

## DESARROLLO DIDÁCTICO DE APLICACIONES FOTOGRAMÉTRICAS SOBRE SOPORTE INFORMÁTICO

### *Educational Development of Aerial Photography computer Applications*

Javier GÓMEZ LAHOZ

*Profesor Titular de Escuela Universitaria de la E.P.S. de Ávila*

**RESUMEN:** En este artículo se llama la atención acerca de la escasez de reflexiones realmente pedagógicas tanto en la enseñanza de las disciplinas técnicas como en el empleo de los soportes informáticos para, a continuación, acometer una serie de reflexiones teóricas que permitan fundamentar una línea de actuación, tan heurística como didáctica, encaminada a desarrollar software docente en la enseñanza técnica y, en concreto, en las titulaciones de Ingeniero Técnico en Topografía e Ingeniero Superior en Geodesia y Cartografía impartidas en la E.P.S. de Ávila de la Universidad de Salamanca.

Estas consideraciones van acompañadas de los resultados obtenidos por un desarrollo concreto en la línea mencionada aplicado en la docencia de la asignatura Fotogrametría III durante el curso 1998/99.

*Palabras clave:* enseñanza/aprendizaje asistidos por ordenador, enseñanza/aprendizaje de la Fotogrametría, software didáctico.

**ABSTRACT:** This paper points out the fact that there is a lack of true pedagogic discussion on the teaching of the engineering curriculums and on the use of computers. Some ideas are put forward on the aim of establishing the fundamentals of a teaching/learning software developing project. This software should be proficient in the technological teaching environment and, more concisely, in the Surveyor Engineer and Geodestic and Cartographic Engineer curriculums, both implemented at the Superior Engineering School of Ávila belonging to the Salamanca University.

These considerations are supported by the results obtained on the application of a computer aided course covering the main program of the Photogrammetry III matter in the past year 1998/99.

*Key words:* computer-assisted teaching/learning, teachware, photogrammetry teaching/learning.

*Escribir un programa didáctico es como vivir una aventura: generalmente conocemos el punto de partida, más o menos sabemos dónde queremos ir, pero desconocemos con exactitud lo que pasará por el camino (Lefèvre, 1988)*

## OBJETIVOS

Hace ya más de un año que en la ciudad de Ávila, la Universidad de Salamanca ha puesto en marcha los estudios de Ingeniero Superior en Geodesia y Cartografía. Como todos los proyectos nuevos éste nos trae toda su carga fascinante de tarea por emprender entre todos, de aventura compartida. A esta expectación debe añadirse la (relativa) novedad que representan estos estudios a nivel nacional, la (relativa) novedad que representa la apuesta de nuestra Universidad por desarrollar simultáneamente los estudios técnicos tanto como los campus extra salmantinos, y finalmente el momento de profunda transformación que vive la sociedad en relación con los soportes informáticos. Todo ello nos sitúa ante una de esas ocasiones que bien pueden calificarse como *únicas en la vida*.

Dentro de menos de un año habrán empezado los cursos del Tercer Ciclo asociados a la titulación mencionada y se quiere hablar aquí de uno de los propuestos por los que nos encontramos embarcados en esta aventura y cuya denominación coincide con la que encabeza esta colaboración: *Desarrollo didáctico de aplicaciones fotogramétricas*<sup>1</sup>, con un nítido propósito en mente: *desarrollo de software educativo* (tan técnico como educativo).

Este objetivo único puede desdoblarse en dos:

1. *Explotar las enormes posibilidades que ofrece el mundo informático para desarrollar cualquier disciplina profesional y, en concreto, para desarrollar metodologías didácticas.* Sobre esta cuestión se podría hablar mucho<sup>2</sup>; aquí nos limitaremos a apuntar una serie de líneas de reflexión.
  - Desde el punto de vista de la propia configuración técnica de la Fotogrametría, los programas informáticos permiten:
    - Implementar diversos grados de automatización en los relativamente articulados ejercicios numéricos. Esto permite que el usuario (alumno/a) pueda elegir el grado de minuciosidad/generalización adecuado para su nivel de conocimientos o destrezas.
    - Con su capacidad gráfica y de animación, la ilustración dinámica y sintética de la geometría subyacente en los modelos matemáticos de la disciplina.
    - Integrar en un cuerpo operativo único los contenidos teóricos y las destrezas prácticas, cuestión ésta difícil de alcanzar en condiciones «normales»

1. La Fotogrametría es la disciplina que desarrolla la metodología necesaria para generar productos cartográficos a partir de imágenes digitales o analógicas.

2. Para una discusión más amplia, ver GÓMEZ LAHOZ (1999).

por la considerable sofisticación (encarecimiento) de los instrumentos técnicos de la profesión.

- Desde el punto de vista netamente didáctico, los programas informáticos permiten:
  - Mediante el empleo de enlaces (hipertextos e hipergráficos) y otras herramientas (índices dinámicos, detección de errores, ayuda en línea...), estructurar el cuerpo de contenidos de manera que:
    - El alumno/a pueda desarrollar un esquema comprensivo y significativo que le permita asimilar más eficientemente los conocimientos de la disciplina.
    - El alumno/a pueda «navegar» por entre la información ofrecida y establecer un «itinerario» de aprendizaje acorde con sus propias capacidades, necesidades e intereses.
  - Mediante el empleo de redes locales o globales, facilitar el acceso a la información, sobre todo, el acceso a otra información (no procedente del profesor) contribuyendo así, tanto al enriquecimiento cognitivo del alumno/a, como al desarrollo de su capacidad de acceder eficientemente a la información relevante.
  - Mediante el empleo de estas mismas herramientas, invitar al alumno/a a ofrecer sus propios conocimientos a otros, a ser un alumno/a activo y, sobre todo, un alumno/a colaborador, aportador.
  - Mediante el empleo de todo lo anterior y de otras herramientas (tareas de autoevaluación, tareas creativas, tareas lúdicas, tareas investigadoras...), a fomentar la autonomía y emancipación intelectual del alumno/a y, sobre todo, a desarrollar aprendizajes significativos y creativos.
- Desde el punto de vista de la evolución comercial de la Fotogrametría, deben ser consideradas las siguientes tendencias:
  - La progresiva desaparición del hardware propiamente fotogramétrico. Los instrumentos rentables de la disciplina tienden a ser ordenadores personales funcionando bajo Windows (es decir, el «estándar universal»). La disciplina tiende a convertirse en software lo que facilita el desarrollo de entornos de trabajo «integrales».
  - La progresiva tendencia a la interdisciplinariedad manifestada por la Fotogrametría y las técnicas afines (Teledetección, Sistemas de Información Geográfica, Visión Artificial...) lo que, por una parte, conlleva una cierta incertidumbre a la hora de establecer criterios de actuación didáctica pero, por otra, conlleva también la amplitud de miras y de estímulo de aspectos innovativos.
  - La progresiva tendencia a la personalización de la Fotogrametría. Aunque por una parte el objetivo declarado de las recientes líneas de investigación es la automatización del método fotogramétrico, existe un margen cada vez mayor para que el usuario «de a pie» (sin grandes medios «logísticos»)

pueda desarrollar proyectos exhaustivos. Se trata, sin duda, de una situación didáctica en sí misma. El usuario (alumno/a) puede ser autosuficiente, es decir, independiente.

- Desde el punto de vista de la evolución general del proceso de informatización en la sociedad y en la Universidad debe tenerse en cuenta, además:
  - Que este proceso es imparable e irreversible. Incluso aunque no nos gustara, debería ser tenido muy en cuenta porque quien no lo haga se quedará rápidamente fuera de juego. A medio plazo todos los alumno/as contarán con un potente ordenador en su casa y estarán conectados a Internet y el docente que no recoja esta situación estará sencillamente «obsoleto»: sus alumnos/as prescindirán de él/ella como fuente de conocimiento o formación.
  - En esta medida, que los alumnos/as exhiben una actitud muy favorable a toda esta cuestión y, en concreto, al uso didáctico de los ordenadores (ver Gómez Lahoz, 1999).
  - Que, sin embargo, este intenso proceso muestra muy pocos rasgos didácticos. Por más que los programas informáticos sean empleados en sus capacidades generales (procesadores de texto, de gráficos, de imágenes, hojas de cálculo, bases de datos, presentadores de diapositivas...) o bien en sus capacidades profesionales (para resolver problemas técnicos), apenas lo son en sus potencialidades didácticas. Apenas existe una reflexión en profundidad acerca de las posibilidades pedagógicas del mundo informático. Existe, en consecuencia, un gran mundo por explorar.

