

“Tecnologías de la Información aplicadas a la investigación geográfica: de las
Tecnologías de la Información Geográfica a la Geotecnología”

Dr. Heriberto Cruz Solís
C. Dra. María del Pilar Palomar Anguas

Departamento de Geografía y Ordenación Territorial
Universidad de Guadalajara
E-mail: hpk99@cencar.udg.mx

El objetivo de este trabajo consiste en hacer una reflexión de los cambios conceptuales que ha experimentado la Geografía en el proceso de transformación de los procedimientos tecnológicos aplicados a la investigación de nuestra disciplina.

La Geografía como ciencia humana, a partir de la década de los años sesenta del pasado siglo, ha desarrollado gran cantidad de conceptos debido al impacto que han supuesto las Tecnologías de la Información Geográfica. Más aún, el avance tecnológico ha traspasado las barreras de nuestra disciplina, para ir adquiriendo, con el tiempo, un carácter interdisciplinar y propio, al tiempo que una cierta autonomía en el mundo científico. En este sentido, actualmente, se presenta un nuevo paradigma en la investigación socioespacial. De esta manera, pretendemos ofrecer una reflexión sobre la evolución del pensamiento geográfico, frente a la nueva conceptualización del paradigma geotecnológico en el ámbito geográfico.

La revolución tecnológica, hacia la sociedad global del conocimiento

Durante las últimas décadas del segundo milenio, varios acontecimientos de trascendencia histórica han transformado la estructura social de la humanidad. Una revolución tecnológica, centrada en torno de las tecnologías de la información, empezó a reconfigurar la base material de la sociedad a un ritmo acelerado.

Estos acontecimientos explican el hecho de que la forma predominante de organización de la economía mundial que se había desarrollado durante los tres últimos siglos está en acelerado proceso de cambio y transformación. De acuerdo con Castells (2000), las economías de todo el mundo se han hecho interdependientes a escala global, introduciendo una nueva forma de relación entre economía, Estado y sociedad.

En la década de los años cincuenta, la mayoría de las tecnologías eran pasivas y suministraban información al usuario mediante un formato lineal. Posteriormente, la tecnología se volvió más interactiva cuando se la pudo controlar con una interfaz remota que permitió a los usuarios detener, retroceder e iniciar la instrucción. Así, durante las décadas de los años sesenta y setenta se constituyó un nuevo paradigma tecnológico que hace surgir, como lo llama Hope (1998), la *ola de la información* impulsada por la tecnología de la información y los trabajadores con conocimiento.

En las siguientes décadas, de acuerdo con Terceiro, et. al. (2001), asistimos al nacimiento del *digitalismo*, primer estadio de algo nuevo y diferente al capitalismo. La nueva economía del *digitalismo*, según el mismo expresa, es una economía de la información y del conocimiento, cuyos contenidos se caracterizan por poder ser digitalizados. De la economía agraria, industrial y de servicios que ayudó a crear los mercados nacionales; pasamos a la economía digital que nos ha llevado al mercado global y, en un futuro más próximo de lo que parece, nos llevará hacia la universalización.

De esta manera, nos encontramos en una aguda transformación llamada de formas diversas, tales como la revolución digital, la era de la información y la economía del conocimiento, centrada en la actividad intelectual y la creatividad de las personas, haciendo realidad una sociedad global del conocimiento.

No obstante, es conveniente indicar, como señala Castells (2000, p. 35), que “la revolución de la tecnología de la información tiene una gran capacidad de penetración en todo el ámbito de la actividad humana... las nuevas formas y los procesos sociales no surgen como consecuencia del cambio tecnológico. Por supuesto, la tecnología no determina la sociedad. Tampoco la sociedad dicta el curso del cambio tecnológico, ya que muchos factores, incluidos la invención e iniciativas personales, intervienen en el proceso del descubrimiento científico, la innovación tecnológica y las aplicaciones sociales, de

modo que el resultado final depende de un complejo modelo de interacción". Como el mismo Castells señala, el dilema del determinismo tecnológico probablemente es un falso problema, puesto que tecnología es sociedad y ésta no puede ser comprendida o representada sin herramientas técnicas. La tecnología no determina la sociedad: la plasma. Pero tampoco la sociedad determina la innovación tecnológica: la utiliza.

