

VISUALIZACIÓN DE DATOS EN LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA DE CARTOGRAFOS EN HUNGRÍA

REYES NUÑEZ, José Jesús¹

RESUMEN

En el 2006 fue adoptado un nuevo plan de estudios, acorde al sistema de Bolonia para la educación superior, el cual está dividido en un nivel de Grado en Ciencias de la Tierra de tres años de duración y un nivel Máster en Cartografía de dos años. La cartografía digital y la geoinformática juegan un papel relevante en nuestros estudios de Máster, conjuntamente con asignaturas más “tradicionales” como Redacción Cartográfica, Cartografía Temática y otras. Uno de nuestros objetivos principales es la enseñanza y utilización de técnicas y soluciones para una correcta visualización de los datos con una alta calidad cartográfica, enseñando a nuestros estudiantes a aplicar los principios desarrollados a lo largo de siglos por la cartografía tradicional cuando utilizan técnicas digitales. Ellos tienen la oportunidad de aprender programas gráficos y cartográficos, dando soluciones múltiples a las diferentes tareas, enfatizando las dificultades que pueden enfrentar durante el proceso de visualización cartográfica de datos. Mapas hechos por nuestros estudiantes en los últimos cinco años ilustran esta ponencia.

Palabras Clave: visualización de datos, cartografía digital, geoinformática, Sistemas de Información Geográfica, formación universitaria.

DATA VISUALIZATION IN THE ACADEMIC TRAINING OF CARTOGRAPHERS IN HUNGARY

ABSTRACT

In 2006 was adopted a new curriculum, according to the Bologna system for higher education, which is divided into a three years long BSc level on Earth Sciences, and a two years long MSc degree on Cartography. In our Master degree Digital Cartography and Geoinformatics play a relevant role, together with more “traditional” subjects as Mapmaking, Thematic Cartography and others. One of our main aims is the learning and use of techniques and solutions for correct data visualization with a high cartographic quality, teaching our students to validate the principles developed along centuries by the traditional cartography when they use digital techniques. They have the opportunity to learn different graphic and cartographic software, giving multiple solutions for the different tasks and emphasizing the difficulties that they can face during the process of cartographic visualization of data. This paper is illustrated with maps made by our students in the last five years.

Key words: data visualization, digital cartography, geoinformatics, Geographic Information System, academic training .

Introducción: Estructura actual de la Licenciatura en Cartografía en Hungría

Durante los últimos 15-20 años los sistemas de educación superior en los países miembros de la Unión Europea han ido introduciendo una serie de cambios estructurales cuyo objetivo es alcanzar la armonización y compatibilidad de los estudios universitarios en estos países, facilitando la movilidad de los estudiantes y docentes. Esto no significa una uniformidad en el contenido de las asignaturas que se imparten en cada licenciatura, en cada institución y en cada país, porque la diversidad del contenido académico atendiendo a las características peculiares de cada carrera es precisamente uno de los valores más significativos de la educación superior en Europa.

Este proceso se acentuó con la firma de la llamada, “Declaración de Bolonia”, aprobada por treinta estados europeos en 1999, la cual sentó las bases para el surgimiento del Espacio Europeo de Educación Superior, que hace suyos los principios de una educación superior

¹ Universidad Eötvös Loránd, Departamento de Cartografía y Geoinformática
jesus@ludens.elte.hu .

caracterizada por la calidad, la movilidad, la diversidad y la competitividad. De manera breve, esta estructura cuenta con tres niveles (Universidad, 2007):

1^{er} nivel: Estudios de Grado (*Bachelor degree*), con una duración de tres años en la mayoría de los países, precisándose obtener un total de 180 créditos europeos (ECTS) para lograr el título de “Graduado en...”.

2^{do} nivel: Estudios de Máster (*Master degree*), con una duración de dos años y 120 créditos europeos (ECTS) en la mayoría de los países.

3^{er} nivel: Estudios de Doctorado (*PhD degree*), que en Hungría tienen una duración de tres años y 300 créditos europeos (ECTS). Durante este periodo se elabora una tesis doctoral basada en el tema de investigación seleccionado, que se debe presentar y defender al terminar los estudios.