2. *Trabajar en la superación del tradicional divorcio que se produce entre el desarrollo técnico de una disciplina y su transmisión.* Tema que también da juego para escribir tratados enteros. Para sintetizar asumiremos aquí, en líneas generales, la opinión de Aparicio Izquierdo (1995):

«La Universidad encierra en sí misma una gran contradicción: constituye un vehículo de cambio social, científico y tecnológico, basado en las estructuras de un gran inmovilismo, que ofrecen una resistencia al cambio superior a otras instituciones. Los profesores realizan esfuerzos, que frecuentemente van más allá de su estricta obligación laboral, para mantener actualizada su disciplina y, en cambio, se oponen con igual ahínco a cualquier cambio de su metodología de enseñanza, basada, normalmente, en su saber hacer “artesanal” adquirido de la observación del trabajo de los que fueron sus maestros y mejorado o degradado por la experiencia propia».

a la que, en todo caso, se puede añadir los matices que proponen González y otros (1995):

«Tradicionalmente la Universidad ha preparado a sus profesores para la función científico-investigadora, descuidando su formación para el desarrollo de su función docente. Perry (1992) lo atribuye básicamente a dos razones:

- La consideración de que la enseñanza es un arte, entendiendo que las cualidades que posibilitan una competencia profesional óptima están predeterminadas. En consecuencia, se concede un escaso, cuando no nulo, valor a los programas de formación.
- La creencia en que la habilidad para enseñar es específica de la materia (domain-specific). Desde esta perspectiva, para enseñar adecuadamente, basta con un profundo conocimiento de la materia, suponiendo pues, que se puede prescindir de las capacidades didácticas, que además, se considera que se irán desarrollando con el paso del tiempo».

Con este proyecto se pretende contribuir a trabajar en la superación de esta situación. Para ello se anotan, a continuación, algunas breves reflexiones en este sentido.

- La enseñanza de la Fotogrametría no consiste (no debe consistir) en una transmisión de los contenidos propios de la misma o en un entrenamiento en los métodos e instrumentos propios de la misma, como tan a menudo asume la comunidad científico-técnica en cuestión (a nivel mundial). Por el contrario, la enseñanza de la disciplina debe iniciarse con una reflexión crítica acerca de los fundamentos de la misma y, en consecuencia, acerca de los métodos y procedimientos asociados a ellos. Como resultado debe procederse a una reflexión acerca de los objetivos, contenidos y métodos didácticos que deben ponerse en acción. Más en concreto, debe procederse a una reflexión acerca del papel que juega la creatividad en los procesos tecnológicos y, desde luego, en la Fotogrametría.
- Este proceso debe involucrar a los alumnos/as en la medida en que estén preparados para ello. Desde luego se asume que los alumno/as de Tercer Ciclo deben ser destinatarios de esta propuesta. Sin duda, no estarán acostumbrados a un planteamiento así, pero tienen (deben tener) capacidad para responder positivamente. El propio proceso de reflexión debe incluir el grado de aplicación del proyecto sobre los alumnos/as de ciclos previos y en qué medida en esta aplicación deben participar los alumnos/as del Tercer Ciclo.
- Este planteamiento no debe quedarse en la esterilidad de las reflexiones teóricas sino que debe traducirse en una línea concreta de investigación y desarrollo, es decir, debe concretarse en la generación de tecnología. Para ello se propone que como consecuencia de la reflexión de los apartados inmediatamente precedentes y a la luz de todo lo dicho al hablar del primer objetivo de este proyecto, se proceda al desarrollo de programas didácticos que, en principio, deberán presentar los siguientes rasgos:
  - Deben servir para resolver eficientemente el método fotogramétrico.
  - Deben ser, además, abiertos, transparentes, es decir, sus fundamentos y procedimientos deben ser accesibles a cualquier persona interesada en promocionarse en la disciplina.
  - Deben ser didácticos, es decir, parte esencial del desarrollo de los mismos debe consistir en una reflexión acerca de los objetivos pedagógicos que debe cumplir. En este sentido, es esencial que sean motivadores, estimulantes, que provoquen el interés de los usuarios por la disciplina.

- Uno de los escenarios básicos de trabajo para esta propuesta deben ser las «aulas virtuales» establecidas mediante el trabajo en red a nivel local o global. Este entorno de trabajo exige que el código informático que se desarrolle sea altamente compartible y, en consecuencia, debe desarrollarse un tipo de trabajo netamente modular que exige un marco normativo que permita la homologación de las diversas aportaciones.

#### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Hecha esta «declaración de intenciones» se exponen a continuación unas breves reflexiones acerca del sentido que se quiere dar a estos programas didácticos. No deben servir «sólo» para resolver de forma eficiente el Método General de la Fotogrametría sino que deben servir para que otros aprendan a resolverlo. Se trata de hacer un programa rigurosamente didáctico y no aparentemente didáctico. La prevención no está de más pues:

«Según el director de evaluación de software de uno de los más grandes sistemas escolares de los Estados Unidos, de los más de 10.000 programas disponibles sólo 200 tienen algún valor educativo» (Apple, 1989).

O en el propio contexto nacional:

«Podemos afirmar que cerca del 90% de los programas disponibles están basados en actividades que sólo promueven la memorización y la realización de tareas rutinarias por parte de los alumnos» (Marqués, 1995).

En las líneas que siguen se va a proceder a un análisis de qué rasgos deben caracterizar a un software didáctico, qué posibilidades de diseño y desarrollo existen y cuáles de éstas interesa que se implementen de forma concreta. Empezaremos trazando un breve panorama de la divulgación y extensión del fenómeno, aspecto para el que resulta trascendental el desarrollo de los microordenadores. Según Marqués (1995):

«En 1975 tiene lugar un hecho relevante ligado a la evolución del hardware, pero que tiene fuertes implicaciones en el desarrollo y uso del software en general y del software educativo en particular: la comercialización del primer microordenador personal ALTAIR 8800 diseñado por Edward Roberts que supuso un acercamiento de la informática a los usuarios finales».

Y, en concreto, en el terreno nacional y en el campo de la enseñanza:

«Los microordenadores se empiezan a introducir en los centros de Bachillerato y de Formación Profesional por iniciativa de grupos de profesores innovadores a principios de los años ochenta. Pronto, el Ministerio de Educación y Ciencia crea el “Proyecto Atenea” iniciativa dirigida a fomentar el uso de la Informática Educativa y a racionalizar su introducción en los centros docentes y, unos años más tarde, en 1987, crea una estructura mayor el “Programa de Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación” con el objetivo de extender el empleo de esta tecnología a todo el Sistema Educativo» (Marqués, 1995).

Desde entonces la extensión del software didáctico no ha parado de aumentar. Sin embargo, tal y como se ha comentado, la divulgación no se parece ni remotamente a la alcanzada por otros programas (los de carácter general o los específicamente profesionales). Sin duda el mercado de este tipo de producto es mucho más incierto que el de sus dos compañeros. En el sistema superior de enseñanza, desde luego, lo es y así prácticamente la totalidad de los desarrollos existentes corresponden a la iniciativa particular de profesores inquietos.

«Las iniciativas de las empresas potencialmente relacionadas con la producción de software educativo resultan hasta ahora insuficientes. Esto puede ser debido a las pocas expectativas de rentabilidad a corto plazo que las inversiones en este sector suscitan» (Veiguela, 1991. Directora del Programa Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación del MEC).

Se traza seguidamente una breve trayectoria de la historia de estos programas. Siguiendo en sentido amplio a Domingo y otros (1997) puede hablarse de tres etapas en los programas didácticos o de EAO (Enseñanza Asistida por Ordenador):

1. El software de enseñanza programada, correspondiente a las primeras etapas, sin mucho interés para nosotros aparte del correspondiente a la evolución histórica de los mismos. El punto de arranque se sitúa en la propuesta de Skinner por la que contenidos de progresiva dificultad van siendo presentados a los alumnos/as de tal manera que el dominio de los mismos va permitiendo el acceso a los siguientes. Con el paso del tiempo, esta situación inicial fue evolucionando de esquemas completamente lineales a esquemas arbóreos en los que eran posibles varios itinerarios didácticos en función de las características o estilos de aprendizaje de los alumnos/as.
2. Los programas de tutorización inteligente ITS (Intelligent Tutoring System), que pueden considerarse como una evolución de los primeros a medida que se incorporan nuevas capacidades. Empiezan a desarrollarse hace unos veinte años y están basados en técnicas de Inteligencia Artificial. En esencia incorporan un módulo, el tutor, con capacidad de diagnóstico y de toma de decisiones didácticas en función del estilo del alumno/a para aprender. Deben contener, por tanto, un modelo que permita monitorizar la forma en que los alumnos/as resuelven problemas y se enfrentan a las tareas del aprendizaje. A diferencia de la generación, anterior, puramente mecánica y ciega, estos programas deben ser capaces de elaborar estrategias en función de los errores cometidos por los alumnos/as. Pese al aspecto abierto, se trata de opciones en las que todo el peso recae sobre el programa.
3. Los programas de exploración y/o de enseñanza interactiva ILE (Interactive Learning System) basado en el tipo de relaciones que se establecen mediante los Hipertextos y el trabajo en red, CMC (Computer Mediated Communication). Contrastan con los anteriores por su planteamiento abierto. El peso del aprendizaje recae sobre el alumno/a. El programa proporciona «solamente» un

entorno rico y estimulante por el que el alumno/a navega construyendo por sí mismo su propio aprendizaje. Los diagnósticos y las correspondientes decisiones, en definitiva, la realimentación, corresponden al alumno/a, no al sistema informático.

