



PERSPECTIVAS DIGITALES

*Visiones espaciales y carta a los futuros usuarios de Sistemas de
Información Geográfica*

Dr. Gustavo D. Buzai

Abstract

DIGITAL PERSPECTIVES

Spatial views and letter to future users of Geographic Information Systems

Digital representations of actual geographic space are each day occupying increasingly greater attention on the part of Geography researchers and teachers. Both Geographic Information Systems and their multiple related technologies have reached such a degree of integration that it is now possible to automatize the majority of procedures for spatial analysis in the context of personal computers. From the monopolized systems that sprung from Argentina's institutional outlook in the mid-80's to present-day free systems, from the perspective of a traditional regional analysis since the early 20th century to today's digital regions, the roads taken are all converging towards the best digital perspectives. This presentation deals with these roads, shows the deficiencies already overcome during the last decade, and attempts at providing evidence of the advantages which might be available to the future generations of users.

Resumen

Las representaciones digitales del espacio geográfico real cada vez ocupan mayor atención en la investigación y docencia en Geografía. Tanto los Sistemas de Información Geográfica como sus múltiples tecnologías asociadas han llegado a un grado tal de integración que permiten automatizar en el ambiente de las computadoras personales la mayoría de los procedimientos de análisis espacial. Desde los sistemas monopolizados a partir de un punto de vista institucional en Argentina de mediados de los ochenta hasta los sistemas libres de la actualidad, de la perspectiva de un análisis regional tradicional desde inicios del siglo veinte hasta las regiones digitales de hoy, se han recorrido caminos que convergen hacia las mejores perspectivas digitales. Esta presentación aborda estos caminos, muestra las deficiencias superadas durante la última década e intenta dejar en evidencia las ventajas de las cuales dispondrían las nuevas generaciones de usuarios.

Durante la década de 1990, la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se ha convertido definitivamente en la *vedette* del análisis geográfico de cara al siglo veintiuno.

La valorización generalizada de estas aplicaciones ha sido muy importante y su prestigio fue creciendo simultáneamente a la incorporación conceptual de las variables de localización espacial (x e y), altitud o atributo (z) y tiempo (t) en diversos campos temáticos. Por lo tanto, en la práctica concreta, además, se han convertido en elementos imprescindibles en la búsqueda de una visión completa del mundo real. De esta manera desde diferentes ciencias se recurre cada vez más a la localización espacial como elemento explicativo.

La transformación del mundo real en un modelo digital posible de ser visto en los monitores y de ser manipulado mediante procedimientos computacionales exige una serie de transformaciones conceptuales que finalizan cuando todo puede ser medido a través del *byte*. Mediante esta fragmentación y estandarización, todo objeto geográfico puede definirse digitalmente a través de una geometría particular (punto, línea o polígono), una localización espacial específica dentro de un sistema de coordenadas (x - y o *latitud-longitud*), una serie de características propias de cada entidad (campos de información o variables) y su existencia en un momento histórico (instante en el que fueron realizadas las mediciones).

Concretar estos aspectos mediante medios computacionales se logra a través de la generación de bases de datos alfanuméricas y bases de datos gráficas. Existen una serie de tecnologías asociadas para poder trabajar en ambos campos, por ejemplo, las bases de datos alfanuméricas (almacenan letras o números) se pueden asociar al uso de editores de textos, administradores de bases de datos, planillas de cálculo, software de análisis estadístico y sistemas de posicionamiento global (GPS), es decir, que con cada uno de estos sistemas se podrá almacenar información numérica o de texto que corresponda a cada elemento espacial considerado en el trabajo, mientras que las bases de datos gráficas almacenarán la forma de estos

objetos, y pueden realizarse a través de programas de diseño asistido por computador (CAD), cartografía asistidas por computadora (con *software* de diseño gráfico), el procesamiento digital de imágenes satelitales, el modelado digital de elevación (3D) y el *software* de conversión gráfica que permite intercambiar formatos de almacenamiento.

Muchos usuarios de computadoras personales ya han utilizado alguno de estos programas computacionales para realizar tareas específicas; un editor de textos como *Microsoft Word* para escribir cartas, una base de datos como *Microsoft Access* para hacer una agenda o una planilla de cálculos como *Microsoft Excel* para tener ordenada la economía familiar, pero en ninguno de estos casos seguramente se ha relacionado, ni siquiera mentalmente, con las tareas posibles de ser llevadas a cabo mediante el uso de la tecnología SIG. ¿Quién puede pensar que un editor de textos cumple un papel importante cuando se utiliza un software tan “sofisticado” como un SIG? (sofisticado específicamente entre comillas porque esa es la idea generalizada). Para ejemplificar esta relación podemos mencionar que los SIG poseen un editor de textos propios para que el usuario pueda realizar algunas tareas de forma simple, como modificar datos o realizar modelos de secuencias (archivos que contienen un listado de ordenes que se realizarán automáticamente cuando el sistema lea y ejecute secuencialmente su contenido), entonces surge una pregunta: ¿un simple editor de textos puede pertenecer a un campo mayor denominado *Geoinformática*?

Tecnologías asociadas y combinaciones fundamentales

Cuando se combinan las bases de datos alfanuméricas con las bases de datos gráficas y estas últimas se encuentran ubicadas dentro de un sistema de coordenadas aparece el concepto de SIG. Si del SIG como núcleo tecnológico salimos hacia los bordes, comenzamos a encontrar diferente tipo de *software* que sirve de apoyo como tecnología asociada y que en su totalidad forman el campo

que llamamos Geoinformática.