Esta estructura fue adoptada en Hungría a partir de septiembre del 2006. El Departamento de Cartografía y Geoinformática de la Universidad Eötvös Loránd en Budapest, Hungría es la única cátedra del país que ofrece un título de nivel universitario en Cartografía. Aquellos estudiantes que desean licenciarse en Cartografía deben completar el primer nivel titulado Ciencias de la Tierra, en el cual participan de forma conjunta todos los estudiantes que dentro de tres años desean continuar los estudios de Máster en Cartografía, Geofísica, Geología, Meteorología y Astronomía. El primer año está dedicado al estudio de las asignaturas básicas comunes, mientras que a partir del 3^{er} semestre y hasta el 6^{to} estudian asignaturas propias de la especialización seleccionada (100 créditos de asignaturas comunes, 70 créditos de asignaturas especializadas y 10 créditos por el trabajo de fin de grado). Al terminar estos tres años los estudiantes defienden su trabajo de fin de grado y hacen un examen oral final, además de un examen de admisión al próximo nivel (BSc, 2006). Los estudiantes seleccionados continúan sus estudios de Licenciatura en Cartografía en nivel Máster por dos años, que concluyen con un examen oral y la defensa de su tesis. Al terminar la licenciatura, un número reducido de estudiantes es seleccionado para realizar investigaciones durante tres años en el nivel de Doctorado, pudiendo obtener el título de Doctor en Ciencias de la Tierra, especialización en Cartografía.

Presencia de la geografía en los estudios de Grado

Las asignaturas de carácter geográfico siempre han jugado un papel fundamental en la formación de cartógrafos en nuestro departamento desde su fundación en 1953. Actualmente la geografía está incluida en el módulo de asignaturas diseñado para aquellos estudiantes que después de tercer año continuarán sus estudios como cartógrafos. Aparte de las asignaturas que pueden ser consideradas “clásicas” encontramos dos que han sido concebidas específicamente para este módulo: la “Nomenclatura geográfica”, en la cual estudian la gramática y ortografía de los nombres geográficos, y la serie de tres asignaturas tituladas “Geografía y cartografía”, en las cuales se enseñan conocimientos geográficos combinados con temas topográficos, históricos, etnográficos, políticos, etc. (Tabla 1).

Enseñanza de la cartografía digital y geoinformática en los estudios de Grado

Las asignaturas que se enseñan en el primer nivel son distribuidas en un módulo introductorio, seis módulos generales y un módulo práctico. La enseñanza en estos módulos de la Cartografía digital y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se presenta en la Tabla 2.

Módulo General	Semestre	Número de horas	Créditos ECTS
Geografía física del Valle de los Cárpatos	2	2+0	2
Módulo de Cartografía	Semestre	Número de horas	Créditos ECTS
Nomenclatura geográfica	3	2+1	2
Geografía física	3	2+0	2
Geografía económica	4	2+0	2
Geografía de Hungría	5	2+0	2
Geografía y cartografía (Valle de los Cárpatos)	4	2+0	2
Geografía y cartografía (Europa)	5	2+0	2
Geografía y cartografía (resto del mundo)	6	2+0	2
<i>T. – Teoría, Pr. – Práctica</i>		<i>T. + Pr.</i>	

Tabla 1: Asignaturas de Geografía en los estudios de Grado (BSc) de Ciencias de la Tierra (BSc, 2006)

Módulos y Asignaturas	Semestre	Número de horas	Créditos ECTS
Métodos de investigación en Ciencias de la Tierra:			
- Mediciones	2	0+2	2
- Teledetección	3	2+0	2
Aplicaciones en Ciencias de la Tierra:			
- Introducción a los SIG	1 y 2	0+2	4
- Geoinformática	3 y 4	2+0	4
Módulo práctico:			
- Trabajos de campo	4	1 semana	6
<i>T. – Teoría, Pr. – Práctica</i>		<i>T. + Pr.</i>	

Tabla 2: Asignaturas relacionadas a Cartografía en los estudios de Grado (BSc) de Ciencias de la Tierra (BSc, 2006)

