

LA ESPECIALIDAD EN CARTOGRAFÍA AUTOMATIZADA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

Primera experiencia mexicana en la formación postgraduada en Cartografía Automatizada, Teledetección y SIG

Sergio Franco Maass y Ma. Eugenia Valdez Pérez
Facultad de Planeación Urbana y Regional
Universidad Autónoma del Estado de México
e-mail: serfm@listas.uaemex.mx

INTRODUCCIÓN

México ha experimentado, desde principios de la década de los noventa, un creciente interés por la adquisición y aplicación de modernas tecnologías para la gestión de información geográfica. Las instituciones gubernamentales de los diferentes niveles de gobierno, las grandes empresas privadas y paraestatales y las principales universidades del país empezaron a adquirir paquetes especializados en el diseño de Sistemas de Información Geográfica (SIG), en la producción de Cartografía Automatizada (CA) y en el procesamiento de imágenes de satélite. Sin embargo, a pesar de las enormes inversiones realizadas para la compra de equipos y programas informáticos, los resultados obtenidos eran, en la mayoría de los casos, muy poco satisfactorios y no justificaban los desembolsos realizados. Esto puso de manifiesto la enorme carencia de profesionales de alto nivel, capacitados en el manejo de este tipo de tecnologías.

Ante esta situación, la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México se dio a la tarea de diseñar el primer programa a nivel postgrado del país, dirigido a la formación de profesionistas relacionados con la cartografía (geógrafos, ingenieros, planificadores, etc.), en las modernas tecnologías para la gestión de información geográfica. Así, en 1991 se empezó a impartir la Especialidad en Cartografía Automatizada (ECA) que, hasta la fecha, ha permitido la formación de 71 especialistas.

A este primer esfuerzo de capacitación en cuestiones relacionadas con la CA, los SIG y la Teledetección, han seguido otros programas de otras instituciones con ciertos contenidos afines:

- Diplomado en Sistemas de Información Geográfica, impartido en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México
- Diplomado en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica, impartido en la Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Ixtapalapa)
- Talleres Internacionales de Cartografía Digital, Percepción Remota y SIG, impartidos en el Centro de Capacitación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Talleres Internacionales para el Tratamiento Digital de Imágenes de Satélite con Aplicaciones Cartográficas, impartidos en el Centro de Capacitación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

Es importante destacar que, de todos los cursos ofertados en México, la ECA es el único programa anual de postgrado que ha logrado mantenerse abierto hasta nuestros días. A esto es necesario añadir que, a pesar de las posibles similitudes en el contenido de los diversos programas, la Especialidad en Cartografía Automatizada tiene una duración de 536 horas, tiempo muy superior a la duración media de talleres y diplomados. Esto, indudablemente, ha permitido una mejor y más profunda capacitación de los egresados del programa.

BASE CONCEPTUAL DE LA ESPECIALIDAD EN CARTOGRAFÍA AUTOMATIZADA

La construcción del plan de estudios de la ECA recae sobre tres disciplinas fundamentales, a sa-

ber, la Cartografía Automatizada, los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección. Cada una de éstas tiene objetivos diferentes pero, en muchos sentidos, complementarios.

La Cartografía Automatizada

La cartografía automatizada constituye una nueva vertiente de la cartografía, que retoma sus conceptos y principios fundamentales (como ciencia de la comunicación de información geográfica y como ciencia de la investigación de la realidad geográfica a partir de modelos cartográficos), pero que, al incorporar la noción de gestión de bases de datos geográficos, impulsa el quehacer cartográfico, confiriéndole nuevas posibilidades como herramienta dinámica de representación, análisis y síntesis de la realidad geográfica (Franco, 1994).

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

Partiendo de esta concepción amplia de la cartografía automatizada, se debe hablar no solo de la agilización y optimización de los procesos cartográficos tradicionales, sino de las posibilidades de gestión de la información geográfica almacenada y el uso dinámico de los mapas derivados de esto.

Los Sistemas de Información Geográfica

Los SIG constituyen herramientas fundamentales para el análisis geográfico mediante el uso de computadoras. Rhind (1989), lo ha definido como un sistema de *hardware*, *software* y procedimientos, diseñados para soportar la captura, el manejo, la manipulación, el análisis, el modelado y el despliegue de datos espacialmente referenciados (georreferenciados), para la resolución de problemas complejos del manejo y planeamiento territorial.