La Geoinformática se convierte en un campo de gran amplitud en el cual se pueden incluir todo tipo de *software* de aplicación y del cual la tecnología SIG es su núcleo (al tomar el lugar central y posibilitar la vinculación entre todos los componentes). Esto resulta posible porque la Geoinformática no la definimos a través del tipo de *software* que la integra, sino a través de la clase de información que debe manejar: información geográfica o *geoinformación*, es decir, aquella que está ubicada con precisión en el sistema de coordenadas geográficas. Por lo tanto todo tipo de aplicación puede ser incluida, desde las más generales hasta las más específicas, pues todas pueden relacionarse en un enlace de sucesivas transformaciones que posibilitan la creación de un modelo digital de la realidad.

Despejando el núcleo de la Geoinformática, es decir, los vínculos que se hacen posible en la información referenciada espacialmente, encontramos una serie de subsistemas del SIG. Son aquellos que permiten definir a los SIG en base a su funcionalidad, la de poder realizar un *ingreso, almacenamiento, tratamiento y reporte* de la geoinformación.

Si pensamos en los diferentes subsistemas desde la perspectiva amplia que nos proporciona el campo de la Geoinformática, podemos preguntarnos si es necesario que un SIG tenga un subsistema de *ingreso* de información (digitalización) o ¿se podría suplantar este subsistema con algún *software* componente de la Geoinformática?. En la actualidad todo SIG puede incorporar información en formatos gráficos estándar de los programas CAD (*vectorial*: puntos, líneas o polígonos) o de los sistemas de *scanner* (*raster*, cuadrículas de *pixels*), es decir, que cualquier sistema para la generación de bases de datos gráfica estaría posibilitado técnicamente de ocupar ese lugar.

Lo mismo podríamos preguntarnos acerca de los siguientes subsistemas: ¿es necesario que un SIG tenga un sistema propio de almacenamiento de datos? ¿o podríamos suplantarlo con algún componente de la Geoinformática?. Por ejemplo,

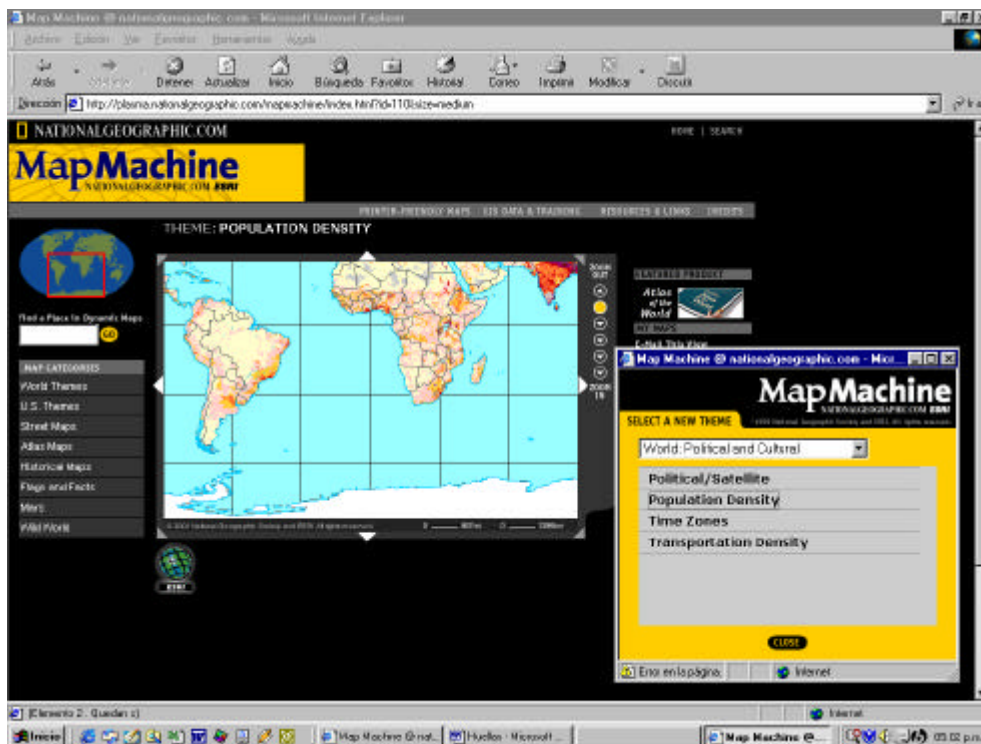


FIGURA 1: Mapas dinámicos en Internet.

Sitio de la *National Geographic Society* (www.nationalgeographic.com) y la posibilidad de construir cartografía *on-line* a través del *MapMachine* realizado con tecnología de ESRI (Environmental Systems Research Institute). Se encuentran disponibles todas las funciones de consultas de un SIG bajo un ambiente de hipertexto.

en la actualidad todos los SIG pueden incorporar formatos estándares de los administradores de bases de datos.

El subsistema de *tratamiento*, es el central e imposible de ser reemplazado, pues en él se encuentran las funciones específicas del sistema, es el encargado de vincular las bases de datos gráficas con las bases de datos alfanuméricas y de georeferenciar la información. Cuenta con una *caja de herramientas* que permite realizar los diferentes procedimientos de consulta, análisis espacial y generación de resultados.