Para nuestros propósitos puede asumirse el carácter sistemático de la primera generación con el claro límite del aspecto cerrado que ofrecen, al menos en sus primeras versiones. Se aboga aquí por el espíritu abierto, divergente y creativo que debe inspirar la enseñanza/aprendizaje. Sin embargo se apuesta también por la dependencia de la libertad respecto del sistematismo y del enfoque tecnológico. Los aprendizajes críticos y autónomos no «crecen» a partir de la buena voluntad sino a partir de los enfoques sistemáticos, altamente organizados.

Del segundo enfoque puede asumirse el aspecto personalizado que representa la incorporación de los tutores. No se aspira a desarrollar programas expertos capaces de modelizar el estilo de aprendizaje de cada alumno/a y de asistirle en términos absolutos en su currículo. Esto desborda las posibilidades iniciales de este proyecto. Y probablemente desborda cualquier planteamiento rentable en el nivel universitario. Desde luego lo hace en la universidad presencial en la que no es ni siquiera planteable proponer la sustitución completa de los tutores físicos por tutores automáticos.

De la tercera generación se tomará la invitación a la exploración (navegación) abierta, al intercambio, a la colaboración y la aportación personal. Es tarea de la enseñanza (sobre todo universitaria) preparar para la autonomía, fomentar el aprendizaje crítico e independiente, construido y en construcción por los medios del propio alumno/a. Tanto si los programas se desarrollan para explotar las posibilidades de una red como si no, se asume aquí el espíritu de intercambio, de búsqueda y de aportación sugerido. Debe hacerse la acotación básica de que los programas deben asistir fuertemente al alumno/a en las tareas de búsqueda si éste lo demanda. Al igual que en las redes existen programas especializados en buscar, cualquier programa didáctico debe ofrecer itinerarios «seguros» por los que transitar mientras se concreta un espíritu más aventurero.

Establecido un marco general, intentaremos seguidamente perfilar los rasgos concretos de un programa didáctico para lo que seguiremos las opiniones y aportaciones de autoridades que gozan de reconocimiento nacional e internacional.

«El ordenador potencia las virtudes y los defectos del profesor y el profesor comunicador dispondrá de una herramienta que mejorará los resultados mientras que el profesor-plasta lo seguirá siendo, y quizás en grado mayor, con un ordenador entre las manos» (Bernabé, 1997).

El primer principio a asumir es que un programa didáctico es (debe ser), sobre todo, didáctico. No por el hecho de añadir soportes punteros, atractivos y sofisticados un curso sin dotes didácticas pasa a tenerlas. No se trata pues de desarrollar un producto de «alto nivel» en cuanto a los recursos tecnológicos (integración de sonido e imagen animada, vídeo de calidad) como fin en sí mismo. El camino debe ser el contrario.



Los rasgos «mediáticos» deben derivarse del análisis didáctico. La calidad (o la aspiración a la calidad) debe asentarse sobre las cuestiones «de toda la vida» que ocupan y preocupan a los docentes.

«Los estudios realizados nos permiten afirmar con Linn (1992) que “Los Multimedia pueden ayudar, confundir y estimular a los alumnos”. Los Multimedia mediocres o malos, los docentes poco preparados pedagógica o técnicamente, pueden confundir a los alumnos inundándoles con elementos complejos y distractivos» (Gallego y Alonso, 1997).

Hay mucho de esto en el momento actual. Estamos en pleno «boom», en plena proliferación de ofertas de «nuevos soportes». La cuestión es si existe conciencia de que esta tecnología es un «simple» (aunque poderoso) medio al servicio de unos objetivos y unos fundamentos pedagógicos. La fascinación de los multimedia invita a moverse en esta dirección. Hay una querencia hipnótica pero ¿sabemos por qué queremos hacerlo?

«La enseñanza de herramientas informáticas ha estado más orientada al entrenamiento en la operación y el uso de las mismas que a una comprensión global de su significado, a criterios para plantear y abordar problemas interesantes y al desarrollo de habilidades para regular y controlar el propio crecimiento en el dominio» (Marabotto, 1996).

La diferencia entre un multimedia y los medios de presentación más clásicos (pongamos pizarra y tiza) es la misma que la que hay entre los procesadores de texto y la máquina de escribir (que no es poca diferencia). Se trata de herramientas más limpias, más rápidas, más versátiles y más espectaculares pero «nada más». Por el contrario, aquí se está apostando por una visión mucho más profunda del papel de los ordenadores en la enseñanza.

«Las habilidades cognitivas y metacognitivas que se ponen en juego en entornos tecnológicos multimediales son aspectos importantes abiertos a la investigación tanto psicológica como pedagógica o tecnológica para lograr que los alumnos puedan reflexionar sobre sus propias capacidades adecuadamente y aprender a regular por sí mismos el proceso valiéndose por sí mismos de los recursos disponibles proporcionados por las tecnologías de la educación» (Marabotto, 1996).

El planteamiento es pedagógico pero curiosamente sigue estando planteado al revés. Se parte de las peculiaridades de los multimedia para discernir de ellos virtudes didácticas. Es, en cualquier caso, un planteamiento relevante y sustantivo, que tiene mucho que decir. En este proyecto se quiere asumir la perspectiva recíproca: el análisis de los multimedia es la consecuencia de los fundamentos didácticos. Siguiendo a Marqués (1995) asumiremos que un programa didáctico debe «ser capaz» de realizar una serie de funciones básicas:

*Función informativa.*

*Función instructiva.*

*Función motivadora.*

*Función evaluadora.*

*Función investigadora.*

*Función expresiva.*

*Función metalingüística.*

*Función lúdica.*

*Función innovadora.*

Este mismo autor nos señala como ventajas potenciales del uso de software educativo las siguientes:

*Motivación.*

*Continua actividad intelectual.*

*Desarrollo de la iniciativa.*

*Aprendizaje a partir de los errores.*

*Actividades cooperativas.*

*Alto grado de interdisciplinariedad.*

*Individualización.*

*Liberan al profesor de trabajos repetitivos.*

*Contacto con las nuevas tecnologías.*

*Buenos gráficos dinámicos e interactivos.*

*Proporciona instrumentos intelectuales para el proceso de la información y entornos heurísticos de aprendizaje.*

*Acceso a bases de datos.*

*Buen medio de investigación didáctica.*

*Los alumnos aprenden más en menos tiempo.*

*Puede abaratar los costes de formación.*

Para el análisis detenido de los rasgos que deben caracterizar a nuestro producto seguiremos a Osborn (1990) que destaca siete características de los programas hipermedia para que tengan éxito:

1. Expresión gráfica de los contenidos, empleo abundante de imágenes.
2. Amplia base de conocimiento accesible.
3. Índices gráficos y bien diseñados que permitan al usuario *internalizar una estructura o construir un modelo mental ya que pueden interactuar con una representación gráfica de los principios.*
4. Exploración o navegación: *los usuarios son exploradores que siguen a su curiosidad hasta donde ésta quiera llevarlos.*
5. Un estilo de presentación que enfatice la introspección, el descubrimiento, el conocimiento conceptual y las interrelaciones.
6. Simulaciones: *jugar a «qué ocurre si» es una de las formas más efectivas de aprender y puede reforzar fuertemente el material presentado.*
7. Comunicaciones, redes, grupos.

Los puntos dos y cinco hacen alusión a cuestiones plenamente didácticas, no dependen del medio. Los otros cinco pueden quedar reformulados en los siguientes cuatro:

1. Niveles altos de multimedia, con incorporación de imágenes (animadas) de calidad. Incluiremos aquí los aspectos relativos al sonido.
2. Información entrelazada e indexada (estructurada) dinámica y coherentemente. Hipermedia.
3. Redes y comunicaciones.
4. Simulaciones.