Lo que sí queda claro es que el mundo digital o *tercer entorno*, como lo llama Echeverría (2000), aporta un nuevo medio electrónico para almacenar numerosa información. De esta forma, las bases de datos, los libros, los museos, los archivos, etc., están siendo trasladados a un nuevo entorno en forma digital, electrónico e incluso virtual. Así, las ya amplias comunidades virtuales pueden compartir ideas de forma casi instantánea, sin que la presencia física sea estrictamente necesaria.

En ese sentido, se puede transmitir mucha información y muchos conocimientos a través de las nuevas tecnologías de la información y de las telecomunicaciones y, por ello, cabe afirmar que la informática y las redes telemáticas son un nuevo instrumento para aprender, informarse y comunicarse.

Actualmente, para tener acceso inmediato a la información dondequiera que ésta se encuentre tenemos varias opciones; podemos recurrir a Internet, a una base digital de datos, a un libro electrónico, a un atlas electrónico o, en otros de los casos, a una enciclopedia multimedia. Podemos afirmar entonces, que la red de computadoras se convierten en la espina dorsal de la estructura de las organizaciones, que a medida que se vayan insertando a la dinámica global del conocimiento serán más abiertas, flexibles, interconectadas, de estructuras más planas y permeables, predominando un estilo de trabajo de colaboración.

Para la mayoría de nosotros es conocido que los tipos de trabajos que esta sociedad emergente demandará serán distintos de los que hoy conocemos. Se requerirán nuevas habilidades, por lo que será necesario adquirir las destrezas básicas en tecnologías de la información. La formación en estas tecnologías será determinante en términos de acceso al mundo laboral y es, por tanto, necesario generalizar su conocimiento.

De esta forma, vivimos una época de cambios radicales que están conduciendo a la humanidad hacia un nuevo orden social caracterizado por el grado de desarrollo científico-técnológico. A medida que la sociedad evoluciona y aumenta su nivel de conocimientos, su tecnología se hace más sofisticada, la capacidad para generar y transferir conocimientos es más eficiente, reduce los tiempos de incorporación de las innovaciones, generando estructuras y relaciones de complejidad creciente (Denis, et. al., 1998, p. 19).

De aquí que el extraordinario interés por la ciencia de la complejidad, en particular por el análisis de la dinámica de los sistemas complejos, se sustenta en los hallazgos de las ciencias naturales, las cuales han tenido un gran desarrollo (Prigogine y Stengers, 1984; Bohm y Peat, 1987, citados por Gallardo 2000, p. 45). Mientras tanto, en las ciencias sociales estos conocimientos se encuentran en un estadio pre-paradigmático, pues apenas han iniciado su avance; el campo de estudio es interdisciplinario y abarcan una variedad muy amplia de aproximaciones.

En esta sociedad del conocimiento no dudamos de que los elementos tecnológicos inciden sustancialmente en el estudio y enseñanza de nuestra disciplina geográfica y nos está conduciendo a buscar nuevos ámbitos de trabajo. De esta forma, resulta fácil deducir la necesidad, no sólo de incorporar determinados contenidos al currículo escolar relativos a las destrezas para el tratamiento de la información geográfica, sino y sobre todo, de educar a las nuevas generaciones para un futuro de complejidad tecnológica progresiva.

De las Tecnologías de la Información Geografía a la Geotecnología

A principios de la década de los años cincuenta, cuando se daban en todas las ciencias sociales grandes cambios metodológicos, Turing daría un avance significativo a la utilidad de las computadoras. Convencido de que en la naturaleza se producían desarrollos matemáticos, mostrando patrones que presentaban sorprendentes secuencias matemáticas, se cuestionaba la posibilidad de que algo en la naturaleza de las matemáticas controlara el desarrollo de tal complejidad. Las computadoras primitivas habían sido totalmente deterministas. Sin embargo, en otro nivel que las llevaría Turing, habían mostrado un claro comportamiento aleatorio; se pensaba entonces que podrían ampliar sus operaciones más allá de lo meramente mecánico (Cfr. Strathern, 1999).

Por aquel entonces, la tarea del geógrafo se caracterizaba en la elaboración de la síntesis de los diversos fenómenos en un ámbito regional. Se elaboraban estudios de las redes urbanas, de la jerarquía y de las áreas de influencia de las ciudades en la búsqueda de regiones funcionales.