Por lo tanto, los sistemas de *software* integrantes de la Geoinformática a través de sus posibles combinaciones brindan la posibilidad de pensar en la existencia de un “SIG máximo” que contiene los cuatro subsistemas y de un “SIG mínimo” que contiene únicamente el subsistema central, el de *tratamiento*. Este último, combinado eficientemente con diferentes tipos de *software* que le sirvan de apoyo, podrá tener la misma funcionalidad que el primero debido a que la eficiencia del SIG sólo puede ser evaluada a través de la capacidad del subsistema central que se encuentra presente en los dos.

Cabe mencionar en este punto que de acuerdo a las consideraciones precedentes, tanto del SIG máximo como mínimo se puede esperar similar utilidad y de parte del usuario, simplemente se debe saber solicitar la realización de procedimientos en base a la capacidad del *software*. Según Gilberto Camara (1994) pueden considerarse cinco funciones básicas para evaluar la capacidad de un SIG: *Análisis Geográfico, Procesamiento Digital de Imágenes, Modelado de Redes, Producción Cartográfica y Modelado Numérico de Terreno*. Los SIG actuales realizan estos procedimientos pero no con similar aptitud, por lo tanto el usuario debe ver cual es la principal aptitud en base a los requerimientos de su trabajo y a partir de esto determinar cual puede resultarle el mejor sistema.

El espacio geográfico en los SIG

Durante el siglo veinte el concepto de “región” actuó como núcleo central de nuestra ciencia, la forma en la que los geógrafos se aproximaban al estudio del espacio geográfico y sus regiones propició las correspondientes discusiones sobre el objeto de estudio, métodos de aplicación y las escalas del trabajo geográfico como formas fundamentales de acceder al estudio espacial del mundo real.

El paradigma de la *Geografía Regional* se apoyaba en la existencia *a-priori* de las regiones geográficas. Era un entorno vivencial que los geógrafos con una importante capacidad descriptiva debían descubrir y luego de este descubrimiento debían ser estudiados en ella todos los aspectos físicos y humanos. Durante las primeras décadas del siglo veinte se pensó, de esta manera, en la posibilidad de realizar estudios con total objetividad.

El cambio en el sentido de estos estudios, si bien tiene su origen en la segunda mitad de la década de 1920 a través de los estudios de Alfred Hettner, fue Richard Hartshorne a finales de la década de 1930 quien propone un método para la construcción de regiones y así surge una vertiente racionalista que como *Geografía Racionalista* ve la delimitación de espacios sobre la superficie terrestre como una tarea producto de la razón humana.

Se debería llegar hacia mediados del siglo veinte para que se produjera una nueva perspectiva de análisis espacial cuando las regiones comenzaran a ser construidas a través de metodologías cuantitativas, a partir de procedimientos estadísticos aplicados en la *matriz de datos geográfica* propuesta por Brian J.L. Berry, uno de los principales exponentes del paradigma que ha dado nacimiento a la *Geografía Cuantitativa*.

En la década de 1970 surgen las posturas “radicales”, aquellas que se encontraron radicalmente opuestas al cuantitativismo de décadas anteriores en dos vertientes: los estudios de la percepción y visiones individuales en una *Geografía Humanista* y los estudios basados en una perspectiva socioeconómica marxista

que impulsaron una geografía crítica definida como *Geografía Radical*. En esta etapa, y para ambas perspectivas, el poner límites al espacio era una tarea secundaria, puesto que sus intereses temáticos transitaban otros caminos, volcados hacia lo psicológico en el primer caso y hacia aspectos económicos (la principal estructura que permite entender la sociedad es la económica) en el segundo.

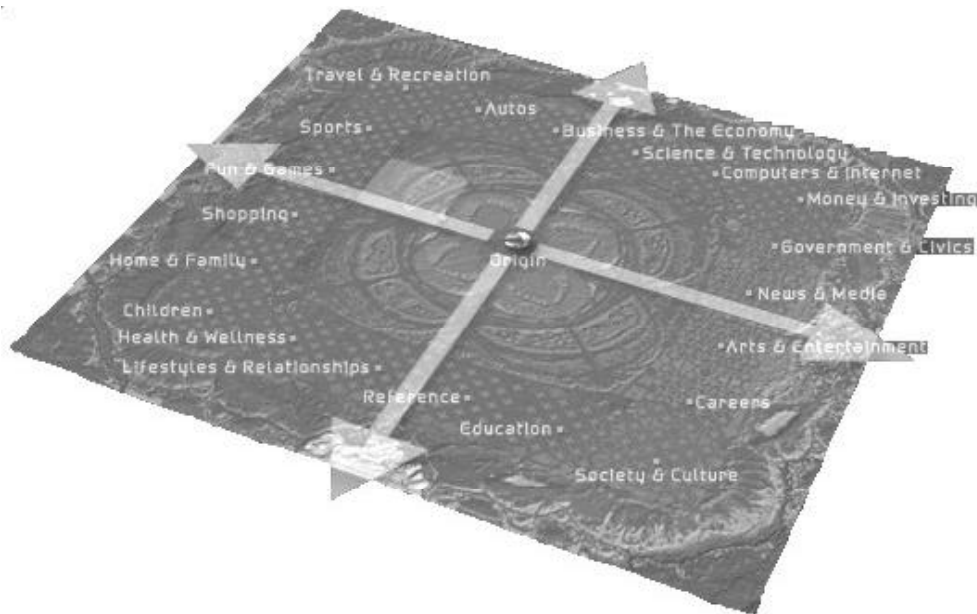


FIGURA 2: Navegación visual

ViOS – Internet en 3D (www.vios.com) presenta un nuevo concepto para la navegación y búsqueda de sitios web en Internet, que se apoya en metáforas del espacio geográfico real. La imagen nos muestra la posición del usuario en el centro y los sitios a contactar en un círculo que nos trae reminiscencias de *El Estado Aislado* de Heinrich von Thünen de hace casi dos siglos atrás.