Se analizan a continuación, uno por uno, estos cuatro rasgos:

### 1. *Opción multimedia íntegra*

«Si estamos interesados en la transmisión de mensajes por medio de la multimedia, deberíamos disponer de una buena formación icónica que permitiera elegir las imágenes más adecuadas y criticar severamente la utilización de la imagen sin un sentido comunicador y sintético (...) Quien desee crear y transmitir visualmente debe empezar por dominar el lenguaje gráfico» (Bernabé, 1997).

Pese a vivir en lo que se ha dado en llamar la cultura de la imagen, es muy escasa la formación explícita que se plantea en el sistema educativo en este sentido. Entendemos el lenguaje icónico en un nivel intuitivo e inmediato pero poco más. Si de lo que se trata es de diseñar mensajes que deben transmitirse por este canal la cosa es diferente.

«La persona creadora de documentos multimedia debe saber, al menos, que el lenguaje gráfico está gobernado por ciertas leyes cuya transgresión dificultará o incluso impedirá la transmisión del mensaje, lo mismo que ocurre con el mensaje escrito» (Bernabé, 1997).

En el caso concreto de la Fotogrametría la imagen juega un papel esencial. El punto de partida son fotografías que deben ser interpretadas gráficamente y deben ser procesadas geoméricamente para dar lugar a un producto igualmente gráfico (cartográfico). Así, la imagen no es sólo un medio de presentación y de comunicación. La imagen es también la esencia de los contenidos. El sentido *comunicador y sintético* del que nos habla Bernabé exige dirigir todos los esfuerzos y la atención a la comprensión significativa, por parte del alumno/a, de los fundamentos geométricos implícitos en la métrica del documento de trabajo.

En este sentido, una primera aproximación didáctica exige simplificar, depurar, esquematizar lo más posible la geometría subyacente. Todo lo que «distriga» de esta cuestión encierra el peligro de dificultar la *transmisión del mensaje*. Los procesos fotogramétricos más ilustrables mediante secuencias dinámicas son los correspondientes al proyecto y ejecución del vuelo, a la preparación y clasificación de los fotogramas de un bloque de aerotriangulación y al diseño y manejo de los restituidores analógicos.

Es decir, la función de las imágenes animadas tienen un contexto limitado dentro del conjunto de contenidos de la disciplina. La propia fotografía (analógica o digital) es

en sí misma, como elemento gráfico, soporte y medio de transmisión didáctica. Para la mayor parte de los contenidos de la disciplina parece aconsejable asumir como decisión inicial (susceptible de crítica posterior) acerca del soporte multimedia la mayor sencillez posible, la que alude a la geometría de forma más sencilla y directa.

Sin duda, los grados de libertad de un fotograma, las intersecciones en el espacio, las condiciones de colinealidad y de coplanaridad, la transformación proyectiva, las transformaciones en el plano y en el espacio, las líneas epipolares, los algoritmos de máscara y remuestreo, los análisis de resultados, etc., tienen un soporte gráfico ineludible. Pero, estos aspectos resultan ser los que el alumno/a debe discernir, debe comprender y aprender. No es lo mismo ilustrar estas cuestiones para divulgar el objetivo y metodología básica de la Fotogrametría que para adentrarse en ellos y extraer el modelo analítico correspondiente.

En definitiva, parece aconsejable que el control no sea externo al alumno/a, sino que sea el propio alumno/a quien controle estas cuestiones y, al mismo tiempo, que pueda controlar los parámetros matemáticos correspondientes. Es decir, parece aconsejable que el medio de presentación y de trabajo sea el correspondiente a las *simulaciones controladas por el alumno/a*.

Una segunda consideración, de orden práctico, reside en el nivel de trabajo que requiere un multimedia completo con vídeo y sonido de calidad. Implementar un multimedia con el nivel de un reportaje tan ameno como riguroso que sirva para aprender los aspectos reseñados de la Fotogrametría que más se prestan a ello es, quizás, algo deseable en primera instancia pero ¿vale la pena el esfuerzo?, ¿es rentable?

En el contexto de la universidad presencial la función de los multimedia de calidad no parece que deba dirigirse a la cobertura total de los contenidos, no parece que los programas informáticos deban asumir el peso total o central de la docencia. Su papel parece más bien determinado por un nivel asistencial, deben permitir paliar o aliviar, atender aspectos concretos para los que resultan especialmente idóneos en función de una serie de circunstancias.

Los multimedia de calidad son, en buena medida, reclamos publicitarios, son, en primera instancia, presentaciones atractivas. Además de una función de transmisión de conocimientos, de una función divulgadora, ejercen, sobre todo, una función motivadora. Los recursos materiales, humanos y financieros que consumen deben ser aprovechados en esta dirección. Así, en el campo de la Fotogrametría, tienen cabida para exponer los fundamentos de la disciplina y hacerlo de forma que el alumno/a se vea impelido a conocer más. Deben ser algo así como el canal que sirva para localizar y abrir una inquietud que permita procesos más detallados y elaborados.

Para los objetivos iniciales de este proyecto se relega a un segundo plano la implementación de efectos gráficos animados o de vídeo y, en consecuencia, de los efectos sonoros.

«Si no te gusta la imagen, puedes ignorarla. Si no te gusta el sonido te hará apagar el ordenador» (Ambron, 1990).

Pero queda como objetivo, a medio plazo, la implementación de los recursos mencionados con el propósito de presentar los fundamentos fotogramétricos: carácter geométrico de los fotogramas y descripción gráfica (analógica) del Método General de la Fotogrametría.

## 2. *Hipermedia (enlaces)*

«El concepto central de los hipermedia es la “interconectabilidad”, una idea que refleja la forma humana de pensar. Nuestras mentes no parecen trabajar en un estilo lineal sino que saltan de idea en idea» (Osborn, 1990).

Uno de los principales aspectos de los multimedia es la posibilidad de establecer enlaces (literales o gráficos) de manera que puede diseñarse todo un sistema intelectual a partir de los mismos. Puede decirse que tan importante como los contenidos es el conjunto de relaciones múltiples (sistémicas) que se establece entre ellos. No es sólo que las posibilidades de transitar por el programa queden abiertas. Es que, tal y como indica Osborn, representan el modo de funcionamiento de la mente humana.

«La metáfora general empleada para los hipermedia es la de una enciclopedia. El texto de cualquier entrada de una enciclopedia puede contener una referencia a cualquier otra entrada y así se invita a una trayectoria divergente de saltos no lineales entre entradas. Saltar por entre las entradas de un conjunto de más de veinte libros es impracticable pero hacerlo entre entradas indexadas y con saltos controlados por el ordenador es un ejercicio simple. Los hipermedia extienden esta capacidad a programas que comprenden todo tipo de medios. Los saltos se llaman enlaces (links) y son automáticamente ejecutados por el programa. Los programas hipermedia frecuentemente no tienen un camino u organización lineal de manera que la organización peculiar de cada sesión de trabajo es generada por el usuario» (Osborn, 1990).

Es el usuario, el alumno/a, el que genera, a partir de sus necesidades y de su curiosidad, el itinerario didáctico y, por tanto, el que genera la estructura de los contenidos. Esta posibilidad de estructuración de los contenidos da lugar a nuevas posibilidades en el diseño de los mismos. Los aprendizajes significativos se caracterizan, en esencia, por la posibilidad de establecer vínculos cognitivos. Cada nuevo aprendizaje debe asentarse sobre otros ya existentes y cuanto más ricos sean éstos, más versátil, profunda y amplia será la red que compone el esquema conceptual del alumno/a. Se ha hablado en capítulos precedentes de estructura cíclica de los contenidos como recurso pedagógico que permita al alumno/a ir construyendo su mundo cognitivo en torno a un núcleo troncal. Los enlaces hipermedia deben ser los puntos de enganche potenciales que el alumno/a puede emplear (o no) para ir extendiendo la malla de sus conocimientos. Puede y debe haber direcciones privilegiadas pues una malla sin estructura alguna es de difícil aprehensión y, por tanto, no es pedagógica. Puede y debe existir una propuesta para transitar por los contenidos. Pero puede y debe, también, existir la posibilidad de que el alumno/a difiera de la misma y siga su propia secuencia de enlaces y contenidos.

«El usuario puede “triangular” los contenidos (de algún programa hipermedia) accediendo a él desde diversos puntos» (Osborn, 1990).