A partir del 3^{er} semestre los estudiantes interesados en continuar sus estudios de Máster en Cartografía deben seleccionar un módulo dedicado a esta especialidad, que incluye las asignaturas relacionadas a la cartografía digital y geoinformática que aparecen en la Tabla 3. La teoría básica de la cartografía digital incluye conceptos como formato vectorial y raster, modelos de colores, *input* y *output* de datos, etc. Simultáneamente durante la práctica los estudiantes aprenden el uso de un software gráfico para hacer mapas con calidad suficiente para la impresión profesional (en esta asignatura aprenden el uso cartográfico de la versión actual del programa CorelDraw, pero se estudia la introducción de la enseñanza de otros programas en los próximos 2 a 3 años). A este nivel los estudiantes aún no han adquirido

conocimientos sobre redacción cartográfica, por lo que la evaluación se realiza haciendo un mapa urbano turístico, para lo cual reciben del profesor una leyenda con instrucciones detalladas acerca del diseño del mapa (una descripción de los parámetros gráficos de cada elemento). De esta manera adquieren sus primeras experiencias creando un mapa de una ciudad seleccionada por ellos ó recomendada por el profesor. Esta tarea fué seleccionada ya que un mapa de ciudad les permite practicar muchos de los elementos que posteriormente encontrarán en otros tipos de mapas (relieve, hidrografía, símbolos, nombres geográficos, información temática para turistas, etc) (Figura 1).

Módulo de Cartografía	Semestre	Número de horas	Créditos ECTS
GPS	4	2+2	4
Elementos básicos de cartografía digital	5	2+3	5
Geoinformática en la cartografía	6	2+2	4
Cursos especiales obligatorios (a seleccionar tres): Multimedia en cartografía, UNIX/Linux, Modelos 3D en los SIG, Webcartografía	4, 5 y 6	2	2
Práctica de campo GPS	4	1 semana	2
<i>T. – Teoría, Pr. – Práctica</i>		<i>T. + Pr.</i>	

Tabla 3: Asignaturas relacionadas a Cartografía digital y Geoinformática en el módulo de Cartografía de los estudios de Grado (BSc) de Ciencias de la Tierra (BSc, 2006)

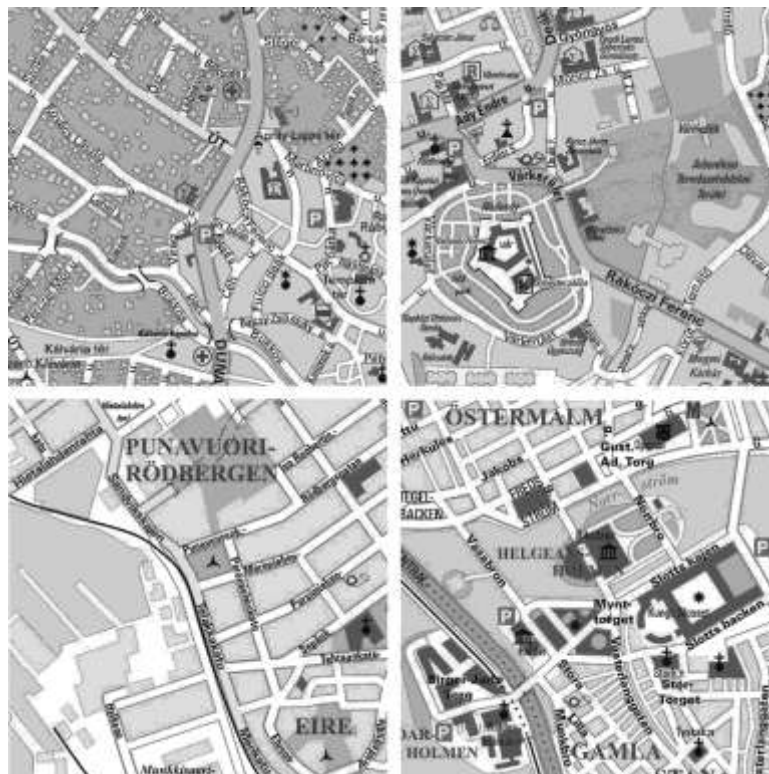


Figura 1: Ejemplos de mapas hechos por los estudiantes en las clases prácticas de la asignatura “Elementos básicos de cartografía digital” (BSc, 2006)

Cartografía digital y geoinformática en los estudios de nivel Máster

Durante los últimos cuatro semestres de estudios para obtener el título de Licenciatura en Cartografía en nivel Máster se incluye un módulo dedicado a la cartografía digital y la geoinformática (tabla num. 4), profundizando los conocimientos en:

- Conceptos relacionados a geoinformática (SIG) (elementos más detallados sobre sistemas vectoriales y raster, programación en SIG, teledetección, GPS, etc.) y software (Autodesk GIS)
- Cartografía digital (uso de otros programas gráficos y cartográficos, así como las características teóricas y prácticas del proceso de impresión digital, haciendo énfasis en las dificultades que un cartógrafo debe superar y que son derivadas, por ejemplo, del uso de diferentes formatos gráficos)