La década de 1990, que presenta una nueva situación de crisis en nuestra ciencia, traería consigo otras formas de pensar y actuar para el abordaje del espacio geográfico.

En el libro *Geografía Global* (Buzai, 1999) se presenta que las perspectivas geográficas actuales llevan a la fragmentación de la disciplina en un campo de conocimientos tripartito. Los estudios geográficos hoy, comienzan a ser vinculados a una de las siguientes perspectivas:

1. La *Ecología del Paisaje* principalmente desarrollada desde la primera mitad de la década de 1980 con aporte de las ciencias naturales y la geografía como ciencia física.
2. La *Geografía Postmoderna* que intenta incorporar el espacio a la tradición de análisis marxista que lo había dejado de lado en las décadas anteriores en detrimento de otras ciencias sociales. Cabe mencionar que hoy se habla de una revalorización del espacio, sin embargo, es necesario aclarar que consideramos incorrecta esta apreciación, debido a que no todos los paradigmas lo habían dejado de lado. Esta perspectiva surge desde el ámbito geográfico a través del libro de Edward Soja (1989).
3. La *Geografía Automatizada* pone su foco de atención en el impacto que las tecnologías digitales (hoy denominadas TIG – Tecnologías de la Información Geográfica) traerían a la Geografía. Esta perspectiva también surge desde la Geografía a partir de los artículos de Jerome E. Dobson (1983a, 1983b).

Una primera impresión y desde un punto de vista de la historia del pensamiento geográfico podrían mostrarnos que se trata de la aparición de nuevos paradigmas que llevan a nuevos períodos de ciencia normal. Sin embargo un análisis pormenorizado de los conceptos y los métodos empleados por estas tres perspectivas nos permiten afirmar que se trata de *revalorizaciones*. La *Ecología del Paisaje* respecto de los procedimientos de la *Geografía Regional* y aspectos de la *Geografía*

Racionalista sin desestimar los aportes del cuantitativismo. La *Geografía Postmoderna* respecto de la *Geografía Radical*, la revalorización del espacio y el camino hacia la construcción de una teoría social crítica en confluencia con otras disciplinas sociales, y la *Geografía Automatizada* respecto de la *Geografía Racionalista* y principalmente de la *Geografía Cuantitativa* que brinda la base matemática y estadística para su aplicación.

Siguiendo esta línea, hoy podemos hablar de la existencia de la Región Digital que tiene influencia en el mundo real a través de los procesos de toma de decisión, porque los SIG actuales revalorizan decididamente dos procedimientos de análisis utilizados por las posturas geográficas que le dan sustento.

Desde un punto de vista cualitativo, los aportes de la construcción de regiones por superposición de mapas (capas temáticas) en estructuras *raster* se ha convertido en uno de los procedimientos de análisis más utilizados.

Podemos tomar como ejemplo la obtención de áreas de aptitud a partir de superposición de capas temáticas individuales reclasificadas de la siguiente forma: Valor 0 = sin aptitud y Valor 1 = con aptitud, en este sentido una multiplicación de los mapas daría como resultado un área en la cual sean combinados todos los valores de aptitud, mientras que una suma daría una escala de aptitudes con un valor máximo de acuerdo a la cantidad de mapas utilizados.

Estos procedimientos pueden ampliarse a través del uso de valores de ponderación en cada mapa (de acuerdo a la importancia que se le atribuye a cada uno dentro de la problemática total que tendrá un puntaje de 100). En SIG estos procedimientos son conocidos como métodos de *evaluaciones multicriterios*.

Desde un punto de vista cuantitativo, los aportes de construcción regional se ligán específicamente con el uso de los *programas de análisis estadístico* y las aplicaciones de *linkage analysis* o *cluster analysis*, procedimientos numéricos que clasifican espacios desde un punto de vista de múltiples variables.

De esta manera puede verse que si bien el primer procedimiento ejemplificado

es el que lleva a una solución única, los siguientes van mostrando una progresiva flexibilidad para la delimitación espacial, la construcción de regiones y en este sentido el análisis espacial digital adquiere una gran riqueza al poder construir progresivamente el resultado final.

Hacia un espacio digital

En la actualidad las tecnologías digitales hacen que el espacio geográfico y las regiones puedan ser pensadas como nuevos mundos, ya que se pueden definir en el interior de un nuevo ámbito, el espacio que se encuentra entre las pantallas de las computadoras.

En la década de 1980 el escritor de ciencia ficción William Gibson (1984) en su novela *Neuromante* presento por primera vez el concepto de Ciberespacio, y a partir de ese momento sería considerado como una matriz (*the matriz*) electrónica de interconexión entre las bases de datos digitales ubicadas en cualquier lugar del mundo conectado a la red, el actual Internet. Es un nuevo espacio que se superpone cada vez con mayor fuerza a la geografía real de los paisajes empíricos.