El fundamento y diseño de los hipertextos o hipermedia permite explotar este recurso didáctico básico de la triangulación. La importancia de la perspectiva es esencial. Al ser múltiples los enlaces son múltiples los canales que permiten acceder a un mismo concepto. Pero las direcciones de procedencia pueden ser muy distintas. En el ordenamiento secuencial de contenidos, propio de los textos escritos, la perspectiva es única: la aportada por el transcurso de la propia secuencia. El avance de un curso hipermedia implica la exploración abierta del campo temático abordado. El usuario que se deje llevar de su curiosidad y de su propia sensación de dominio de los contenidos a medida que los va elaborando irá trazando un itinerario que le conducirá al control del cuerpo temático desde una aproximación personal y, por tanto, significativa y creativa.

Siempre cabe que, puesto que el usuario es inexperto en los contenidos que estudia, se dé un cierto vagabundeo y, en consecuencia, una pérdida de tiempo que puede conducir a que no se llegue a completar una visión global del cuerpo temático. En este sentido, el diseñador debe proporcionar ayudas suficientes como para que esto no ocurra. Tareas de presentación y de orientación, tareas de evaluación, resúmenes, esquemas, índices... y una secuencia o itinerario estándar que proporcione seguridad en casos de desorientación.

### *3. Internet, las redes y la CMC (Computer Mediated Communication)*

«Un aula electrónica es más que un aula convencional rellena de ordenadores: es un espacio “virtual” que se establece entre cuatro paredes durante la clase reglada y también existe asincrónicamente fuera de esas cuatro paredes, invocable en cualquier instante, desde cualquier lugar, por cualquier alumno para servir a sus fines de aprendizaje. En esencia, cualquier contenido soportado por un aula electrónica está siempre activo no siempre en el mismo sitio pero con todos sus miembros presentes. Un aula electrónica es un constructo humano, social, una matriz de comunicaciones soportada por la tecnología informática, no limitada por ésta» (Barrett, 1995).

La gran potencia de las redes reside en las posibilidades de acceso a la información (son las bibliotecas del futuro) y en las posibilidades de trabajo en equipo que permiten. Son la extensión natural de los hipermedia pero ahora los enlaces (links) no están diseñados y establecidos de antemano sino que se generan «on line» y son tan impredecibles como quieran los usuarios. Pueden establecerse en entornos cerrados (redes locales) o en entornos abiertos siendo el paradigma de estos últimos la WWW. Esta última opción está revolucionando el mundo de la informática y de las comunicaciones desde 1996 y lo que puede llegar a aportar es impredecible.

Según Dormido Bencomo (1996), las superautopistas de la información (SI) ofrecerán:

Vídeos a la carta.

Noticias a la carta.

Tienda en el hogar.

Servicios educativos para los que acota: *¿Por qué ir a la escuela para encontrarnos quizás con profesores aburridos y faltos de motivación cuando podemos sintonizar*

*con expertos de primera fila que nos pueden transmitir brillantemente sus ideas? Es posible que los estudiantes puedan participar y realizar sus preguntas para aumentar así la interactividad y la experiencia en el aprendizaje. Esto no haría redundante a las universidades y a las otras instituciones educativas, ya que no se podrían eliminar los experimentos y las prácticas reales, aunque evidentemente podría reducirse la necesidad de emplear un mayor tiempo en las aulas.*

Distribución y actualización de software.

Juegos interactivos.

Correo electrónico.

Teletrabajo.

Servicios de videoteléfono y videoconferencia.

El paisaje así trazado es algo más que una opción de futuro. Es algo que empieza a tomar cuerpo aunque sea incipientemente. En el terreno educativo, las universidades virtuales ocupan ya un terreno firme. Lo que se plantea así no es ya si los ordenadores y las redes de ordenadores ofrecen posibilidades para superar determinados problemas docentes. Es, más bien, que el futuro será así aunque no queramos o aunque no quisiéramos. Es, más bien, que si no asumimos buena parte de la renovación que exige la nueva situación, los más innovadores, los que sí se adentren por esta línea, nos quitarán nuestro «lugar al sol» en el mercado de la enseñanza.

Dejando a un lado lo que a algunos parecerá exagerado (la universidad pública sigue siendo algo muy parecido a un monopolio) lo que sí irá ocurriendo será que cada vez más personas (y si no lo hacen los profesores lo harán los alumnos/as y lo exigirán a los profesores) irán incorporando y extendiendo esta tecnología. Si queremos controlar la situación (y no al revés) será preciso adelantarse a ella y tener claro qué es lo que se pretende y qué es lo que la situación puede aportar y qué es lo que no puede aportar.

«La discusión que tiene lugar en un entorno de CMC (Computer Mediated Communication) concede tiempo para reflexionar. En un aula tradicional el flujo de la discusión es lineal. Los alumnos hablan por turno y la discusión progresa. Por contra, CMC da la oportunidad de desarrollar discusiones que pueden durar días. Muchos alumnos permanecerán en la sombra, leyendo y pensando: sólo cuando se sientan suficientemente seguros de sus opiniones se integrarán y enviarán un comentario» (Nalley, 1995).

Se señalan dos notas distintivas de esta modalidad: el carácter abierto en el tiempo (las sesiones tienen un comienzo pero sólo terminan cuando ya no interesan a ninguno de sus interlocutores) y el carácter abierto en las intervenciones. La participación múltiple y vía «máquina» ayuda o puede ayudar a los participantes más remisos a ponerse «en evidencia» realizando aportaciones orales y en público o a los que gustan de pensar lo que van a comunicar. Estas simples dos características deben generar una dinámica de realimentación que enriquecerá a todos los participantes.

«Cuando la tecnología es de cómodo acceso y aceptada, los profesores se comunicarán más con los alumnos y los alumnos se comunicarán más entre sí porque la comunicación por medio de ordenador puede incrementar las posibilidades de interacción y disminuir su coste» (Hartman, 1995).

Se coloca como condición previa que la tecnología sea de cómodo acceso y aceptada (sancionada positivamente por los usuarios). Como todas las innovaciones, ésta debe llegar a consolidarse por su fuerza de persuasión, no por imposición. Al igual que la llegada de otras innovaciones, por ejemplo, el teléfono, sólo el uso natural por parte de los usuarios y la facilidad de acceso al mismo permiten su asentamiento definitivo.

«Los estudios de la Office of Technology Assesment detectan que las telecomunicaciones han revitalizado la enseñanza al expandir los recursos para los profesores y al conectar a los profesores con sus colegas y con expertos de su campo» (Singletary y Anderson, 1995).

Se trata «sencillamente» de una herramienta de comunicación que debe favorecer cualquier actividad profesional o comercial o cultural que requiera de la comunicación de los usuarios.

«La teoría de la Educación y la investigación sugieren que los alumnos aprenden mediante la participación activa en trabajos que representan estrechamente las situaciones del mundo real que les conciernen» (Hartman, 1995).

Las redes representan, no una posibilidad didáctica sino una posibilidad de comunicación. Sólo en la medida en que ésta tiene fines educativos nos interesa aquí. Pero al revés: la educación aislada, desvinculada del entorno social y laboral, incomunicada con su ambiente inmediato deja de ser educación. La red proporciona así un canal de enlace con la información pertinente de la profesión que se está aprendiendo y resolviendo o planteando al menos problemas habituales de dicho contexto. La red es, en definitiva, un canal que puede aislar de la realidad (buscando en la dirección equivocada) o que, por el contrario, puede servir para penetrar más intensamente en la misma.

«Ninguna tecnología puede sustituir a la imaginación, la experiencia intensa y la vinculación personal como las mejores herramientas de enseñanza. Pero el aula electrónica ayuda a crear un entorno en el que alumnos y profesores pueden ejercitar su inteligencia y creatividad más libremente y con mayor grado de interacción que nunca. Adecuadamente diseñada, el aula electrónica puede satisfacer las expectativas de lo que una universidad puede y debe ser: un lugar para el intercambio de información y de ideas en aras de un conocimiento personal y compartido» (Barrett, 1995).

La educación es intercambio tanto como desarrollo personal. Sólo a partir de la interacción se verifica el progreso de los esquemas cognitivos personales y, al revés, sólo puede haber interacción cuando existe un nivel madurativo interno que lo propicia. Se entra así en una dinámica que se realimenta a sí misma en la que tanto el crecimiento personal como el volumen de intercambio no pueden más que crecer. La imaginación, la experiencia y el involucramiento personal ocurren y se potencian en una urdimbre de relaciones.

Para el desarrollo de este proyecto se asumirá la potencia que las redes de ordenadores pueden ofrecer como vía de acceso a la información (por remota que se pueda encontrar) y como vía de intercambio, de discusión, de colaboración y de aportación personal entre alumnos/as y profesores.