De acuerdo con Bosque (1997: 23), las funciones generales de todo SIG son las siguientes:

- **Entrada de Información.** Procedimientos para la conversión a formato digital de la in-

- formación geográfica en formato analógico.
- **Salida/representación.** Procedimientos para la visualización de resultados.
- **Gestión de la información.** Procedimientos para la extracción de información a partir de las bases de datos.
- **Análisis.** Procedimientos para generar nueva información a partir del procesamiento de los datos integrados.

Hablar de SIG remite, necesariamente, a hablar de cartografía automatizada. La mayoría de las operaciones de un SIG implican el manejo de mapas. Sin embargo, la CA y los SIG presentan objetivos diferentes. Mientras que el objetivo de la Cartografía Automatizada contemporánea es el de generar imágenes gráficas que permitan al usuario obtener información del espacio geográfico, el objetivo de los SIG, como herramientas multidisciplinarias e integradoras, es el de posibilitar la aplicación de técnicas de investigación geográfica para analizar y explicar integralmente el entorno geográfico analizado, y de ahí generar imágenes cartográficas.

TELEDETECCIÓN

El término teledetección es una traducción latina del término en inglés *remote sensing*, ideado para designar cualquier medio de observación remota. La teledetección no engloba solo los procesos que permiten obtener una imagen por diversos medios de observación remota (fotografías aéreas, videografía, radar aerotransportado o imágenes de satélite), sino también su posterior tratamiento, en el contexto de una herramienta determinada. (Chuvieco, 1996: 23).

Las imágenes obtenidas por sensores remotos son procesadas y analizadas por medios automatizados mediante la utilización de equipos y programas especiales para la obtención rápida y eficaz de información geográfica. En este sentido, la teledetección constituye un insumo fundamental para la realización de estudios geográficos y la elaboración de cartografía temática.

EL PLAN DE ESTUDIOS DE LA ECA

El plan de estudios de la especialidad ha sufrido importantes transformaciones a lo largo del tiempo. Esto se debe, entre otras razones, a que, de acuerdo a las normas establecidas por la Universidad

Autónoma del Estado de México, los estudios de postgrado deben ser evaluados periódicamente; en el caso de la Especialidad en Cartografía Automatizada esto se realiza cada dos años. Desde su implementación, la ECA ha sido evaluada en dos ocasiones y se encuentra en proceso de una tercera evaluación. Estas evaluaciones terminan, regularmente, en una reestructuración en todos los sentidos: estructura curricular, enfoque, contenidos, requisitos de ingreso, grado de conocimiento en diversas temáticas, entre otros.

El Primer Plan de Estudios ECA

Al momento de su apertura, la Especialidad en Cartografía Automatizada estaba estructurada en 4 módulos fundamentales:

Como se puede observar, el plan de estudios de la ECA se construyó bajo un esquema modular: En los módulos 1 y 2, correspondientes al bloque de primera formación, se realizaba una detallada revisión teórica de los principios fundamentales de la cartografía y la cartografía automatizada; en el módulo 3 se realizaba una revisión teórica general sobre la teledetección, incluyendo algunas aplicaciones prácticas sobre el análisis digital de imágenes y; en el módulo 4 se revisaban los principales aspectos teóricos prácticos de los Sistemas de Información Geográfica.

El Segundo Plan de Estudios ECA

Como resultado de la primera evaluación diagnóstica de la ECA (Franco y Osorio, 1993), este plan de estudios sufrió un primer ajuste de consideración. Al detectarse importantes carencias en la formación de los egresados, como resultado de la amplitud de los programas, se optó por centrar los objetivos de la ECA en el ámbito de la Cartografía Automatizada, reduciendo significativamente los contenidos y el nivel de profundidad en el estudio de la Teledetección y los SIG (Estas disciplinas quedaron relegadas a ser estudiadas como meras herramientas para la obtención, diseño y edición de mapas digitales). De esta manera, la ECA se estructuró en torno a tres módulos fundamentales:

El Tercer Plan de Estudios ECA

Hacia 1996, se realizó la segunda reestructuración de la ECA (Candeau et al, 1996). En esta

ocasión, en apego a los lineamientos institucionales de la Universidad Autónoma del Estado de México, el contenido de la especialidad quedó integrado en dos semestres. El primer semestre, conocido como Área de homogeneización y el segundo semestre conocido como Área de fundamentación teórica y metodológica:

PRIMER SEMESTRE: ÁREA DE HOMOGENEIZACIÓN CARTOGRÁFICA Y DE COMPUTACIÓN

Asignatura: *Introducción a la Cartografía*

Objetivo: Introducir a los participantes en el manejo de las bases teórico-metodológicas de la cartografía, de tal manera que posibilite la fácil comprensión de los procesos automatizados de elaboración cartográfica; el estudio de esta materia incluye el análisis de los principales conceptos, propiedades, elementos y paradigmas de la cartografía, así como el estudio pormenorizado de la base matemática, los procesos de selección y generalización y los métodos de representación cartográfica que caracterizan y distinguen a los mapas como modelos gráficos de la realidad geográfica.