Así, mientras se constituía el nuevo paradigma tecnológico, en la nueva geografía de la década de los años sesenta con tendencias neopositivistas, se produjo una revolución cuantitativa que pone énfasis en los aspectos teóricos y la cuantificación de los fenómenos y procesos estudiados. Aparece el Paradigma Cuantitativo como postura crítica al Paradigma Regional. La utilización de las computadoras permitió representaciones cartográficas de gran precisión y expresión. El desarrollo de la informática y las computadoras permitieron tratar con agilidad las voluminosas series estadísticas lo que permitió a los geógrafos establecer modelos teóricos expresados mediante un lenguaje matemático, con fórmulas más o menos complejas (Cfr. Capel, 1984).

La convergencia de la cartografía y los nuevos conceptos computacionales cristalizaron con el trabajo del Dr. Roger Tomlinson del Servicio Forestal de Canadá al poner en funcionamiento el denominado CGIS (Canadian Geographic Information System). De esta forma, empezaría la auténtica revolución para todos los profesionales que manejaban datos geográficos de forma masiva; nacían los Sistemas de Información Geográfica.

En esa misma década de los años sesenta, se comenzó a aplicar en el Instituto de Tecnología de Massachussets la técnica informática para la elaboración de dibujos, que daría lugar a los Diseños Asistidos por Computadora (CAD). Nacen así los programas de cartografía automatizada que empiezan a ser utilizados también por los geógrafos.

En los CAD lo que primaba era el proceso cartográfico, la precisión y el aspecto visual, es decir las relaciones de base intrafigural como una relación interna entre los elementos cartográficos. El paso del mapa producido por el CAD al SIG requería una georreferencia con una base geométrica proyectiva que relacionara los mapas según múltiples formas de correspondencia de base interfigural. Por último, los SIG se

encargarían del análisis espacial considerando las relaciones de base transfigural a partir de la construcción de la topología de los elementos cartográficos.

Según lo expresa Calvo (1993), los Sistemas de Información Geográfica topológicos constituyen el grado de desarrollo más avanzado. En estos sistemas la base de datos gráfica viene acompañada de macro-estructuras que constituyen las capas temáticas en la asociación de elementos geográficos. Las bases de datos y sus correspondientes sistemas de gestión suelen construirse mediante tablas relacionales u orientadas a objetos. El grado de organización de los sistemas de estructuras topológicas es muy elevado y requieren la comprensión de conceptos que constituyen la base de las posibilidades de gestión de la información geográfica. Son, en realidad, los auténticos Sistemas de Información Geográfica digitales llegando a representar una Tecnología de la Información Geográfica para el desarrollo de aplicaciones multidisciplinarias.

Se puede decir que a finales de esa década, de los años sesenta, se dan los primeros pasos en la informática al análisis geográfico. Durante esos años se puso especial énfasis en la geografía general y se intenta construir una física social aplicada al estudio de la realidad social. El enfoque de sistemas permitió una progresiva cuantificación de los procesos estudiados por la geografía. Así, a partir de la teoría de los sistemas se abordaron estudios de la red de ciudades y de su jerarquía que desde la óptica de la nueva geografía cuantitativa provocó cambios relevantes en las investigaciones, sobre todo, urbanas.

Tanto los neopositivistas, como los geógrafos radicales y humanísticos consideran a la geografía como una ciencia de la organización del espacio, por lo que, como señala Ortega (2000), el espacio ha sido el componente significativo de la geografía moderna. De esta forma, durante la década de los años setenta aparecen las posturas radicales, Paradigma Crítico y Paradigma Humanista como posturas opuestas al Paradigma Cuantitativo (Cfr. Buzai, 1999).

Paralelamente al surgimiento de la geografía moderna se desarrollan también conceptos específicos y avanzados con aplicaciones del álgebra de Boole a los fenómenos con distribución espacial. Aparecen sistemas de gestión de bases de datos muy avanzados capaces de almacenar importantes volúmenes de información.

Así, la creciente demanda de la información aunada a la capacidad técnica han traído un notorio cambio y, entonces dentro de nuestra disciplina, el concepto de información geográfica pasa a ser ya un recurso estratégico. Esto se refleja en una de las tendencias en el ambiente mundial de la década de los años noventa: la transformación de las grandes economías basadas en el conocimiento y en la información. Además, el desarrollo de las computadoras y de las redes de comunicación han dado lugar a una nueva arquitectura de la información basada en poderosas computadoras personales y redes de comunicación.