Estudios de nivel Máster en Cartografía			
Módulo de cartografía digital y geoinformática	Semestre	Número de horas	Créditos ECTS
Sistemas raster	7	1+1	3
Sistemas vectoriales	8	1+1	3
Cartografía digital 1	7	0+2	2
Cartografía digital 2	7	0+3	4
Cartografía digital 3	8	0+2	3
Cartografía digital 4	9	1+1	3
Geoinformática y webcartografía 1	8	0+2	3
Geoinformática y webcartografía 2	9	0+2	2
Geoinformática y webcartografía 3	10	0+2	3
Teledetección	10	2+0	2
Impresión digital 2	10	0+2	2
<i>T. – Teoría, Pr. – Práctica</i>		<i>T. + Pr.</i>	

Tabla 4: Asignaturas relacionadas con la Cartografía Digital y la Geoinformática (SIG) que se imparten durante los dos años del nivel Máster en Cartografía (MSc, 2006)

Algunas características particulares de nuestra enseñanza de la cartografía digital

Durante la formación de nuestros estudiantes el plan de estudios hace énfasis en la importancia de la calidad gráfica y de contenido de los mapas digitales, intentando cumplimentar al nivel más alto posible los requisitos cualitativos que han sido desarrollados por la cartografía “tradicional” a lo largo de los siglos, basados en la correcta selección de:

- elementos a ser representados en el mapa base en dependencia del contenido temático.
- de la proyección cartográfica en dependencia de la función y objetivo del mapa.

- de uno ó más métodos de representación temática para representar los datos en el mapa.

De esta manera se materializa un diseño “armónico” del mapa: el cartógrafo debe asegurar un balance gráfico entre los elementos que componen el mapa (líneas, áreas, colores, símbolos, etc.) cuyo resultado debe facilitar la lectura y comprensión del mapa por el público a quien va dirigido (Reyes, 2009).

En los últimos 15-20 años nuestro departamento ha dado especial relevancia al uso de la geoinformática (SIG) en investigaciones relacionadas a las Ciencias de la Tierra. Esta posición ha debido ser modificada gradualmente con la expansión “natural” del mercado SIG en Hungría, reflejando los nuevos retos surgidos en diferentes campos de aplicación – partiendo de los mapas catastrales y urbanos hasta los mapas temáticos para diferentes sectores de la economía, por ejemplo la agricultura – y satisfaciendo las necesidades crecientes de personal calificado capaz de solucionar estas tareas. En el presente nuestros estudiantes trabajan fundamentalmente con mapas a escala comenzando a 1:10 000, siendo aún poco frecuentes los trabajos con escalas mayores (Figura 2).