Contenido:

1. Conceptualización de los mapas como modelos complejos de la realidad geográfica.
 - Concepto de cartografía, propiedades y elementos fundamentales de los mapas.
 - Clasificación de los mapas.
 - Paradigmas actuales de la cartografía.
2. Base matemática.
 - Azimut y rumbo.
 - Proyecciones cartográficas.
 - Sistema de coordenadas.
 - Escalas.
 - Procesos de generalización.
3. Métodos de representación cartográfica.
 - Variables visuales.
4. Elaboración de modelos cartográficos complejos.

Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4
Cartografía Automatizada		Teledetección	S.I.G.
Semestre I		Semestre II	

MÓDULO		MÓDULO		MÓDULO
1		2		3
Área de Homogeneización Teórico-Cartográfica y de Computación		Área de Fundamentación Teórico-Metodológica de la Cartografía Automatizada		Área de Aplicación Práctica o de Investigación Técnica
Semestre I		Semestre II		

Asignatura: *Introducción a la computación*

Objetivo: Introducir a los participantes en el conocimiento de los principales aspectos de los sistemas de cómputo, como herramienta fundamental para el manejo de la información georreferenciada y los procesos automatizados de cartografía.

Contenido:

1. Sistemas operativos avanzados.
2. Herramientas gráficas y estadísticas.
3. Optimización de *software* y *hardware*.

Asignatura: *Manejo automatizado de datos geográficos*

Objetivo: Asegurar la comprensión cabal de los conceptos fundamentales de la cartografía automatizada, creando el modelo conceptual de trabajo en las diferentes tecnologías y sus interrelaciones dinámicas para manejar datos geográficos y obtener productos cartográficos. Se presentan las características de estos datos, su estructura de almacenamiento digital, así como las opciones de almacenamiento, recuperación, análisis y generación de salidas automatizadas en cada tipo de proceso y sus transferencias. Se presentan otras experiencias obtenidas por investigadores de reconocido prestigio y se desarrolla además, una práctica de campo sobre las fuentes de información geográfica. Esta asignatura constituye la clave teórico-metodológica de la especialidad.

Contenido:

1. Variantes de cartografía automatizada.
 - Tendencias actuales.
2. Estructura de la información geográfica.
 - Dinámica espacial y temporal.
3. Estructuras de almacenamiento digital de la información geográfica.
4. Análisis *ráster* de la información geográfica.
 - Principios básicos de fotointerpretación.
 - Bases teóricas de la Teledetección.
 - Operaciones *raster*.

1. Análisis vectorial de la información geográfica.
2. Diseño de sistemas de manejo de la información geográfica.
3. Propuesta conceptual de un sistema de manejo de la información geográfica.
4. Actividades de Práctica de campo.
5. Seminario sobre aplicaciones en el manejo automatizado de datos geográficos. Ejemplo de aplicaciones de análisis *ráster*, cartografía automatizada y sistemas de información geográfica.

Fuente: Valdez, M. E. et al. (1999): *Tercera Evaluación Diagnóstica de la Especialidad en Cartografía Automatizada*. (Inédito), UAEM. Toluca.

SEGUNDO SEMESTRE: ÁREA DE FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO METODOLÓGICA DE LA TELEDETECCIÓN, LA CARTOGRAFÍA AUTOMATIZADA Y LOS SIG

Asignatura: *Taller de sistemas ráster*

Objetivo: Proporcionar los elementos teórico-prácticos, que permitan el uso y manejo eficiente de los datos de formato *ráster*, como parte integral de un sistema de cartografía automatizada y en relación con un sistema de información geográfica o de cartografía digital.

Contenido:

1. Introducción a los sistemas de análisis *raster*.
 - Utilización de *software*.
2. Operaciones con mapas.
 - Exportación de resultados a otros paquetes y formatos.
2. Análisis digital de imágenes de satélite.
 - Exportación de resultados a otros paquetes y formatos.