#### 4. *Las simulaciones*

«La simulación permite superar problemáticas de medida, escala, tiempo o peligro, relacionadas con situaciones reales; es hasta posible generar situaciones no existentes en la realidad» (Castells, 1990).

Dormido Bencomo señalaba (apartado anterior) que una de las funciones que seguirán manteniendo las universidades «convencionales» es la relativa a los experimentos y las prácticas. Sin embargo, es en este terreno en el que los ordenadores realizan una de sus principales aportaciones. La simulación de prácticas de laboratorio, la modelización del comportamiento de entidades geométricas, matemáticas, físicas, químicas, biológicas, ecológicas, antropológicas, sociales, económicas, etc., permite llevar a cabo experimentos tan reales como los originales salvo por la eliminación de las contingencias más apremiantes e inconvenientes de éstos: peligro, materiales caros, incómodos, dificultad física de acceso... Las simulaciones permiten, además, extrapolar técnicas y aplicar a campos cognitivos, en principio distantes, los mismos modelos matemáticos; por ejemplo, el comportamiento de redes aleatorias a la construcción de biotipos celulares o a la propagación de formas políticas incipientes (Lewin, 1995)...

En la medida en que la Fotogrametría maneja fotogramas cuya posición debe determinarse para calcular posteriormente la intersección de los rayos homólogos y en la medida en que esta cuestión es de difícil resolución, es importante diseñar simuladores que permitan acceder y manipular de forma sencilla la situación. No es sólo que pueda construirse una interpretación gráfica, analógica, de los conceptos geométricos subyacentes de manera que el alumno/a pueda entenderlos mejor. Es que puede representarse rigurosamente la situación geométrica de cualquier cámara fotográfica en el momento de toma y, por tanto, puede simularse que se toman fotogramas y que se reconstruye su posición en el espacio y que se calcula la intersección de los rayos homólogos.

Los simuladores se considerarán parte central de los desarrollos que se lleven a cabo pues permiten:

- Ilustrar la geometría de la disciplina y, además, hacerlo de forma dinámica. Esto es esencial pues en Fotogrametría es necesario pensar gráficamente.
- Representar de forma rigurosa pero tan simplificada como se crea oportuno las situaciones reales de la Fotogrametría. El carácter riguroso hace que pueda emplearse esta opción para resolver todos los problemas técnicos de la disciplina sin moverse del aula.
- En una ampliación de la cuestión anterior, deben servir para «jugar», para establecer un campo lúdico que permita explorar abiertamente diversas posibilidades geométricas y, al tiempo, acotar dicha libertad mediante las restricciones exigibles desde la viabilidad técnica y rentable.
- Como ampliación de lo dicho, deben permitir modelizar la realidad y, así, establecer hipótesis de trabajo y proceder a su verificación o refutación sin tener que movilizar los costosos medios materiales involucrados en la Fotogrametría «real». En definitiva, deben constituirse en una herramienta heurística de primer orden.

Finalmente, para concretar un poco más la configuración del diseño y una vez descartada provisionalmente la implementación de un programa multimedia (con imagen animada y sonido) así como la salida del mismo a red, sí diremos que el soporte básico del programa debe ajustarse a las convenciones de relación entre máquina y usuario (interfaz) de mayor extensión y aceptación. Siguiendo a Cacheiro (1997) diremos que los principales rasgos del interfaz de usuario de un programa didáctico son:

Facilidad de manejo, de fácil aprendizaje (Vaughan, 1994).

Originalidad.

Homogeneidad, *que nos familiaricemos con su funcionamiento en el menor tiempo posible.*

Versatilidad.

Adaptabilidad.

Agilidad.

Transparencia.

Interactividad.

Conectividad (de redes).

Hoy por hoy, el estándar «universal», y con tendencia a aumentar su presencia, es Windows, lo que representa:

- Entorno de trabajo mediante ventanas transportables, redimensionables y comunicables entre sí como medio para manipular la información.
- Dispositivos de acción «analógicos» tales como botones, celdas, campos de texto, barras de desplazamiento.
- Menús desplegados para gestionar el proyecto en curso.
- Existencia de un estándar de ayuda «en línea» basado en enlaces hipermedia.
- Acceso natural y sencillo al sistema operativo o a otros programas para gestionar y almacenar la información en disco duro u otros.

#### EXPERIENCIA PRÁCTICA

Bajo los criterios mencionados en los dos apartados anteriores se ha desarrollado y puesto en práctica un curso por ordenador para aprender Fotogrametría, por valor aproximado de seis créditos teóricos y cuatro créditos prácticos, cuyo nivel puede situarse entre el tercer y el cuarto año de los estudios de Ingeniero Superior en Geodesia y Cartografía.

En consonancia con lo expuesto, los objetivos básicos de dicho curso pueden cifrarse en:

- Potenciar la asimilación de los contenidos teóricos de la disciplina estimulando el establecimiento de vínculos significativos y ágiles entre las diversas partes de la materia.

- Facilitar la resolución de ejercicios numéricos proporcionando un *Calculador* que permite diversos grados de automatización en la misma.
- Mejorar la relación entre los conocimientos técnicos y las destrezas prácticas proporcionando un programa de prácticas que integra ambos elementos en un mismo cuerpo operativo.
- Explotar la naturaleza gráfica de la Fotogrametría proporcionando un *Simulador* dinámico de las diversas situaciones geométricas asociadas a los modelos matemáticos.
- Fomentar el estudio crítico y responsable como corresponde a un profesional ingeniero de hoy en día que debe actualizar sus conocimientos de forma constante y eficaz.

Esta aplicación informática didáctica fue distribuida a los alumnos/as que cursaban en 1998 la asignatura Fotogrametría III, con cuyos contenidos coincide en gran parte, de manera que hicieran libre uso de ella. La asignatura fue impartida, además, según se había venido haciendo en años precedentes. La aplicación fue empleada también para llevar a cabo 1 de los 3 créditos prácticos de la asignatura. Los alumnos/as que emplearon de alguna manera el programa completaron el siguiente cuestionario:

I. *Uso de las actividades del programa 1.nulo uso --- 5. muy alto uso*

1. Presentación del Tema (Presentación, Objetivos y Consejos)	139/39 = 3,56
2. Contenidos Teóricos	184/41 = 4,49
3. Ejercicios con el <i>Calculador</i>	113/39 = 2,90
4. Ejercicios con el <i>Simulador</i>	79/37 = 2,14
5. Manejo de <i>A Fondo</i> (programa de prácticas) fuera de las prácticas regladas	116/40 = 2,90
6. Tareas de Autoevaluación	131/41 = 3,20
7. Simulaciones	77/38 = 2,03
8. Tareas propuestas en las Simulaciones	69/37 = 1,86
9. Tareas de Ampliación	72/34 = 2,18

II. *Valoración de las actividades del programa 1.muy malas --- 5. muy buenas*

1. Presentación del Tema (Presentación, Objetivos y Consejos)	146/35 = 4,17
2. Contenidos Teóricos	155/37 = 4,19
3. Ejercicios con el <i>Calculador</i>	88/25 = 3,52
4. Ejercicios con el <i>Simulador</i>	65/21 = 3,10
5. Valoración de <i>A Fondo</i> (programa de prácticas)	118/31 = 3,81
6. Tareas de Autoevaluación	114/32 = 3,56
7. Simulaciones	67/21 = 3,29
8. Tareas propuestas en las Simulaciones	53/19 = 2,79
9. Tareas de Ampliación	65/21 = 3,10

III. *Valoración general del programa 1.muy malo --- 5. muy bueno*

1. Diseño (aspecto visual)	169/42 = 4,02
2. Manejabilidad (se aprende bien/mal su manejo)	164/42 = 3,90
3. Interactividad (se obtienen bien/mal respuestas por parte del programa)	136/40 = 3,40
4. Amenidad	137/41 = 3,34
5. Conectividad entre los elementos	136/38 = 3,58
6. Estructura general del programa	163/41 = 3,79
7. Utilidad general	174/41 = 4,24
8. Estilo y redacción de los módulos de teoría	166/40 = 4,15
9. Estructura de módulos de teoría	175/41 = 4,27
10. Agilidad y provecho de los punteros (enlaces) entre los módulos de teoría	141/38 = 3,71
11. Asequibilidad de las prácticas regladas propuestas	117/34 = 3,44
12. Facilidad para realizar las prácticas regladas	121/37 = 3,27
13. Interés de las prácticas regladas propuestas	115/33 = 3,48
14. Articulación de la teoría con las prácticas	131/35 = 3,74