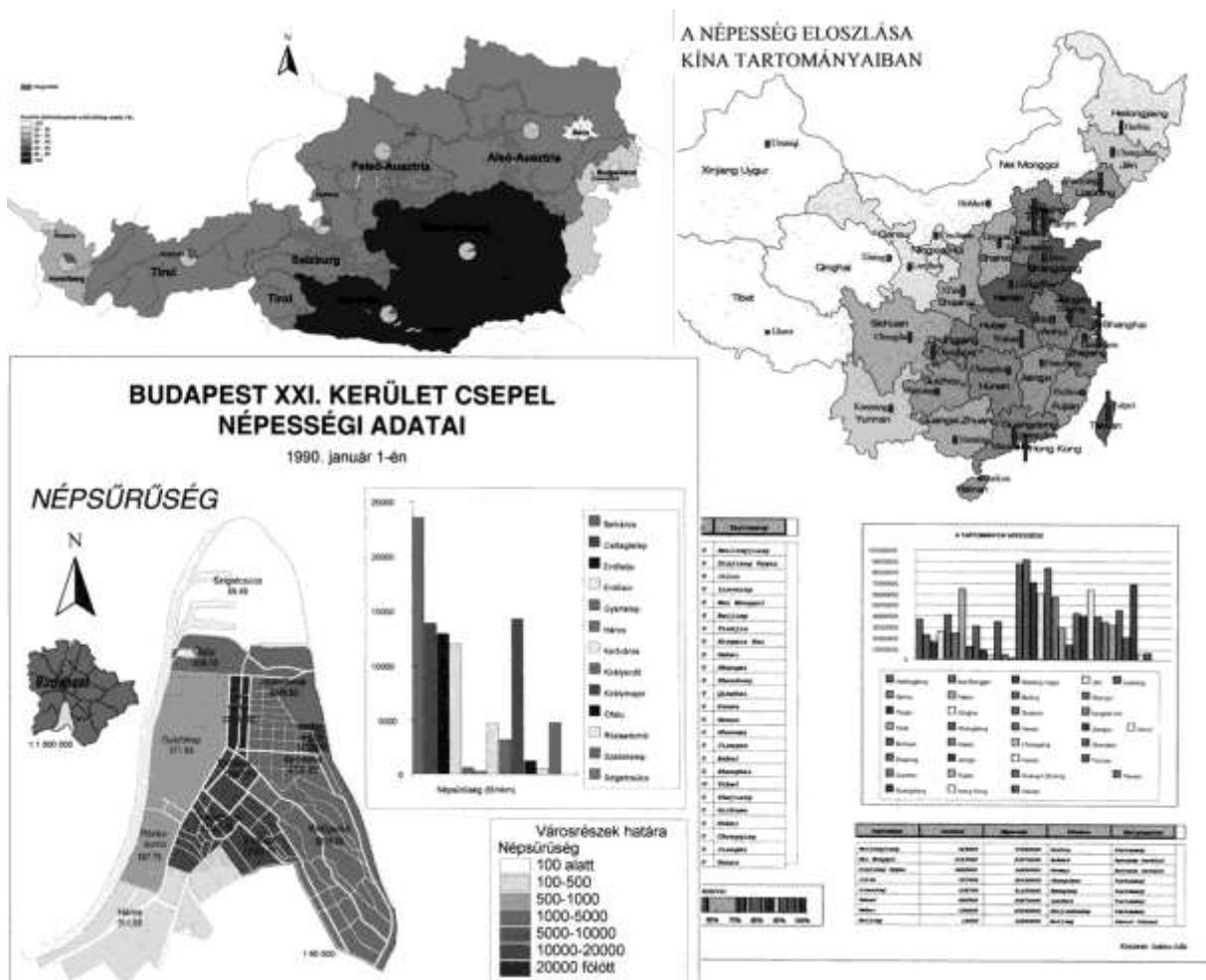


Figura 2: Ejemplos de mapas hechos por nuestros estudiantes utilizando software desarrollado por ESRI (MSc, 2006)

Visualización de datos empleando técnicas digitales en otras asignaturas

En nivel Máster se estudian asignaturas relacionadas con la cartografía tradicional, pero un por ciento considerable de los ejercicios y tareas a completar solo pueden ser solucionados mediante el uso de técnicas digitales (Tabla 5).

Estudios de Máster en Cartografía			
Asignaturas	Semestre	Número de horas	Créditos ECTS
Cartografía temática 1	7	1+1	3
Cartografía temática 2	8	1+1	3
Cartografía temática 3	10	2+0	2
Redacción y edición de mapas	7	0+3	4
Publicación de mapas 1	8	0+2	3
Publicación de mapas 2	9	1+1	3
<i>T. – Teoría, Pr. – Práctica</i>		<i>T. + Pr.</i>	

Tabla 5: Asignaturas “tradicionales” en el nivel Máster de Cartografía (MSc, 2006)

En estas asignaturas los estudiantes deben crear diferentes tipos de mapas auxiliados por computadoras, siendo una buena oportunidad para aplicar en la práctica los conocimientos adquiridos en la asignatura “Cartografía digital”. En algunos casos (principalmente en tareas de cartografía temática) los estudiantes también pueden aplicar las habilidades adquiridas en las asignaturas relacionadas con la geoinformática, procesando los datos originales y exportando los resultados para su presentación final con una buena calidad gráfica. Podemos afirmar que sin estos conocimientos informáticos los estudiantes no podrían solucionar los ejercicios dados en las diferentes asignaturas. Cuatro ejemplos son mostrados en la Figura 3, donde podemos apreciar la variedad de mapas que los estudiantes hacen en estas clases prácticas, tratando de ejercitar al menos los tipos de mapas más representativos con los que trabajan los cartógrafos: el número 1 vemos un fragmento de un mapa físico de Rumanía, enfatizando la representación de la región Sudeste del valle de los Cárpatos (Transilvania), mientras el número 4 es un fragmento de un mapa de carreteras a pequeña escala del Noroeste de Hungría, en el cual se utiliza como información de fondo el relieve de la región, representado con hipsometría. El número 2 es un fragmento de un plano de un pueblo húngaro llamado Újszilvás y sus alrededores, y el número 3 es un fragmento de un mapa temático de Hungría, en el cual con el uso de diferentes símbolos pictóricos se ofrece información turística de las mayores poblaciones húngaras.