En este sentido, el siglo veintiuno también se nos presenta con nuevas perspectivas en el marco de la cibercultura y la simulación digital. Así aparece el campo de la Cibergeografía como el estudio de la naturaleza espacial de las actuales redes de comunicación y los espacios perceptivos existente detrás de los monitores (Dodge & Kitchin, 2001). En esta línea, los estudios posibles de ser encarados incluyen una variedad importante de fenómenos, desde los puramente materiales como el estudio de la distribución espacial de las infraestructuras físicas de comunicación hasta los más abstractos, como la percepción humana de los nuevos espacios digitales.

La “realidad virtual” presentará nuevos caminos para representar el espacio geográfico real, superando los paseos que hoy pueden ser realizados a modo de *juego* a través de los modelos 2000-SD y SU y 1000-SD y CS de la empresa

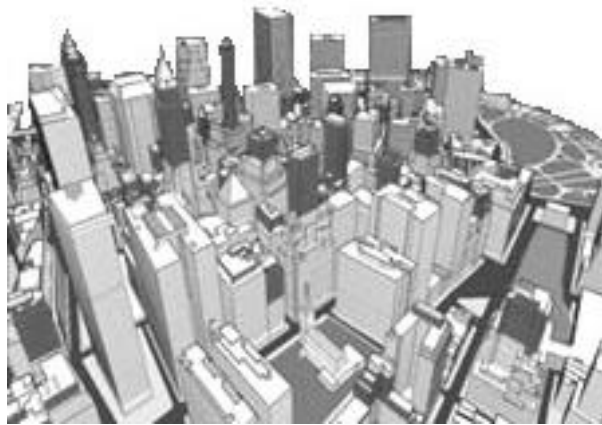


FIGURA 3: Modelo urbano digital 3D

Proyecto del *Environment Simulation Center* (www.simcenter.org) de New York, para la generación de Sistemas de Información Geográfica navegables en tres dimensiones con fines de planificación urbana, regional y municipal. Un paseo real dentro de una ciudad virtual (replica de la real) comienza a ser posible.

Virtuality, que inclusive posibilitan una caminata por suelo marciano como en *Total Recall* de Philip Dick. En este sentido, es recomendable para quienes quieran aproximarse a estas nuevas realidades digitales que se acerquen a los actuales salones de videojuegos, ya que estos son un paso intermedio entre la creación de tecnología, muchas veces con finalidad bélica, y su aplicación con fines de gestión en diversos ámbitos (Levis, 1995)

La relación existente entre los espacios virtuales y los espacios reales muestra ya algunas tensiones, sin embargo ingresar plenamente en el ciberespacio puede ser mucho más delicado de lo que suele pensarse debido a las posibilidades existentes

de un control centralizado. Desde un punto de vista de la *Geografía Virtual* generada por los medios masivos de comunicación (Wark, 1994) cabe mencionar también el papel de la NIMA (*National Imagery and Mapping Agency – USA*) en la televigilancia global que analiza Paul Virilio (1999) y el recorrido que siguen nuestras comunicaciones por Internet (Buzai, 2001), ambitos en los cuales podría comprobarse como afirma John Pickles (1995) que el SIG puede transformarse en un importante elemento de control.

Nuevas regiones se presentan a la vista y nuevas relaciones socioespaciales requieren aún de conceptualización, mientras tanto desde la tecnología SIG los módulos de análisis 3D de la actualidad acercan notablemente las dimensiones de la región digital mencionada.



FIGURA 4: Mas allá de la visualización

La empresa StereoGraphics (www.stereographics.com) publicita sus monitores *Zscreen* como la posibilidad de una visualización profunda hacia nuevos mundos. La conexión del usuario en una experiencia cercana a la inmersión dentro de un ambiente de simulación digital geográfica.

La cuestión educativa

El inicio del siglo veintiuno nos hace pensar en que asistiremos a un período excepcional. Desde el año 1987 hasta hoy, habíamos determinado la existencia de tres generaciones sucesivas de usuarios de SIG, ellas evolucionaban a partir de las diferentes modalidades de práctica desde una situación completamente cerrada hasta la de mayor apertura a partir de mediados de la década de 1990 en la que se difunden masivamente los sistemas para computadoras personales.

Hoy encontramos una nueva posibilidad, los SIG gratuitos que pueden obtenerse en versiones completas o de duración limitada (versión de prueba por x tiempo) a través de Internet, junto a sistemas de PC muy poderosos en valores realmente accesibles para instituciones que se comprometan a aplicarlos en actividades académicas.

Podemos mencionar: AGIS (www.agismap.com), EPIINFO+EPIMAP (www.cdc.gov), GRASS (www.baylor.edu/grass), Idrisi y CartaLinx (www.clarklabs.org), OSU-MAP for the PC (thoth.sbs.ohio-state.edu), SPRING (www.inpe.br) y ArcExplorer (www.esri.com).

Respecto del uso de sistemas tomamos de Bosque Sendra (1999) una categorización de usuarios de estas tecnologías; el *usuario inteligente* que proviene de algún campo temático con el fin de aproximarse a estas tecnologías como apoyo a sus actividades, el *administrador del sistema* con gran conocimiento técnicos generales apoya a los usuarios habituales, y el *generador/elaborador* que con conocimientos informáticos es el encargado de las mejoras en el desarrollo. Particularmente, a través de los SIG la geografía ha brindado conceptos y métodos a los primeros, impactando en las más variadas disciplinas y ha brindado nuevas formas de ver el mundo en una geografía que a través de las técnicas digitales se ha hecho global (Buzai, 1999).