Asignatura: Taller de cartografía-digital

Objetivo: Introducir a los participantes en el conocimiento de los sistemas de diseño gráfico y de edición cartográfica por medio del uso de paquetes CAD y POST-SCRIPT, así como adiestrar a los participantes en el manejo de *software* integrados de cartografía digital y sus relaciones con los sistemas de información geográfica y de análisis *raster*.

Contenido:

1. Sistemas de dibujo digital, como fase de captura del componente gráfico de la información geográfica.
 - Exportación de resultados a otros paquetes y formatos.
2. Sistemas de edición POST-SCRIPT.
 - Exportación de resultados a otros paquetes y formatos.
3. Sistemas de cartografía temática vectorial.
 - Opciones de almacenamiento y recuperación, análisis y despliegue.
 - Exportación de resultados a otros paquetes y formatos.

Asignatura: Taller de Sistemas de Información Geográfica

Objetivo: Proporcionar el fundamento práctico aplicado de los sistemas de información geográfica (SIG), a través del conocimiento de sus estructuras y funciones a nivel de *software* seleccionado, interactuando con sus opciones específicas y de intercambio de formatos, así como desarrollando una aplicación ejemplo, a partir de un banco de datos específico creado para la asignatura.

Contenido:

1. Estructura básica de un SIG.
 - Diseño conceptual y metodológico.
1. Creación de las bases de atributos temáticos y de las coberturas gráficas.
 - Unión, corrección de errores y creación de la topología.
1. Intercambio de formatos y comunicación dinámica con otras bases de datos y con otras coberturas gráficas.
 - Intercambio *ráster-vector*.
 - Intercambio *vector-ráster*.
1. Opciones de análisis espacial y diferentes variantes de su uso combinado.
2. Salidas cartográficas y facilidades de exportación a tratamiento *POST SCRIPT*.
 - Requerimientos especiales de presentación de resultados.

Asignatura: Taller de aplicaciones

Objetivo: Proporcionar los fundamentos teórico-metodológico básicos para la conceptualización del proyecto final de aplicación, que involucre la adopción de cartografía automatizada como metodología general de trabajo. Con ello se garantizará la culminación exitosa del trabajo terminal, vinculado a la práctica profesional de los participantes y a la conceptualización de la cartografía como ciencia.

Contenido:

1. Elementos de un proyecto técnico.
 - Estructura y formatos.
 - Elaboración de la propuesta del proyecto técnico final.
1. Desarrollo del proyecto técnico.
2. Presentación y discusión de resultados.

Fuente: Valdez, M. E. et al. (1999): *Tercera Evaluación Diagnóstica de la Especialidad en Cartografía Automatizada*. (Inédito), UAEM. Toluca.

Evidentemente, esta nueva reestructuración tenía, como objetivo fundamental, reforzar la formación de los especialistas en el manejo de tecnologías para la producción automatizada de mapas; todo esto en detrimento del estudio de las modernas tecnologías para el análisis de información geográfica. Se buscaba, en definitiva, profundizar en el estudio de los mapas como modelos complejos de la realidad, de los procesos de elaboración cartográfica, de los elementos y propiedades de los mapas, así como del manejo digital de datos geográficos para la producción automatizada de cartografía.

IMPACTO DEL PROGRAMA

La Especialidad en Cartografía Automatizada ha tenido logros significativos. El primero, y quizás más importante, es que el programa ha respondido a las demandas de la sociedad y continúa siendo, hasta la fecha, el único postgrado en su tipo que se imparte regularmente en México. Esta propuesta educativa ha permitido a la Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México, impulsar el conocimiento científico y tecnológico, de tal manera que se vincule con la sociedad, con otras instituciones educativas e instancias gubernamentales, así como con otros organismos científicos y académicos, para coadyuvar a la solución de problemas de índole territorial y a la toma de decisiones.

Las revisiones periódicas a las que obliga la universidad, no solamente no han tenido efectos negativos sobre el programa, sino que han permitido mantener un cierto nivel de actualización con respecto a las necesidades de la sociedad, las innovaciones tecnológicas y los nuevos conocimientos y enfoques de la ciencia, de tal manera que se siga estando a la vanguardia en la formación de especialistas en esta área del conocimiento.

Adicionalmente, los ejercicios de evaluación han permitido detectar las áreas de oportunidad y, de esta manera, ha sido posible implementar estrategias de difusión del programa para lograr una mayor cobertura. De esta manera, se ha logrado ampliar el área de impacto de la especialidad en dos vertientes fundamentales: la cobertura geográfica y el perfil del estudiante.