IV. *Valoración de resultados 1.muy malo --- 5. muy bueno*

1. Valoración de tu propio trabajo	140/42 = 3,33
2. Valoración de tu dominio del programa	127/42 = 3,02
3. Valoración de tu dominio de los fundamentos de Fotogrametría Analítica	140/42 = 3,33
4. Valoración de tu dominio de los contenidos específicos de Fot. Analítica	130/41 = 3,17
5. Valoración de tu dominio de los Modelos Matemáticos de Fot. Analítica	141/42 = 3,36
6. Valoración de tu dominio de los Métodos de Cálculo de la Fot. Analítica	142/42 = 3,38
7. Valoración de tu dominio para interpretar resultados en Fot. Analítica	123/41 = 3,00
8. Valoración de tu dominio para resolver ejercicios de Fot. Analítica	130/40 = 3,25
9. Valoración de tu capacidad para hacer las prácticas	118/39 = 3,03
10. Valoración de tu capacidad para hacer Fotogrametría por tu cuenta	97/39 = 2,49
11. Valoración de tu grado de protagonismo en tu aprendizaje	120/38 = 3,16
12. Valoración de tu capacidad para realizar una crítica científica	93/39 = 2,38
13. Importancia de seguir con experiencias como ésta	186/42 = 4,43
14. Provecho respecto de la enseñanza tradicional	186/41 = 4,54
15. Necesidad de intensificar el uso de experiencias como ésta	188/42 = 4,48
16. Necesidad de incorporar formas de trabajo en red	163/39 = 4,18
17. Necesidad de un mayor seguimiento por el profesor	158/40 = 3,95
18. Necesidad de llevar el ordenador a las clases teóricas	155/40 = 3,88
19. Necesidad de mejorar la dotación informática de la Escuela	186/41 = 4,54
20. Necesidad de disponer de un ordenador propio	172/40 = 4,30
21. Necesidad de ampliar esta experiencia al resto de asignaturas	188/42 = 4,48

No hay sitio aquí para comentar en detalle todos y cada uno de los ítems expuestos, cuestión que, además, requeriría de un más profundo conocimiento del programa y del uso detallado que se ha hecho del mismo. Así, se comentará seguidamente los aspectos que se consideran más relevantes para obtener una visión global de la experiencia.

*Valoración general del programa (aspectos de diseño, bloque III, ítems 1 a 7)*

Es significativo que el ítem que se sitúa a la cabeza sea el más genérico, lo que parece estar indicando que «a pesar de sus defectos (que se ponen de manifiesto en las valoraciones más pormenorizadas) el programa es útil /muy útil» (ítem 7: 4.24). El diseño es mejor valorado que otros aspectos, lo que es «mérito» del «estándar» de Windows. La puntuación relativamente alta obtenida por Manejabilidad (ítem 2: 3.90) es significativa desde el momento en que los alumnos/as fueron bastante «abandonados a su suerte» a la hora de enfrentar esta cuestión.

Los aspectos más mejorables, aunque los resultados indican que se está en la buena línea (desde la perspectiva de los alumnos/as), son los más relacionados con aspectos lúdicos o «placenteros» (amigables, ítem 4) lo que, por otra parte, debe ser contrastado con el poco manejo que los alumnos/as han llevado a cabo de los aspectos más lúdicos del programa (las Simulaciones). Son respuestas a tener en cuenta, pero creemos que estos aspectos deben mejorar por sí mismos cuando los alumnos/as empleen de forma más rentable el programa, cuando exploten más sus recursos lo que, a su vez, apela a un control y guía mayor por parte del profesor.

*Valoración general del programa (aspectos didácticos, bloque III, ítems 8 a 14)*

Se produce una valoración alta/muy alta para las cuestiones teóricas y progresivamente más baja para los aspectos prácticos. Destaca la formación de dos grupos bien diferenciados y compactos internamente. El primero, valorado bastante alto, relativo a la estructura, estilo y redacción de los contenidos representa un claro aval del trabajo realizado. El segundo arroja valoraciones medias tirando a altas para todo lo demás, lo que, en definitiva, realza la puntuación del primer grupo.

Llama la atención la baja puntuación relativa (respecto de otros aspectos característicos de los contenidos teóricos) del empleo de punteros (ítem 10: 3.71; frente a ítems 8 y 9, en torno a 4.20). A falta de más datos, cabe suponer que, aunque esta estructura hipertexto es aceptada positivamente, cabría introducir mejoras. Probablemente lo que está impidiendo que el ítem reciba más valoración es la potencial complejidad inherente a todos los hipertextos.

Algunos comentarios escuchados confirman esta cuestión. Algunos alumnos/as han debido perderse en el manejo de la estructura de los contenidos. Probablemente les ha costado trabajo seguir la secuencia «oficial» propuesta desde el profesor. Es probable que sea bueno introducir algún tipo de elemento orientador que indique de forma sencilla al alumno/a en qué punto de la malla de módulos se encuentra. En cualquier caso, ésta es otra de las cuestiones que debe mejorar con el seguimiento continuado del profesor. Los alumnos/as se harán diestros en el manejo del hipertexto más rápidamente.

*Valoración de resultados del alumno/a (bloque IV, ítems 1 a 12)*

El bloque destaca por su gran homogeneidad, lo que, como en el caso anterior, realza más los dos ítems que se separan, en este caso, hacia abajo del conjunto (ítems 10 y 12: 2.49 y 2.38). Notable es también que estos dos ítems hagan alusión a una actitud única: la independencia de criterio o autonomía del alumno/a. En este sentido, el objetivo declarado explícitamente anteriormente de estimulación de la autonomía/responsabilidad del alumno/a puede considerarse como no cumplido.

Por otra parte, si los alumnos/as han obviado las tareas más orientadas a esta cuestión, como son las Actividades Significativas y Actividades asociadas al Simulador, parece que además pueden diagnosticarse las causas de dicho fracaso. Sin duda, el dejar a los alumnos/as «desasistidos» les obliga a reaccionar, lo que ya es en sí una manifestación de autonomía. Pero, claro, los alumnos/as «dejados a su suerte» toman el camino al que están más habituados: solucionar de forma mecánica, para aprobar la asignatura, sin complicarse con actividades creativas con las que ni siquiera están familiarizados. Se trata de dos ítems que deben ser muy tenidos en cuenta para verificar cómo progresan en años sucesivos con la introducción de factores que, paradójicamente, empujen a los alumnos/as a ser más autónomos.

En cuanto a los otros diez ítems que componen el bloque temático debe destacarse la posición (en cabeza) de los dos que hacen alusión al dominio teórico de procedimientos (ítems 5 y 6: 3.36 y 3.38), más que de conceptos o de fundamentos y más que la destreza específica para resolver ejercicios. En cuanto al ítem de autovaloración del propio trabajo (ítem 1: 3.33) aparece como ligeramente sobreestimado en tercera posición y con 0.31 puntos de ventaja respecto del dominio real del programa (ítem 2: 3.02). A destacar también que el ítem 11 de esta serie, aunque con puntuación neutra (3.16), hace alusión a las actividades más críticas y creativas de los alumnos/as. Puntúa más de medio punto más que los dos descolgados, probablemente, por el matiz concreto y práctico que tiene (es más susceptible de ser resuelto mediante la aplicación de reglas mecánicas).

