigadora de la DAIS/MOSP (La Plata), por las importantes charlas respecto del papel desempeñado por el procesamiento digital de imágenes dentro de la geotecnología y su relación con la tecnología SIG.

Al Prof Guillermo Boido, investigador de la Universidad Nacional de La Plata y CONICET, por haberme brindado pautas de gran valor para encarar la parte historiográfica de la presente investigación.

Al CNPq de Brasil por el subsidio económico recibido para poder asistir a *GeoDigital '96 - Simpósio Internacional sobre Novas Tecnologia Digitais em Geografia e Cartografia* realizado en la Universidad de San Pablo (Brasil) y tener allí la posibilidad de discutir temas con profesionales de reconocido prestigio: Dra. Arlete Meneguette (UNESP, Presidente Prudente), Dr. Flavio Sammarco Rosa (USP) y Dr. Don Parkes (University of Newcastle, Australia).

A la Dra. Arlete Meneguette, investigadora de la Universidade Estadual Paulista en Presidente Prudente, por haberme invitado a participar de los *chats* de discusión organizados por ella en el CNPq de Rio de Janeiro y los amplios debates que hemos realizado acerca del rol de la geotecnología dentro de las Ciencias de la Información Geográfica y en la enseñanza universitaria.

Al Prof. Heinrich Hasenack de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul por la posibilidad de realización de una pasantía como investigador visitante del Centro de Recursos Idrisi bajo su dirección en 1997 y por proveerme la totalidad del material bibliográfico en geotecnología obtenido durante su estadía como investigador en la Universidad de Münster (Alemania).

A FONCYT y a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UBA por brindarme el subsidio económico necesario para poder cumplir la pasantía mencionada.

Varios también fueron los profesionales que me han acompañado en la tarea docente en educación superior. Mi agradecimiento:

Al Ing. Nicolás Patteta, Mg. Luis Acosta y Prof. Osvaldo de la Cuétara, con quienes he compartido la asignatura Principios de Computación de la carrera de Geografía-UBA desde 1988 y con quienes hemos evaluado diferentes *software* SIG educativo; OSU MAP-for the PC (versiones 2 y 4), RasterGIS (version 1), Arc/View (version 1.0), EPI MAP (versiones 1 y 2), Idrisi (version 3.2 y 4.1.) e Idrisi for Windows (versiones 1 y 2).

A la Dra. Elena Chiozza, por su apoyo constante respecto de mi actividad docente en geotecnología en la División Geografía y la Carrera de Información Ambiental de la Universidad Nacional de Luján. Asimismo por impulsar la creación del Laboratorio de Cartografía Digital de la UNLu y confiar en mí para la realización del proyecto que fuera aprobado por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Cultura y Educación de la Nación.

A la Dra. Susana Curto de Casas, Prof Dora N. S. Desjardins, Dr. Jorge Morello, Lic. Héctor Echechuri, Ing. Indiana Basterra y Dra. Elena Chiozza por posibilitarme dictar cursos de grado y postgrado en SIG en la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Universidad Nacional de Tucumán, Centro de Estudios Avanzados UBA, Universidad Nacional del Comahue, Universidad Nacional del Nordeste y Universidad Nacional de Luján, respectivamente. Dicho contacto con alumnos profesionales de diferentes disciplinas y lugares del país ha sido de suma importancia al momento de evaluar aspectos interdisciplinarios y diferentes visiones regionales.

A la Dra. Silvia Matteucci, investigadora del CONICET y docente de la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA, con quien he compartido el dictado de curso de postgrado en el Centro de Estudios Avanzados de la UBA, donde pude ver la verdadera relación entre la geotecnología y las actuales perspectivas en Ecología del Paisaje.

En la tarea de difusión y evaluación de la geotecnología en el ámbito de la educación media agradezco:

Al Lic. Daniel Kaplan de la revista *Novedades Educativas* por permitir llegar a los docentes del nivel medio con cursos y talleres en el Congreso de Novedades Educativas y artículos en la revista.

A la Lic. Diana Durán y Lic. Claudia Baxendale, como coautora y colaboradora del libro "Enseñar e investigar con Sistemas de Información Geográfica", el cual nos ha permitido ofrecer a los docentes un material bibliográfico para guiarlos en la utilización de la geotecnología en la implementación de proyectos de investigación en el aula.