- **Cobertura geográfica.** Inicialmente los aspirantes del programa provenían, en su gran mayoría, del Estado de México. Actualmente, sin embargo, existen estudiantes provenientes de la Ciudad de México, y de otras entidades del país como Veracruz, Michoacán, Querétaro, Durango, Puebla y Morelos.
- **Perfil del estudiante.** En las tres primeras promociones, cerca del 70% de los participantes del programa provenían de la licenciatura en geografía. En promociones más recientes, sin embargo, este porcentaje ha disminuido hasta el 50%. Así, se ha venido ampliando el abanico de profesionistas que participan, incluyendo, entre otros, biólogos, arquitectos, ingenieros civiles, sociólogos y geólogos. El denominador común de todos los participantes es su directa vinculación a instituciones relacionadas con la producción cartográfica y manejo de datos geográficos digitales.

Como resultado de los ajustes realizados al programa, tanto la matrícula como la eficiencia terminal del mismo se han venido incrementando a lo largo del tiempo.

En las dos últimas promociones, se han formado 36 especialistas, con una eficiencia terminal del

PROMOCION	EGRESADOS
PRIMERA	13
SEGUNDA	7
TERCERA	7
CUARTA	8
QUINTA	18
SEXTA	18

95%. Esto nos indica, en cierta medida, el creciente interés que está teniendo la ECA dentro de la comunidad de profesionales dedicados a la realización de estudios geográficos.

PRINCIPALES PROBLEMAS DE LA ESPECIALIDAD EN CARTOGRAFÍA AUTOMATIZADA

A pesar de los innegables logros alcanzados con el programa de especialización en CA, esta novedosa experiencia educativa de postgrado en México, ha tenido que afrontar diversos problemas. Las frecuentes revisiones al plan de estudios y la falta de una buena base conceptual han originado importantes modificaciones en el objetivo general y en el nivel de tratamiento del conocimiento impartido. Adicionalmente, la falta de un claustro de profesores especializados en las modernas tecnologías para la gestión de información geográfica, ha impedido el correcto seguimiento del programa y la conformación de un cuerpo colegiado de alto nivel. Asimismo es pertinente añadir que, ante la falta de comprensión de las autoridades universitarias sobre los requerimientos financieros de la especialidad, se han presentado importantes carencias de *hardware* y *software* que impiden el correcto cumplimiento de los objetivos planteados.

El Objetivo General del Programa

Uno de los principales problemas derivados de las subsecuentes reestructuraciones de la ECA tiene que ver con la definición del objetivo general del programa. Basta revisar los diversos planes de estudios que se han aplicado para percatarse de un cambio radical, desde un enfoque académico e integrador que buscaba estudiar los principales fundamentos de la Cartografía Automatizada, la Teledetección y los SIG, hasta un enfoque parcial y muy especializado en donde fundamentalmente se busca la capacitación técnica sobre las diversas herramientas para la producción automatizada de cartografía. Esta situación se ha venido agudizando hasta tal punto que, en la sexta promoción de la especialidad, varias de las asignaturas impartidas ya no se referían a los contenidos establecidos en el plan de estudios sino al desarrollo de habilidades para la aplicación de determinado *software*:

Esta situación ha sido el resultado de una política institucional que busca satisfacer las expectati-

vas de los aspirantes al programa. Los interesados en estudiar la ECA provienen, en su gran mayoría, de instituciones gubernamentales que demandan personal operativo para el uso de *software* de cartografía automatizada o SIG. Casi la totalidad de los egresados utiliza algún *software* de tipo *vectorial*, principalmente AutoCAD o Arc/Info. La mayor parte de ellos llegan a utilizar, esporádicamente, algún *software ráster*, en muy pocas ocasiones, llegan a requerir algún *software* para el análisis digital de imágenes.

Evidentemente, los especialistas así formados, se integran a sus centros de trabajo con mayores herramientas para la realización de operaciones técnicas de captura, gestión y representación de información geográfica, pero sin las bases teóricas y conceptuales suficientes para emprender proyectos integrales de gestión de información geográfica. En este sentido, la ECA ha venido perdiendo su carácter formativo como programa de postgrado de alto nivel académico para situarse

que permitan establecer una base conceptual común para todos los participantes. Ante esta situación, ha sido necesario destinar casi el 50% del tiempo real del programa, a revisar los conocimientos básicos de cartografía, computación y manejo de datos geográficos.