En la última década del siglo pasado se afianza en la geografía la perspectiva de la geografía automatizada basada en la geotecnología, en otras palabras, en los notables desarrollos tecnológicos que han impactado en nuestra ciencia, donde se presenta una visión digital del mundo para su tratamiento y análisis. La influencia creciente de las tecnologías informáticas hicieron sentir sus efectos en la actividad geográfica, aparecería una nueva especialidad en nuestra disciplina: la Geoinformática.

La convergencia de las comunicaciones y la información digital se materializó con el surgimiento de las Tecnologías de la Información Geográfica. Informática, nuevas tecnologías (NT), tecnologías de la información (TI), tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC), y otras variantes como tecnologías de la información geográfica, son conceptos que se usan con propósitos parecidos y que evolucionan en el tiempo, rara vez alcanzando definiciones precisas. No obstante, podemos afirmar que las personas utilizan estas tecnologías para llevar a cabo procesos de tratamiento de información y de comunicación de la misma.

Paralelamente, el creciente empleo de distintos sensores espaciales y nuevos equipos de obtención de datos está originando no sólo una enorme cantidad de información, sino también una nueva forma de estudiar la Tierra que aprovechan para su estudio diversas disciplinas. Por lo tanto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la Teledetección espacial, junto con las técnicas de almacenamiento y proceso de la información geográfica y el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), permiten disponer de una masa enorme de datos sobre el territorio, algunos de ellos accesibles en tiempo real. Para aprovechar con fruto estas tecnologías, el recurso de las computadoras y

periféricos de entrada y salida de la información resulta casi inevitable, en principio, para los biólogos, meteorólogos, geógrafos, agrónomos, topógrafos y; posteriormente, para los urbanistas, arquitectos, arqueólogos, historiadores, sociólogos, etc.

De esta manera, el rápido desarrollo de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) planteó su difusión generalizada en la sociedad y la respuesta a esta circunstancia supuso la creación de la Ciencia de la Información Geográfica. Autores norteamericanos plantearon el objetivo de crear esta ciencia como un cuerpo de conocimientos que pretende el estudio, la investigación y el desarrollo de los conceptos teóricos, los algoritmos matemáticos, los programas informáticos, los instrumentos físicos, las bases de datos, las nuevas formas de uso y los nuevos temas donde usar las TIG, de manera que sea posible el uso eficiente de la información geográfica en la resolución de problemas territoriales. En países como Canadá, Francia y Australia se suele denominar Geomática este campo de estudio y está recibiendo el apoyo de diversas instituciones (Cfr. Bosque, 1999). De esta forma, es evidente que el uso de las TIG son cada vez más frecuentes para modelar el espacio geográfico.

Como lo señala Buzai (2000, 33), “se ve entonces que más allá de una revolución tecnológica existe indudablemente una revolución intelectual en donde la inteligencia espacial comienza a ocupar un lugar privilegiado en la enseñanza, la investigación científica y el reconocimiento social”. El mismo afirma que se conceptualiza un período de explosión disciplinaria en el cual la geografía “explota a modo de Supernova y proporciona una pujante y amplia visión espacial al resto de las disciplinas y prácticas sociales convirtiéndose en una verdadera *Geografía Global* con notable correspondencia respecto de las condiciones posmodernas y posindustriales en el marco definitivo que produce la globalización del siglo XXI (Buzai, 2000, 34).

No obstante, la geografía a finales del siglo XX mantiene como problemas activos “las relaciones entre geografía física y humana; la fragmentación de su estudio; así como la definición del papel del espacio y del lugar” (Johnston, 1987). El problema de la unidad de la geografía, como señalaba uno de estos geógrafos, surge de la imposibilidad de ocultar su quiebra como campo de conocimiento (Taylor, 1986), (Citados por Ortega, 2000, 498).

El mismo Ortega (2000, 552) señala que conviene tener en cuenta que sigue sin existir una Teoría del espacio geográfico, es decir un marco teórico que permita ordenar objeto, herramientas, conceptos, discurso. Conviene no olvidar que la geografía sigue fragmentada en numerosas ramas y disciplinas con escasa o nula comunicación entre sí. Que la geografía carece de un discurso unitario, y que es difícil construir un discurso geográfico que integre los resultados de las disciplinas llamadas geográficas.