Aquí en Argentina, a nivel universitario, prácticamente hemos superado los inconvenientes en la disponibilidad de elementos de *hardware* y *software*, y per-

sonal capacitado, que se habían perfilado hace una década. En la actualidad, las salas de computación tienen una capacidad de *hardware* como para soportar los requerimientos de cualquier SIG común de la actualidad, es decir, que los computadores comunes de hoy son lo suficientemente potentes para trabajar con SIG. En este sentido lo mismo pasa en el nivel medio de la enseñanza.

Porque los SIG han ingresado como contenido procedimental en la Educación Polimodal (EP) para ser enseñados a alumnos de 15, 16 y 17 años, de acuerdo a la Ley Federal de Educación sancionada en 1993. En este sentido, los primeros cursos surgidos desde la universidad han sido los extracurriculares, los que han correspondido a asignaturas en los nuevos planes de estudio y los de capacitación de docentes del nivel medio de la enseñanza. El actual libro de Buzai (2000) aparece en este marco.

Este material tiene esta organización: Se presentan las características fundamentales del trabajo posible de ser realizado a través del uso de los SIG, se incluyen orientaciones de aplicación de acuerdo a los contenidos de la EP, y se presentan ejercicios de aplicación con el uso del SIG OSU-MAP for the PC versión 4.0. La base de datos para realizar los ejercicios del libro también se distribuye de forma gratuita, enviada como un archivo adjunto al ser solicitada por correo electrónico a la editorial o a el autor.

Cabe mencionar que a nivel universitario, prácticamente todas las carreras de Geografía consideran la asignatura SIG en los planes de estudio, y que universidades destacadas de la actualidad como la U.N.Cuyo en Mendoza y la U.N.Centro de la Provincia de Buenos Aires en Tandil han incorporado un título técnico intermedio al profesorado, como tecnicatura en SIG. Otras universidades que han intentado seguir esos pasos han fracasado en el proyecto al no contar con una tradición en los aspectos necesarios desde un punto de vista cuantitativo, cuestión que no ha hecho más que confirmar que encontramos muchos rasgos comunes con los que países del continente europeo habían experimentado hace más de una década

(ver Bosque Sendra, 1986).

Los temas actuales

Existen hoy muchas líneas de aplicación que se están perfilando en las principales publicaciones sobre el tema. *La agricultura de precisión* en la cual es fundamental la tecnología de los GPS a fin de administrar la producción agropecuaria en escala detallada, *la calidad y distribución de la geoinformación* a través de las normas ISO 15046-13 que establece los principios de calidad de la información geográfica digital, *el control cibernético de la sociedad* en la cual aparece la metáfora del panóptico con total aplicabilidad a la red mundial de computadoras, *la educación digital* en la que comienzan a cambiar las reglas del juego que lleva a un aula centrífuga, que irradia conocimientos en diferentes áreas de influencias (véanse los estudios de SIG a distancia por Internet –*especialización y maestría*- como el de UNIGIS: www.unigis.org, en donde la página web funciona como plataforma de encuentros entre alumnos y profesores; Levis y Gutierrez Ferrer (2000) analizan además otros servicios asociados y novedosos para la educación a distancia), *el medio ambiente y sustentabilidad* en el cual la aplicación SIG puede representar un importante papel en su gestión, *los modelos 3d y la realidad virtual* que como mencionamos anteriormente nos puede hacer recorrer nuevos mundos en una simulación digital con capacidades de mezclarse con lo real, *el ordenamiento territorial: ambiental y estratégico* en el cual la flexibilidad SIG y la aplicación de procedimientos de evaluación multicriterio pueden ser útiles para las demandas cambiantes que son producto de la sociedad actual, *el SIG online* con las posibilidades de consulta a través del uso de navegadores que proveerán de información geográfica a millones de usuarios con bajos costos (Gould, 1998), *la computación portátil* que permitirá la recogida de datos *in-situ* acercando los procedimientos digitales al trabajo de campo en escala 1:1, y finalmente, *la salud pública* como ámbito que encuentra su visión completa a través de los SIG. Para el

caso de la Geografía como ciencia comienza a ser considerada su relación con el surgimiento de un nuevo campo de estudio que tendrá notables efectos en la Geografía actual, el de las Ciencias de la Información Geográfica (Bosque Sendra, 1999).