Si bien es cierto, que los aspirantes llegan con la finalidad de adquirir un amplio conocimiento sobre el manejo de información geográfica (requerimiento derivado, en muchas ocasiones, por las necesidades de la institución en que laboran), también es cierto que, en algunos casos, cuentan con una experiencia empírica previa. Esto, en definitiva, impide conocer el nivel real de conocimientos con que parte cada estudiante y, por consiguiente, dificulta el proceso de homogeneización de sus conocimientos.

Como consecuencia inevitable a esta necesidad de homogeneizar el conocimiento de los alumnos, se reduce el tiempo destinado a desarrollar la parte

Comparación entre las asignaturas del Tercer Plan de Estudios de la ECA y las asignaturas impartidas en la Sexta Promoción	
Asignatura Establecida	Asignatura 6ª Promoción
PRIMER SEMESTRE	
Introducción a la Cartografía	Bases Teórico-Conceptuales de la Cartografía Métodos de Representación Cartográfica
Introducción a la Computación	Concepto, Estructura y Funciones de los Sistemas Operativos
Manejo Automatizado de Datos Geográficos y Seminario de Aplicaciones	Fuentes de Información Cartográfica. Introducción a la Cartografía Automatizada, Sensores Remotos y Sistemas de Información. Geografía Diseño y Aplicaciones de Bases de Datos con Access. Introducción al Manejo de Internet
SEGUNDO SEMESTRE	
Taller de Análisis Ráster	Idrisi (SIG) Idrisi (Teledetección)
Taller de Cartografía Digital	AutoCad AutoCad Map MapInfo
Taller de Sistemas de Información Geográfica	ArcView MicroStation Taller de Elaboración de Proyectos
Taller de Aplicaciones	Taller de Aplicaciones
Fuente: Valdez, M. E. et al. (1999): Tercera Evaluación Diagnóstica de la Especialidad en Cartografía Automatizada. (Inédito), UAEM. Toluca.	

en el nivel formativo de capacitación técnica.

El Nivel de Tratamiento del Conocimiento Impartido

Como se ha mencionado con anterioridad, en los últimos años se ha venido diversificando el perfil de los participantes en el programa. Esto ha traído, como consecuencia inevitable, la necesidad de establecer mecanismos de homogeneización,

medular del programa y, por lo tanto, la cantidad y nivel de profundidad de los conocimientos impartidos. Esto resulta especialmente cierto en lo concerniente a la formación teórico metodológica de los alumnos en materia de SIG y Teledetección. Esta es una de las razones por las que, en los nuevos planes de estudio, se haya considerado a estas disciplinas únicamente como herramientas para la elaboración de cartografía digital, dejando de lado la potencialidad que ofrecen estas áreas de conocimiento.

La Actualización y Seguimiento del Programa

Hasta la fecha la responsabilidad de actualizar y dar seguimiento a la especialidad ha recaído en un coordinador, quien es el directo responsable del funcionamiento académico y administrativo del programa. Esto, aunado al frecuente cambio de coordinador, ha dificultado seriamente el sostenimiento de la ECA.

Desde el punto de vista académico, la coordinación de la ECA implica un considerable esfuerzo para:

- Coordinar las acciones relacionadas con la planeación y seguimiento de los cursos
- Integrar y revisar los programas de estudio de cada asignatura
- Evaluar periódicamente el plan de estudios y proponer los cambios pertinentes para su mejor desempeño
- Definir los mecanismos para evaluar los métodos de enseñanza-aprendizaje
- Buscar e integrar una planta docente conformada por especialistas provenientes de diversas instituciones educativas, organismos de gobierno y empresas privadas
- Entrevistar y seleccionar los aspirantes al programa

Desde el punto de vista administrativo, la coordinación de la especialidad demanda

- Gestionar los recursos necesarios para la realización de prácticas (viáticos, pasajes, etc.)
- Dar seguimiento a la ministración de los recursos financieros para el pago de honorarios
- Definir los requerimientos en materia de *software* y *hardware* y gestionar su adquisición
- Asesorar a los alumnos en todo lo concerniente al desarrollo del programa

Como es posible observar, dar un correcto seguimiento a la ECA es una tarea ciertamente compleja, que demanda un considerable esfuerzo. Por tal motivo, en las evaluaciones aplicadas a esta especialidad, se ha hecho hincapié en la necesi-

dad de integrar un Cuerpo Colegiado y otro Administrativo. De esta manera, distribuyendo responsabilidades y actividades, se facilitaría considerablemente la instrumentación y seguimiento de la especialidad. Esta propuesta depende, en buena medida, de contar con una estructura académica y administrativa sólida, integrada por personal calificado.