*Valoración de la experiencia (bloque iv, ítems 13 a 21)*

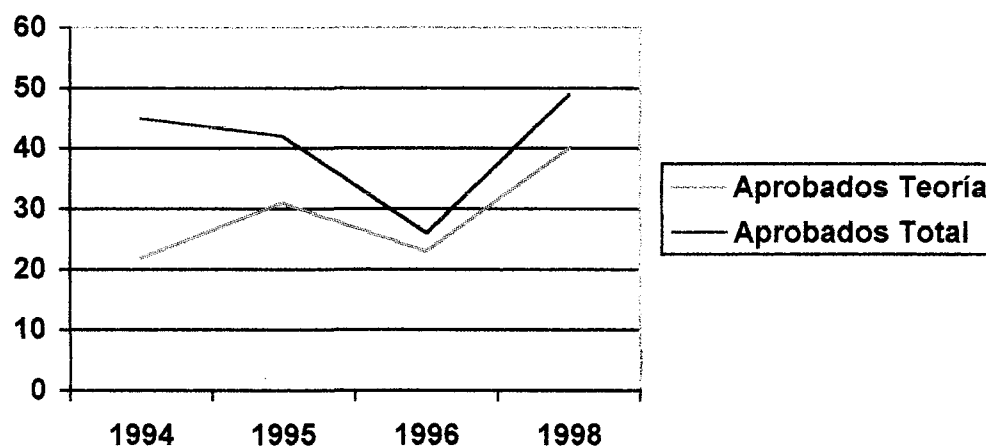
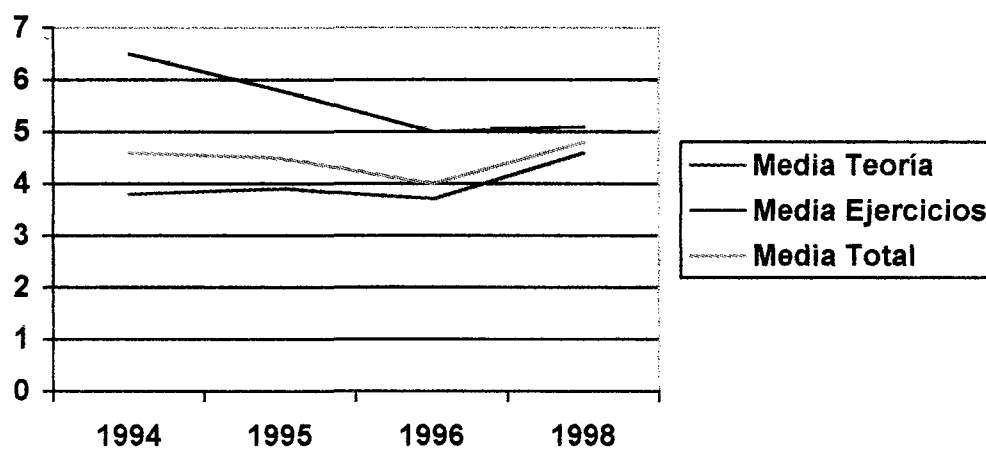
Lo más destacado son las muy altas valoraciones otorgadas, lo que indica la satisfacción general de los alumnos/as respecto de la experiencia en sí.

Lo segundo a destacar es la coherencia de la mayoría de ítems de los que se descuelgan los ítems 17 y 18. Así, aunque la valoración para éstos es alta en términos absolutos (3.95 y 3.88), su importancia queda en segundo plano respecto de los demás. No deja de ser curioso que, a pesar de que se han oído críticas a lo largo del curso respecto del desasistimiento por parte de los profesores, los alumnos/as valoran esta posibilidad claramente por debajo de las restantes. Muy probablemente, está influyendo el hecho de que los alumnos/as se han sentido satisfechos trabajando por sí mismos, con el clima colectivo creado, y aunque valoran la incorporación del profesor al proceso lo hacen matizadamente: no se trata de una urgencia.

Todos los demás ítems, en cambio, sí se aproximan al nivel de la urgencia. *Los alumnos/as demandan con intensidad que la experiencia continúe, que se extienda y que se dispongan los medios adecuados (ordenadores) para garantizar su continuidad.*

Como complemento del apartado anterior, para poder valorar mínimamente la experiencia, se ofrecen seguidamente las calificaciones obtenidas por el conjunto de la clase el año de la experiencia (1998) en comparación con las obtenidas en años precedentes (1994, 1995, 1996) al «rendir cuentas» de los mismos contenidos. Se ofrecen las puntuaciones en teoría y en ejercicios haciendo notar que el peso concedido a una parte y otra se sitúa en proporción de 3 a 1 (75% frente a 25%).

	1994	1995	1996	1998
<i>Media Teoría</i>	3.8	3.9	3.7	4.6
<i>Media Ejercicios</i>	6.5	5.8	5	5.1
<i>Media Total</i>	4.6	4.5	4	4.8
<i>Aprobados Teoría</i>	22%	31%	23%	40%
<i>Aprobados Total</i>	45%	42%	26%	49%



De las diversas calificaciones, las que ofrecen un comportamiento más estable y, por lo tanto, más fiable son las correspondientes a la teoría. Las calificaciones correspondientes a los ejercicios muestran un comportamiento muy irregular, lo que hace que no puedan ser consideradas como indicadores fiables. En la medida en que en las notas globales incide más las de teoría que las de ejercicios, éstas muestran una cierta tendencia a la regularidad de las primeras.

A lo largo de los tres primeros años se manifiesta una tendencia persistente de las calificaciones medias de la teoría en un 3.8. Esta tendencia es rota de forma clara en el examen de diciembre del 98 en el que el grupo sube su nota casi un punto.

Los resultados obtenidos en los ejercicios quedan muy lejos de la neta mejora experimentada en la teoría pero puede decirse que interrumpen la tendencia descendente. En cualquier caso, las notas medias globales suben respecto de la nota media de los tres primeros años (4.3) 0.5 puntos.

El porcentaje de aprobados (lógicamente) recoge los mismos rasgos. La media de aprobados en la sección teórica, en los años en que no se usó el programa (25%) salta 15 puntos mientras que para el conjunto de la materia (teoría y ejercicios) el salto es menos espectacular (de 39% a 49%) aunque no deja de ser notable.

Estos resultados junto con las opiniones de los alumnos/as arrojan un balance favorable para la experiencia así como la existencia de un amplio margen para que este balance mejore en años sucesivos con la explotación más selectiva de los recursos que ofrece el programa.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APARICIO IZQUIERDO, F. (1995): «Investigación educativa y renovación pedagógica de las enseñanzas». *La investigación educativa sobre la universidad. Actas de las Jornadas*. Madrid: CIDE.
- AMBRON, S. (1990): «Multimedia composition: Is it similar to writing, painting and composing music? Or is it something else altogether?». *Learning with interactive multimedia*. Washington. Microsoft Press.
- APPLE, M. (1989): «Maestros y textos. Una economía política de las relaciones de clase y de sexo en educación». Madrid: Paidós.
- BARRETT, E. (1995): «NEOs and the development of the electronic classroom at MIT». *Computer Mediated Education*. Hampton Press.
- BERNABÉ POVEDA, M. A. (1997): «Semiología gráfica: las herramientas multimedia en el entorno Apple». *Multimedia*. Madrid: UNED.
- CACHEIRO GONZÁLEZ, M. L. (1997): «El interfaz de navegación. Diseño pedagógico». *Multimedia*. Madrid: UNED.



- CASTELLS, J. (1990): «Aplicacions dels ordinadors a l'ensenyament. Proposta d'una metodologia de desenvolupament de materials y d'uns instruments de treball». Barcelona: ETSEIB-UPC.
- DORMIDO BENCOMO, S. (1996): «Superautopistas de la información: análisis de su incidencia en la educación del mañana». *Informática educativa* 96. Madrid: UNED
- GALLEGO, D. J. y ALONSO, C. M. (1997): «Los sistemas multimedia desde una perspectiva pedagógica». Multimedia. Madrid: UNED.
- GÓMEZ LAHOZ, J. (1999): *Didáctica de la Fotogrametría. Fundamentación, diseño, desarrollo, aplicación y valoración crítica de un curso sobre soporte informático*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- GONZÁLEZ CABANACH, R.; GONZÁLEZ SEIJAS, R. M.; VÁZQUEZ GROBAS, A.; FRANCO TABOADA, V.; ABALDE PAZ, E. y MUÑOZ CANTERO, J. M. (1995): «Una aproximación al estudio de la docencia de calidad: el buen docente universitario». *Evaluación educativa. II. Evaluación institucional*. IUCE de la Universidad de Salamanca.
- HARTMAN, K. (1995): «Patterns of social interaction and learning to write: some effects of network technologies». *Computer Mediated Education*. Hampton Press.
- LEFÈVRE, J. M. (1988): *Guía práctica de la enseñanza asistida por ordenador*. Barcelona: Gustavo Gili.
- LEWIN, R. (1995): *Complejidad. El caos como generador del orden*. Barcelona: Metatemas.
- MARABOTTO, M. I. (1996): «Estrategias cognitivas y metacognitivas para las tecnologías de la educación». *Informática educativa* 96. Madrid: UNED.
- MARQUÉS GRAELLS, P. (1995): *Software educativo*. Lleida: Estel.
- OSBORN, H. (1990): «Media computers, motivation and informal education: Gutenberg 2000?». *Learning with interactive multimedia*. Washington: Microsoft Press.
- NALLEY R. (1995): «Designing computer-mediated conferencing into instruction». *Computer Mediated Education*. Hampton Press.
- SINGLETARY, T. J. y ANDERSON H. (1995): «Computer mediated teacher induction». *Computer Mediated Education*. Hampton Press.
- VAUGHAN, T. (1994): *Multimedia. Making it work*. California: Macromedia.
- VEIGUELA, E. (1991): «Algunos aspectos de política educativa para la introducción de los ordenadores en los centros escolares». *Zeus*, 13.