Al Lic. Gustavo Ressa, Director de Editorial Troquel, por apostar a la publicación del mencionado libro que fue premiado por la Fundación del Libro (Feria del Libro 1998) con "Mención de Honor" como *Mejor Libro Educativo de 1997*.

Dejando los ámbitos científicos y académicos, mi agradecimiento a los siguientes colegas por permitirme experimentar la implementación y difusión de la geotecnología en los ámbitos privados y públicos.

Al Lic. Marcelo Dupuy, quien apoyo mis tareas técnicas en SPANS GIS 2.1, GIWS 1.0. y CableCAD 1.0, como becario de Sistemas de Información Geográfica de IBM Argentina SA durante 1991.

Al Prof. L. Fernando Paso Viola, por apoyar mis tareas en cartografía digital con Adobe Illustrator 6.0. mediante equipamiento Macintosh en Geosistemas-Centro de Recursos en Geografía y Cartografía, y confiar en mi la coordinación de las actividades en geoprosesamiento.

Al Prof. Walter Racca, quien me brindó la posibilidad de introducir desarrollos geotecnológicos en el Programa de Agua Potable y Saneamiento del Ministerio de Cultura y Educación de la Provincia de La Pampa en 1992.

Al Prof. Gerardo Tozzi y Prof. Jorgelina Seminario, quienes me brindaran la posibilidad de implementar tecnología SIG en la Dirección de Educación Media, Técnica y Agraria de la Provincia de Buenos Aires y coordinar un programa técnico geográfico: "SIG-Diagnóstico territorial, socioeconómico y educativo de la Provincia de Buenos Aires", durante 1997 y 1998. .

La lista no estaría completa sin mi agradecimiento a aquellas personas que facilitaron la búsqueda de bibliografía.

A la Lic. Claudia Bracchi de la Dirección de Educación Media, Técnica y Agraria de la Provincia de Buenos Aires por obtener vía Internet material sumamente valioso de diversas bibliotecas y *servers* de diferentes países.

A la Lic. Stella Catoggio, actualmente en Nueva York, a la Lic. Vivian Iurchuk, actualmente en Munich, al Lic. Marcelo Sili, actualmente en Toulouse, al Lic. Manuel Arcila, de Cádiz, por el envío de material impreso en América Anglosajona y Europa que les he solicitado.

A la Prof. Andrea Rodríguez, investigadora del Centro de Estudios Avanzados de la UBA, por la búsqueda de material en las bibliotecas del MIT (Massachusetts Institute of Technology) y de Harvard University.

A la Lic. María Inés Bustamante, bibliotecaria del Centro de Estudios Avanzados de la UBA por la suscripción a GIS World (GIS World Inc., Colorado).

Al Cart. Ricardo Kulevicius por compartir conmigo la suscripción personal del International Journal of Geographical Information Systems (Taylor & Francis, London).

A Sagres Editora Ltda. de Curitiba por concederme la suscripción gratuita y permanente de *Fator GIS*.

Al Lic. Domingo Merlino por facilitarme material y poner a mi disposición la biblioteca del Vicerrectorado de Investigación y Desarrollo de la Universidad del Salvador.

Al personal de las bibliotecas que he visitado personalmente: Facultad de Filosofía y Letras, Facultad de Ciencias Económicas y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Lujan, Congreso de la Nación Argentina, Nacional, Departamento de Historia de la Universidade Federal de Paraná, Universidade Católica de Paraná, Instituto de Computacao y Departamento de Geología de la Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Faculdade de Ingeniería y Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas de la Universidade de Sao Paulo, Instituto de Computacao de la Universidade de Campinas.

Por último una mención muy especial a quienes han guiado mi recorrido intelectual durante los últimos tres años:

A la Dra. Nelly Gray de Cerdán y al Dr. Jorge Morello

A ambos por la permanente voluntad de construcción, por la amplitud de criterios, por posibilitarme complementar mis tareas técnicas de extrema dureza con una actitud de mayor reflexión que me ha posibilitado sentirme más geógrafo. Asimismo quiero destacar las importantes enseñanzas que he recibido para la actividad científica en general y los muchos ejemplos para la vida.

Eternamente agradecido.

G. D. B.