De ahí que ponga énfasis nuevamente en el estudio de Buzai (2000, 33), pues “conceptualiza el *paradigma geotecnológico* en un doble ciclo de la evolución del pensamiento geográfico de gran alcance interdisciplinario. A través del uso de geotecnología la variable espacial impacta en el conjunto de las ciencias desarrollando capacidades para el abordaje completo de los sistemas espaciales... los avances en la tecnología digital han permitido eliminar muchas de las dicotomías propias de la modernidad: se pueden integrar aspectos corológicos y ecológicos, correlacionar variables físicas y humanas, y trabajar con similar grado de precisión en escalas que van de lo regional a lo general.

Pero, el desarrollo tecnológico continuó su ritmo vertiginoso. La nueva industria multimedia interactiva es el resultado del proceso de convergencia. La proliferación de productos interactivos multimedia en CD-ROM y el Internet, vía *World Wide Web*, ha generado un gran interés en la elaboración de cartografía multimedia. De esta forma, la utilización de la tecnología y los medios de comunicación en el diseño, elaboración, presentación y utilidad de la cartografía multimedia, la hacen sustancialmente diferente a la cartografía tradicional (Cfr. Cartwright, W.; Peterson, M. P.; Gratner, G. 1999).

Actualmente, la cartografía multimedia incluye mapas digitales, bases de datos espaciales en formato digital, bases de datos provenientes de la teledetección y otros imágenes digitales. El desarrollo tecnológico ha puesto énfasis en el cambio en el uso del mapa estático al mapa dinámico. La capacidad de procesar la información espacial se verá favorecida al combinar la hipermedia, el video y la visualización (Cfr. Cartwright, W.; Peterson, M. P.; Gratner, G. 1999).

La *World Wide Web* (WWW) es multimedia y se ha convertido en el más reciente medio para presentar y distribuir información geoespacial. El mapa digital juega, en este

proceso, un papel importante y tiene múltiples funciones. Los mapas se utilizan para navegar, cartografiar el ciberespacio y para cartografiar los sitios web. Destaca el desarrollo de los Atlas electrónicos desde finales de la década de los años ochenta. Su desarrollo ha sido paralelo con la introducción de la cartografía computarizada. De esta forma, partiendo de un conjunto de mapas estáticos que se accedían vía menú, actualmente, podemos encontrar los Atlas interactivos y analíticos unidos a elementos multimedia vía hiperenlaces (Cfr. Kraak, et.al. 2001).

Debemos considerar también que la creación y desarrollo de Internet es una extraordinaria aventura humana. Muestra la capacidad de las personas para trascender las reglas institucionales, superar las barreras burocráticas y subvertir los valores establecidos en el proceso de creación de un nuevo mundo. Castells (2001, p. 76), establece que “en la parte superior de la construcción cultural que condujo a la creación de Internet, está la cultura tecnomeritocrática de la excelencia científica y tecnológica, que surge básicamente de la gran ciencia y del mundo académico. Esta tecnomeritocracia formaba parte de un proyecto de dominación mundial gracias al poder del conocimiento, pero supo conservar su autonomía y decidió apoyarse en la comunidad académica como fuente de su legitimidad autodefinida”.

La *GeoComputación* es la siguiente revolución que se presenta después de la aparición de los Sistemas de Información Geográfica y se espera que se desarrolle en la primera década de este siglo. En ella juega un papel importante la Geografía Automatizada conceptualizada por Jerome E. Dobson, basada en los notables desarrollos tecnológicos que han sido incorporados por nuestra ciencia (Cfr. Buzai, 2000). Destacará en su desarrollo la utilización de Internet que, debido a su flexibilidad y su poder de comunicación; la interacción social *on line* jugará un papel cada vez más importante en la organización social en su conjunto, expandiendo considerablemente la conexión informática en red, en su alcance y en sus usos.