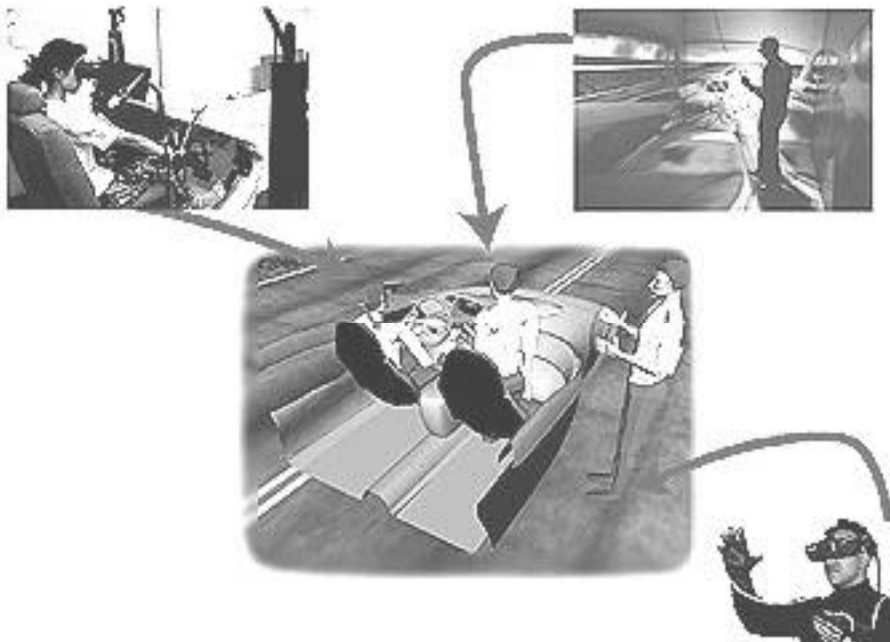


FIGURA 5: Inmersión en un mundo digital

Proyecto en desarrollo del Laboratorio de Realidad Virtual de la Universidad de Michigan (www-vrl.umich.edu/intro/index.html). La completa inmersión del usuario en entornos de completa simulación digital que traerán notables impactos en educación, y que a su vez desde la Geografía revalorizarán aspectos de la *Geografía Regional* y la *Geografía de la Percepción*.

Envío: Carta a los futuros usuarios de SIG

En el presente trabajo he intentado trazar un panorama actual sobre las perspectivas digitales que surgen de la evolución en la aplicación de la tecnología SIG, sus posibilidades técnico-metodológicas, la visión espacial que se perfila con su uso, la revalorización paradigmática implícita, sus posibilidades educativas y la inevitable tendencia hacia la completa virtualización de lo real.

Es evidente que a lo largo de estas páginas no he podido separarme fácilmente de una terminología específica que quizá haya resultado engorrosa para quien desee ingresar en el uso de las actuales tecnologías y un poco más comprensible para aquellos colegas que cuenten con alguna experiencia de aplicación. A continuación intentaré salvar esta cuestión.

Para finalizar este artículo quiero volver a destacar que estamos transitando uno de los mejores momentos para ingresar al estudio de los SIG y consiguientemente en el estudio de la Geografía a través de los SIG. Afirmo esto porque:

Primero, el equipamiento de *hardware* común de la actualidad es completamente suficiente como para hacer funcionar un SIG. Hace un poco más de una década teníamos serios problemas al respecto; si la PC tenía o no co-procesador matemático, si el monitor tenía tarjeta Hercules o VGA, si era banco/negro o color, si era posible ampliar la memoria RAM a 2MB, etc. Todas estas cuestiones hoy han sido ampliamente superadas, pues quien adquiere una computadora personal hoy obtiene una máquina que le permitirá utilizar cualquier SIG sin inconvenientes.

Segundo, hoy tenemos mejor acceso al *software* que en cualquier otro momento. Por lo menos en la Argentina quienes hemos comenzado a trabajar en 1987 lo hemos hecho con The Map Analysis Package 2.0. que había sido donado por *The Ohio State University* a las universidades argentinas (inicialmente, U.N.Cuyo, U.N.Tucumán, U.N.Luján y UBA), luego hacia 1988 llegaron las primeras donaciones de PC ARC/INFO 3.2.1 por parte de *Environment Sys-*

tems Research Institute (ESRI) con el compromiso de ser utilizado únicamente con fines académicos, pero no fue fácil a nivel general acceder a su uso. Hoy todo esto ha cambiado, hay sistemas muy potentes con precios muy accesibles para instituciones educativas (50% de descuento en la mayoría de los casos) y hay muy buenos SIG disponibles de forma gratuita por Internet como el sistema OSU-MAP for the PC que actualmente es muy utilizado en cursos introductorios (grado y extracurriculares) como así también en la transferencia de tecnología hacia el nivel medio de la enseñanza.

Tercero, ya existen muchos profesionales que utilizan SIG y vuelcan sus experiencias al resto de la comunidad en un intercambio de conocimientos muy fructífero, un ejemplo es la lista de usuarios que administra la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UBA (gis@fadu.uba.ar) en la cual aparecen muchas consultas y respuestas.

Cuarto, hay disponible abundante bibliografía en en nuestro idioma que se encuentran al alcance de los usuarios en bibliotecas y librerías, de las cuales puedo mencionar los siguientes libros: Autores Varios (1988), Teixeira y Gray de Cerdán (1990), Bosque Sendra (1992), Cebrián (1992), Comas y Ruiz (1993), Bosque Sendra et al. (1994), Gutierrez Puebla y Gould (1994), Barredo (1996), Buzai y Durán (1997), Matteucci y Buzai (1998), Buzai (2000) y Moreno Jiménez (2001), y actualmente se publica *Geo-Forum* (www.geo-forum.org), la revista electrónica internacional sobre Tecnologías de la Información Geográfica que dirige el Dr. Antonio Moreno Jiménez de la Universidad Autónoma de Madrid que constituye un imprescindible material de referencia.

En síntesis, actualmente encontramos muchas condiciones favorables para comenzar el estudio de los SIG, para avanzar hacia sus posibilidades educativas y para reflexionar acerca de cómo funciona el espacio geográfico real en un modelo digital. Inclusive, muchas de las temáticas que hemos mencionado anteriormente como actuales se resuelven en este nivel de aplicación.

Por otra parte, el mencionado avance hacia la Cibergeografía y la información geográfica en la red se puede experimentar a través del uso de los *SIG online*, un ejemplo puede ser la construcción de mapas en el *map machine* del sitio de la *National Geographic Society* (www.nationalgeographic.com), pero existen muchas otras variantes, y de esta modalidad avanzamos en el texto a los verdaderos mundos virtuales de completa simulación digital, cuestión que no nos debe preocupar demasiado hoy, pues la realidad virtual tardará unos años en llegar a su difusión masiva, pero en el futuro, no será descabellado preguntar, ¿podremos caminar por los mapas digitales que hemos creado?.