Durante el último semestre de la asignatura “Cartografía temática” los estudiantes tienen la oportunidad de experimentar soluciones menos conocidas para visualizar la información en mapas, estudiando y aplicando métodos y soluciones gráficas que pueden ser consideradas de carácter innovador. Entre ellas podemos mencionar dos ejemplos:

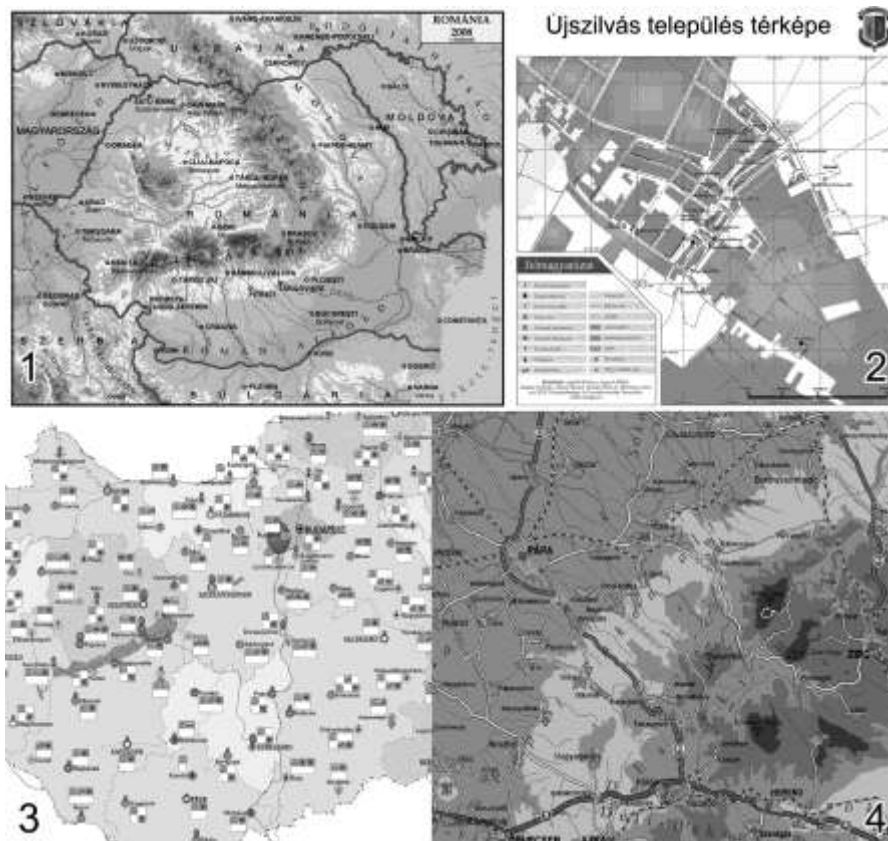


Figura 3: Fragmentos de los mapas hechos por los estudiantes en la asignatura “Redacción y edición de mapas” (MSc, 2006)

- El estudio de los llamados mapas anamorfos o cartogramas, un campo muy específico de la cartografía temática que inclusive en la actualidad provoca serias discusiones entre los cartógrafos, debido a que se trata de un método de representación temática que “rompe” categóricamente con el principio elemental que siempre debe caracterizar un mapa: la representación de la Tierra con las menores deformaciones posibles. Los estudiantes tienen la oportunidad no sólo de aprender los conocimientos teóricos relacionados con este tema, sino también de utilizarlos en la práctica, haciendo diferentes tipos de cartogramas con programas creados específicamente para este objetivo, por ejemplo el Cartographic Data Visualizer (CDV, 2003) y el ScapeToad (ScapeToad, 2008) (Figura 4).
- La introducción de otras soluciones gráficas que sin haber sido creadas específicamente para la cartografía temática han sido empleadas para la visualización de datos en mapas temáticos. Un ejemplo lo constituye el método de representación creado por Hermann Chernoff (Profesor Emérito de Matemáticas Aplicadas y Estadísticas de la Universidad de Harvard) en 1973, cuando dividió una cara humana en cada una de sus facciones para representar una variable con cada una de ellas. El método comenzó a ser aplicado en la cartografía a partir de 1977 sin llegar a extenderse su uso entre otras causas por la dificultad para lograr que el mensaje psicológico que expresa una cara humana se corresponda con los datos visualizados. Al solucionar las tareas planteadas durante las prácticas, los estudiantes tienen la oportunidad de crear un mapa temático utilizando el método “tradicional” de Chernoff y posteriormente crear un mapa visualizando los mismos datos aplicando el principio de Chernoff en pictogramas diseñados por ellos mismos.