Por otro lado, la ECA, es un programa altamente dependiente de los avances tecnológicos en materia de la gestión automatizada de información geográfica. Esto le distingue de otros programas de postgrado universitarios, menos demandantes de recursos económicos necesarios para la actualización de *hardware* y *software*, así como para la incorporación de especialistas invitados provenientes de diversas partes del país. Esto, además de representar un importante desembolso económico para la institución, ha representado un gran esfuerzo para el mantenimiento del programa.

La Disponibilidad de Personal Docente Capacitado

En sus inicios, los docentes de la especialidad coincidían, en gran medida, con profesores externos:

- Profesores de otras instituciones universitarias (provenientes en su gran mayoría de la Universidad Nacional Autónoma de México)
- Investigadores invitados del Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba
- Especialistas de instituciones gubernamentales relacionadas con la gestión de información geográfica (provenientes de instituciones como el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática o el Instituto Mexicano del Petróleo)
- Instructores de empresas distribuidoras de *software*

Esta situación ha variado a lo largo del tiempo. La dificultad de coordinar la participación de especialistas provenientes de muy diversas instituciones y la mayor disponibilidad de personal docente capacitado, han permitido contar con una plantilla es-

Nivel académico y experiencia de los profesores		
NÚMERO	GRADO	EXPERIENCIA
1	DOCTOR	L+D+I
4	MAESTROS	L+D+I
6	ESPECIALISTAS	L+D
3	LICENCIADOS	L+D+I
L= Laboral D= Docencia I= Investigación		
Fuente: Valdez, M. E. et al. (1999): Tercera Evaluación Diagnóstica de la Especialidad en Cartografía Automatizada. (Inédito), UAEM. Toluca.		

table y con una mayor vinculación a la institución. Actualmente la plantilla docente está integrada por 14 profesores con nivel académico heterogéneo, como se muestra en la siguiente tabla:

Lo anterior podría considerarse como un logro de la institución. Integrar a su planta docente a los propios egresados del programa, con apoyo de algunos especialistas externos, ha permitido paliar, de alguna manera, la carencia de profesores de la propia facultad. Esto, sin embargo, presenta el serio inconveniente de la falta de actualización docente. Efectivamente, se ha perdido el esquema original del programa, en el que se contaba con la participación de los principales especialistas del país y que, dado su alto nivel académico, garantizaban la actualidad y nivel de profundidad de los conocimientos impartidos.

La Disponibilidad de Hardware y Software

Las carencias de *hardware* y *software* han significado un importante obstáculo para el buen desempeño y consolidación del programa de especialidad. Al momento de su apertura, la ECA contaba con un pequeño laboratorio de cómputo con cinco ordenadores personales, un escáner de formato pequeño, un plotter de plumas y una tableta digitalizadora. Dado lo novedoso del programa y tomando en consideración que se trataba de una experiencia educativa que no emanaba de las líneas medulares de investigación de la Facultad de Geografía, no se contaba con el *software* necesario para la gestión de información geográfica.

Actualmente, la ECA cuenta con un taller de cartografía, con equipo suficiente y actualizado para capacitar a 20 estudiantes:

Este equipo, ha sido adquirido con recursos propios de la Facultad de Geografía, derivados de la

realización de proyectos de investigación y trabajos contratados. Sin embargo, la institución no cuenta con mecanismos que permitan la renovación periódica del equipamiento.

Con relación al *software*, el taller de cartografía cuenta con diversas licencias adquiridas a lo largo del tiempo.

Algunas de estas licencias fueron donadas por los distribuidores de *software* en México y otras fueron adquiridas con recursos propios de la Facultad de Geografía. Como es posible observar, salvo en el caso de Mapinfo, Autocad Map y Micro Station Geographics, el número de licencias resulta insuficiente para capacitar a 20 alumnos de la especialidad.

A esto, es necesario añadir que la ECA no cuenta con recursos suficientes para cubrir las cuotas de mantenimiento y actualización del *software*. Así, a pesar de las fuertes inversiones iniciales en la compra de licencias, se presentan serios problemas para su utilización, entre los que destacan la falta de soporte técnico, la falta de versiones actualizadas y la carencia de algunos módulos (impresión, exportación, etc.). Esta situación se ha intentado paliar mediante el uso de licencias demostrativas que, en muchas ocasiones, resultan insuficientes para los requerimientos del programa.