De acuerdo a Longley (1998), la *GeoComputación* representa la convergencia de varias disciplinas, la geografía, la geomática, la informática, la ciencia computacional, las matemáticas y la estadística. La esencia de la *GeoComputación* consiste fundamentalmente en unir la tecnología con el medioambiente, los procesos con los modelos, la geometría con la aplicación, el análisis con el contexto local y la filosofía de la

ciencia con la práctica. Esta convergencia tiene un enorme potencial en un medio de aprendizaje interactivo, todavía no explotado plenamente, en el ámbito de la enseñanza de la Geografía. El desafío está ahora en elaborar diseños instructivos que saquen partido de estas tecnologías y desarrollen entornos de aprendizaje eficaces para nuestra disciplina.

Debemos tener claro que la representación digital de los objetos geográficos se encaminan a una estandarización basados, en principio, en modelos vectorial o raster. Ambos permiten su tratamiento mediante un nuevo ambiente y, al mismo tiempo, en los caminos que promueve la actual globalización es posible lograr la difusión mundial de estos conocimientos a través de Internet.

Y ya lo apunta Buzai (2000, 24), “en este proceso de creciente estandarización y de difusión mundial de los conocimientos, los parámetros en los cuales se ha evaluado la Geografía de la modernidad se han modificado sustancialmente. Aspectos que se han considerado tradicionalmente para definir su identidad, como el objeto de estudio, su método, sus dicotomías y las escalas de análisis deben ser reconsideradas ante nuevas situaciones interdisciplinarias”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BOSQUE, J. (1999): “Nuevas perspectivas en la enseñanza de las tecnologías de la información geográfica”. Serie Geográfica. La formación postgrado en técnicas de análisis territorial. Número 8. Madrid, España, pp. 25-34.

BUZAI, G. D. (1999): Geografía Global. El paradigma geotecnológico y el espacio interdisciplinario en la interpretación del mundo del siglo XXI. Buenos Aires, Argentina. Lugar Editorial S. A. 221 pp.

BUZAI, G. D. (2000): La exploración GEODIGITAL. Buenos Aires, Argentina. Lugar Editorial S. A. 192 pp.

CALVO MELERO, M. (1993): Sistemas de información geográfica digitales. Sistemas Geomáticos. Comunidad Autónoma de Euskadi, España. Gráficas Santamaría, S. A. 616 pp.

CAPEL, H. y URTEAGA, L. (1988): Las nuevas geografías. Barcelona, España. Salvat Editores S. A. 64 pp.

CARTWRIGHT, W., PETERSON, M. P. y GARTNER, G. (1999): Multimedia Cartography. Berlin, Alemania. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 343 pp.

CASTELLS, M. (2000): La era de la información. Vol.1. La sociedad red. Madrid, España. Alianza Editorial S. A. 645pp.

CASTELLS, M. (2001): La Galaxia Internet. Reflexiones sobre Internet, empresa y sociedad. Barcelona, España. Plaza y Janés Editores, S. A. 317 pp.

ECHEVERRÍA, J. (2000): "Conocimiento en el medio ambiente digital". Nueva revista de política, cultura y arte. La sociedad del Conocimiento. No. 70, julio-agosto de 2000, 2da. Serie – XLIII. Madrid, España, pp. 25-29.

GALLARDO, A. (2000): "La nueva administración en la era de la información". Horizontes Complejos en la era de la información. México Distrito Federal, México. Ediciones y Gráficos Eón, S. A. de C. V., pp.43-63.

HOPE, J. y HOPE, T. (1998): Competir en la Tercera Ola. Los Diez Temas Clave de la Dirección en la Era de la Información. Barcelona, España. Impreso por Romanya-Valls, S. A. 269 pp.

KRAAK, M., BROWN, A. (2001): Web Cartography, Developments and prospects. New York, USA. Impreso por Taylor & Francis. 213 pp.

LONGLEY, P. A., BROOKS, S. M., MCDONNELL, R., MACMILLAN, B. (1998): Geocomputation. A primer. Chichester, England. John Wiley & Sons Ltd. 278 pp.

ORTEGA VALCÁRCEL, J. (2000): Los horizontes de la geografía. Teoría de la Geografía. Barcelona, España. Ariel Geografía. 604 pp.

STRATHERN, P. (1999): Turing y el ordenador. Los científicos y sus descubrimientos. Madrid, España. Siglo XXI de España Editores S. A. 103 pp.

TERCEIRO, J. B., MATÍAS, G. (2001): Digitalismo. El nuevo horizonte sociocultural. Madrid, España. Grupo Santillana de Ediciones, S. A. 319 pp.