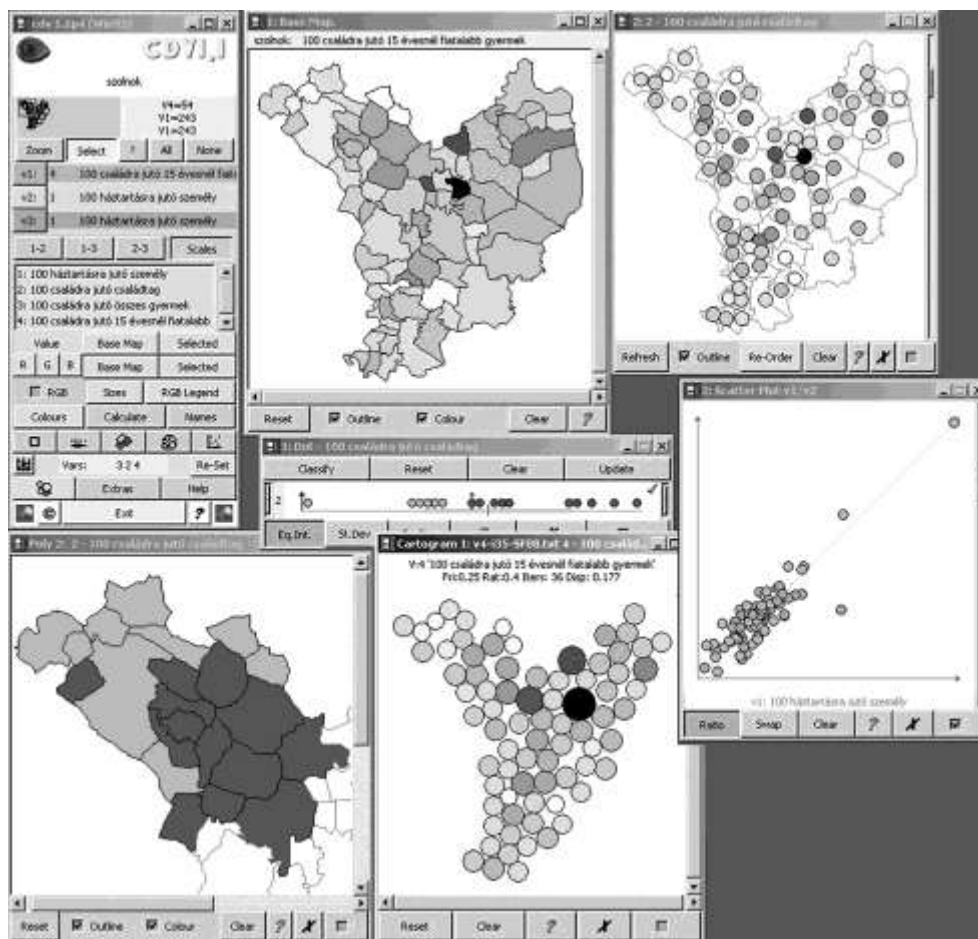


Figura 4: Ejercicio solucionado con el programa CDV que presenta la mapificación temática de la provincia húngara de Békés, utilizando diferentes métodos de representación (MSc, 2006)

No podemos dejar de recordar que la visualización bi- és tridimensional de datos se encuentra presente también en otras asignaturas mencionadas con anterioridad, como es el caso de la “Geoinformática en la Cartografía” (en la Tabla 2), donde los estudiantes de primer nivel tiene la oportunidad de estudiar los principios elementales de la modelación tridimensional basada en técnicas digitales. La Tabla 6 nos muestra aquellas asignaturas (“tradicionales” y de base informática) que también permiten a los estudiantes conocer la teoría y práctica de diferentes soluciones para la visualización de datos.