Las carencias de *software*, han contribuido a desvirtuar los contenidos de los diversos programas de la especialidad debido, principalmente, a que los cursos se enfocan al dominio del paquete informático, con la visión y experiencia de quien lo imparte. Hacer una revisión exhaustiva de un *software* determinado requiere un tiempo mucho mayor al asignado en el programa y, sobre todo, no permite consolidar los conocimientos teóricos que son, en definitiva, la parte medular de la formación postgraduada.

Relación de equipo de cómputo en el Taller de Cartografía		
Cantidad	Equipo	Características
21	Ordenadores personales	Pentium
7	Tabletas digitalizadoras	Diversos tamaños
1	Plotter	De Plumillas
1	Graficador	DesingJet
2	Impresoras	Laser
1	Impresora	Transferencia térmica
1	Cañón (proyector)	Proyector

Fuente: Valdez, M. E. et al. (1999): Tercera Evaluación Diagnóstica de la Especialidad en Cartografía Automatizada. (Inédito), UAEM. Toluca.

Licencias de software disponibles en el Taller de Cartografía de la Facultad de Geografía		
Cantidad	Software	Versión
1	AutoCad*	11
1	AutoCad	12
4	ArCad	11.2
5	AutoCad Map	Educativa
10	MapInfo	4.1
2	ArcView	2.0e
1	ArcView	3.1
3	AtlasGIS	3.1
2	Erdas	7.5
1	SPIPR II*	2.0
1	MicroStation Geographics	Educativa

* Software obsoleto
Fuente: Valdez, M. E. et al. (1999): Tercera Evaluación Diagnóstica de la Especialidad en Cartografía Automatizada. (Inédito), UAEM. Toluca.

COMENTARIOS FINALES

La Especialidad en Cartografía Automatizada constituye el único programa de postgrado de su tipo en México. Esta representa una valiosa experiencia en la formación de especialistas en nuevas tecnologías enfocadas a la Cartografía Automatizada, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección.

A pesar de los innegables logros obtenidos a lo largo de sus ocho años de funcionamiento, la especialidad presenta aún importantes problemas estructurales. La falta de claridad en los objetivos del programa, la carencia de un cuerpo colegiado de alto nivel y las deficiencias en mantenimiento y actualización de *hardware* y *software*, representan aspectos medulares a resolver para mantenerse a la vanguardia como experiencia educativa.

En la actualidad, la ECA está siendo sometida a una tercera evaluación. Esto permitirá, en definitiva, redefinir los enfoques en que habrá de dirigirse el programa, con miras a profundizar los conocimientos teórico metodológicos de los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección. En la medida en que se logre este objetivo, se dará respuesta a la demanda de las diversas instituciones mexicanas relacionadas con la gestión de información geográfica.

BIBLIOGRAFÍA

- Bosque, J. (1997): *Sistemas de Información Geográfica*, Rialp, Segunda Edición, Madrid.
- Candau, R. (1993): *Fundamentos Teóricos y Aplicaciones del Sistema Automatizado de Cartografía Estadística para Computadoras Personales*, (tesis doctoral inédita), Academia de Ciencias de Cuba, La Habana.
- Candau, R., Madrigal, D., Cárdenas, M., Cesbron, V. Y Cámara, C. (1996): *Proyecto de Reestructuración de la Especialidad en Cartografía Automatizada*, (documento interno), UAEM, Toluca.
- Chuvieco, E. (1996): *Fundamentos de Teledetección Espacial*, Rialp, Tercera Edición, Madrid.
- Franco, S. (1994): *Contradicciones de la Cartografía Automatizada en México* en *Ciencia ergo sum*, Vol 1. n° 1, UAEM, pp. 42-47.
- Franco, S. y Osorio, M. (1993): *Evaluación Diagnóstica de la Especialidad en Cartografía Automatizada* (documento interno), UAEM, Toluca.
- Rhind, D. (1989): «GIS. Trends», *ARC News*, ESRI, Red Lands, California, pp. 28-29.
- Valdez, M. E., Franco, R., Villavicencio, J., Dirat, A., Carreto, F., Infante, L., Madrigal, D., y Peña, V. (1999): *Tercera Evaluación Diagnóstica de la Especialidad en Cartografía Automatizada*. (Inédito), UAEM. Toluca.