En síntesis, la primera generación de usuarios de SIG en la Argentina (1987-1991) fue la que acaparó las primeras donaciones y monopolizó la tecnología; la segunda generación (1991-1995) consiguió sistemas no utilizados por la primera generación y también actuó de forma cerrada, la tercera generación (1995-2000) obtuvo mayor libertad a través de la difusión masiva de la PC y el desarrollo de sistemas potentes para esta capacidad de *hardware*. Hoy podríamos considerar que estamos ante los comienzos de la cuarta generación (2000-?), la de los SIG libres, en la cual surgirán nuevos usuarios que ingresarán con las mejores posibilidades.

Si algún lector de este artículo tuviera interés en comenzar la aventura, se encontrará indudablemente con muchas puertas abiertas.

Bibliografía

- AUTORES VARIOS. 1988. *Aplicaciones de la informática a la Geografía y las Ciencias Sociales*. Editorial Síntesis. Madrid.
- BARREDO, J.I. 1996. *Evaluación multicriterio y Sistemas de Información Geográfica en la Ordenación del Territorio*. Madrid: Ra-ma.
- BOSQUE SENDRA, J. 1986. El análisis estadístico exploratorio y la enseñanza de las técnicas cuantitativas en Geografía. *Métodos Cuantitativos en Geografía: enseñanza, investigación y planeamiento*. Madrid: Grupo de Métodos Cuantitativos (AGE). pp. 79-88.
- BOSQUE SENDRA, J. 1992. *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Rialp.
- BOSQUE SENDRA, J. 1999. La Ciencia de la Información Geográfica y la Geografía. *VII Encuentro de Geógrafos de América Latina*. San Juan de Puerto Rico; 22-26 de marzo. (CD ROM).
- BOSQUE SENDRA, J. 1999. Nuevas perspectivas en la enseñanza de las Tecnologías de la Información Geográfica. *Serie Geográfica*. 8:25-34.
- BOSQUE SENDRA, J.; ESCOBAR MARTINEZ, F.J.; GARCÍA HERNÁNDEZ, E.; SALADO GARCÍA, M.J. 1994. *Sistemas de Información Geográfica. Prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI*. Madrid: Ra-ma.
- BUZAI, G.D. 1999. *Geografía Global. El paradigma geotecnológico y el espacio interdisciplinario en la interpretación del mundo del siglo XXI*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- BUZAI, G.D. 2000. *La exploración geodigital. Implementación, proyecto de investigación y resolución de problemáticas geográficas y medioambientales a través de la aplicación de Sistemas de Información Geográfica con las computadoras personales*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- BUZAI, G.D. 2001. www.ciberespacio.vigilancia-online.red. Cibergeografía y la destrucción del mito de la red mundial sin centro. *Estudios Socioterritoriales*, 2: en prensa.
- BUZAI, G.D.; DURÁN, D. 1997. *Enseñar e investigar con Sistemas de Información Geográfica*. Buenos Aires: Troquel.
- CAMARA, G. 1994. Anatomía de um SIG. *Fator GIS*. 1(4):11-15.
- CEBRIÁN, J.A. 1992. *Información Geográfica y Sistemas de Información Geográfica*. Santander: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria.
- COMAS, D.; RUIZ, E. 1993. *Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona:

- Ariel.
- 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.
- DODGE, M. & KITCHIN, R. 2001. *Mapping Cyberspace*. London: Routledge.
- GIBSON, W. 1984. *Neuromancer*. London: HarperCollins.
- GOULD, M. 1998. Innovación en los Sistemas de Información Geográfica. *Tecnología Geográfica para el Siglo XXI – VIII Coloquio del Grupo de Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. pp. 41-59.
- GUTIERREZ PUEBLA, J.; GOULD, M. 1994. *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Síntesis.
- LEVIS, D. 1995. *Los videojuegos. Un fenómeno de masas*. Barcelona: Paidós.
- LEVIS, D.; GUTIERREZ FERRER, M.L. 2000. *¿Hacia la herramienta educativa universal? Enseñar y aprender en tiempos de Internet*. Buenos Aires: Ciccus-La Cruía.
- MATTEUCCI, S.D.; BUZAI, G.D. (Eds.). 1998. *Sistemas Ambientales Complejos: herramientas de análisis espacial*. Buenos Aires: EUDEBA.
- MORENO JIMÉNEZ, A. (Ed.). 2001. *Geomarketing con Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Departamento de Geografía-UAM y Grupo de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección-AGE.
- PICKLES, J. (Ed.) 1995. *Ground Truth. The Social Implications of Geographic Information Systems*. New York: The Guilford Press.
- SOJA, E. 1989. *Postmodern Geographies. The reassertion of space in critical social theory*. Verso: London.
- TEIXEIRA, A.L.A.; GRAY DE CERDÁN, N.A. 1990. *GEO-INF+MAP. Aplicación de la tecnología SIG al desarrollo de regiones de tamaño medio*. Mendoza: Editorial Universitaria de la U.N.Cuyo.
- VIRILIO, P. 1999. Televigilancia Global. *Le Monde Diplomatique*. Agosto: 28-29.
- WARK, M. 1994. *Virtual Geography. Living with global media events*. Bloomington: Indiana University Press.