Asignaturas	Semestre	Número de horas	Créditos ECTS
Otras representaciones cartográficas	4 (G)	1+2	3
Visualización cartográfica 1	1 (M)	2+1	2
Visualización cartográfica 2	3 (M)	2+1	2
3D modelos en la geoinformática	5-10 (G, M)	2+0	2
<i>T. – Teoría, Pr. – Práctica, (G) Grado, (M) Máster</i>		<i>T. + Pr.</i>	

Tabla 6: Otras asignaturas relacionadas con la visualización de datos en la Cartografía (MSc, 2006)

Conclusiones

El éxito docente de las asignaturas relacionadas con la visualización de los datos queda plasmado en el número creciente de trabajos y tesis relacionadas con este tema que se defienden cada año. Solamente en la defensa organizada en junio del 2010, de los 24 trabajos presentados por estudiantes de nivel de Grado un total de 10 estaban relacionados directamente a este tema, mientras que 7 de las 13 tesis defendidas por los estudiantes de nivel de Máster también incursionaron en el tema de la geovisualización digital. En sus investigaciones los estudiantes se sienten motivados a experimentar técnicas y soluciones que incluso no han sido impartidas en las clases, destacándose su disposición a elevar el nivel de conocimientos de manera autodidacta. Un ejemplo de ello es la tesis titulada “Métodos de representación tridimensional en la cartografía” (Zsoldi, 2010), en la cual a manera de introducción se ofrece un bosquejo de los métodos tridimensionales de representación que se aplican actualmente en la cartografía, creandose como ejemplo un modelo tridimensional geológico de una pequeña región sureña de Hungría (Algyó), para lo cual se utilizó por primera vez en el país un sistema de proyección estereográfica activo que se encuentra instalado en el Centro de Visualización de nuestra universidad y que permite “romper” los límites físicos que impone un monitor tradicional creando la ilusión de presentar los modelos en un espacio real (Figura 5).



Figura 5: Defensa de tesis de nivel Máster en el tema de modelación 3D (Zsoldi, 2010)

Este resultado es un ejemplo positivo de la colaboración entre unidades docentes y de investigación en interés de desarrollar los conocimientos de los estudiantes, formando especialistas que sean capaces de aprender (de forma autodidacta si es necesario) a utilizar las técnicas más modernas. Los profesores que trabajamos en el diseño del presente plan de estudios lo consideramos en un período de experimentación, siendo posible que el contenido de algunas de las asignaturas que lo forman sea modificado en función del desarrollo que experimente la geovisualización de datos y también de las experiencias y opiniones de los propios profesores y estudiantes. Conjuntamente, en los próximos años continuaremos incentivando la colaboración con instituciones académicas, facilitando el intercambio de experiencias, estudiantes y docentes a través de programas financiados por la Unión Europea. *La Unión Europea y el Fondo Social Europeo han financiado este proyecto en el marco del convenio TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0003.*

Referencias bibliográficas

- BSc curriculum on Earth Sciences (specialization on Cartography), 2006, *Instituto de Geografía y Ciencias de la Tierra, ELTE* [online] Disponible en <http://geosci.elte.hu/BSc_english/earth_common.htm> [Consulta: 21 de Julio 2010]
- CDV Index, 2003, *Departamento de Ciencias Informáticas, City University* [online] Disponible en <<http://www soi.city.ac.uk/~jad7/cdv/>> [Consulta: 21 de Julio 2010]
- MSc Degree on Cartography (curriculum), 2006, *Department of Cartography and Geoinformatics, ELTE.* [online] Disponible en <<http://lazarus.elte.hu/gb/msc/cartography-msc.htm>> [Consulta: 21 de Julio 2010]
- Reyes, J., 2009, “Experiences Teaching Digital Cartography at ELTE”, en *CD Proceedings of the ICA Symposium on Cartography for Central and Eastern Europe*, Vienna.
- ScapeToad software, 2008, *Chôros Laboratory, EPFL-ENAC-INTER* [online] Disponible en <<http://scapetoad.choros.ch/>>, [Consulta: 21 de Julio 2010]
- Universidad y el Proceso de Bolonia, 2007, *Eroski Consumer: Educación* [online] Disponible en <<http://www.consumer.es/web/es/educacion/universidad/2007/11/01/171303.php>>, [Consulta: 21 de Julio 2010]
- Zsoldi, K., 2010, “3D-s megjelenési módszerek a térképészetben” (“*Métodos de representación tridimensional en la cartografía*”, en idioma húngaro), tesis MSc, Departamento de Cartografía y Geoinformática, Universidad Eötvös Loránd, Budapest.