

# **Incorporación de simuladores en la enseñanza semipresencial. Experiencia en la asignatura de Procesado Digital de la Imagen en las Ingenierías de Telecomunicación e Informática.**

Lluís Vicent, José A. Montero, Sandra Forroll  
{vicent, montero, si08259}@salleURL.edu  
LaSalleOnLine Enginyeries - Dpt. Comunicacions i Teoria del Senyal  
Enginyeria i Arquitectura La Salle. Universitat Ramon Llull.  
Ps. Bonanova 8. 08022 Barcelona

## **1 Introducción**

El desarrollo tecnológico ha posibilitado la proliferación de los campus virtuales en el ámbito universitario. Estos campus están compuestos habitualmente por carpetas de compartición de ficheros y herramientas de comunicación, como los foros, el e-mail o los chats.

Las universidades que ofrecen estudios o asignaturas on-line depositan, además, los contenidos de estas asignaturas, habitualmente textuales, pero también a veces en formato multimedia, en estas carpetas o entregando CD-ROMS y/o apuntes al alumno. La experiencia de tres años en la enseñanza semipresencial en Ingeniería i Arquitectura La Salle [Vi2004] nos permite extraer ya ciertas conclusiones sobre los contenidos en la web. El formato hipertexto ciertamente tiene virtudes en cuanto a la facilidad en la relación de conceptos y navegación, pero a nadie nos gusta invertir mucho tiempo leyendo delante del ordenador. La lectura más cómoda, aún hoy en día, es la del papel.

Sin embargo, el formato web permite el seguimiento del alumno. El profesor puede conocer en todo momento qué páginas han visitado los alumnos y cuándo, o ver los resultados de las autoevaluaciones. Este formato, por tanto, es deseable, pero ha de ser más atractivo que el texto, sinó los alumnos serán reacios a entrar en el campus virtual, a menos que haya medidas coercitivas.

Así, La Salle, en la modalidad semipresencial de sus titulaciones de Ingeniería de Telecomunicaciones e Informática, está implantando laboratorios virtuales y simuladores, para facilitar el aprendizaje de conceptos teóricos y la realización de prácticas.

En la asignatura de Procesado Digital de la Imagen, que podríamos decir de una manera básica que trata las transformaciones o análisis que se pueden realizar sobre una imagen digital, se ha creado un simulador de los conceptos y operaciones básicos mediante el intérprete *Matlab Web Server*®. A este software pueden acceder los alumnos con su navegador web, sin necesidad de conocer, comprar ni ejecutar ningún lenguaje de programación.

El empleo de este tipo de simuladores facilita el acceso y comprensión de estos contenidos a personas profanas al mundo de la ingeniería, como pueden ser médicos, técnicos de radiodiagnóstico o fotógrafos, perfiles que trabajan habitualmente con imágenes digitales.

Los simuladores permiten al usuario una comprensión mucho más rápida y eficaz de conceptos complejos. Un simulador posee una ventaja fundamental respecto un texto o una explicación del profesor en clase: la interactividad. El alumno puede “jugar” con diferentes parámetros aperciéndose de qué manera afectan estos a los resultados.

Además, el simulador que presentamos dispone de texto adicional explicativo donde el alumno puede consultar y comprender con el rigor científico necesario las simulaciones que acaba de experimentar.

## 2 El empleo de simuladores

Tecnología y enseñanza-aprendizaje son dos conceptos (o tres, según se mire), que han entrado en estrecha relación a medida que la primera se ha ido desarrollando. La incorporación de las nuevas tecnologías al campo de la docencia está facilitando la puesta en práctica de nuevas metodologías de aprendizaje, y lo mismo pasa al contrario, la nueva educación a distancia provocada por el rápido desarrollo de las comunicaciones (*e-learning*), necesita de nuevas metodologías docentes.

En este escenario, las clases donde un profesor expone sus conocimientos a un mudo auditorio de alumnos empeñado en su ardua tarea de tomar apuntes, pueden estar empezando a ser historia.

Actualmente, los foros docentes se están llenando de expresiones que representan nuevas formas de aprendizaje: *constructivismo*, *aprendizaje basado en problemas*, *aprendizaje basado en casos*, *aprender haciendo*, *aprendizaje activo*, o sus respectivas formas nativas inglesas.

Parece ser que la inquietud por la docencia ha crecido en los últimos años. Todas estas nuevas formas de aprendizaje centran la enseñanza en el alumno, no en el profesor, y representan una mayor implicación de éste en su aprendizaje. Si consultamos las opiniones de los grandes gurús mundiales en el mundo de la educación que recoge Íñigo Babot [Ba2003] vemos como estos métodos son los más efectivos. El Dr. Larson [La2004], del MIT, reitera en sus discursos que el alumno debe hacer, practicar, experimentar, remangarse, bajar a la arena, jugar y manipular conceptos, y además divertirse. Difícilmente podríamos describir más gráficamente lo que representa el aprendizaje activo, o más concretamente aprender haciendo, el famoso *learning by doing*.

En este sentido, los simuladores, y laboratorios virtuales (no siempre las diferencias son claras) constituyen una herramienta fundamental. Y si esto es así en enseñanzas empresariales o humanísticas (podemos ver algunos ejemplos en [fo2004]), lo es mucho más en las científicas o técnicas, donde las prácticas han sido siempre una componente principal en el aprendizaje. Piense el lector cómo le gustaría que le enseñaran por ejemplo la propagación de una onda, o en el caso que nos ocupa, cómo puede mejorar el contraste en una radiografía oscura.

Si hiciéramos una encuesta, probablemente una mayoría abrumadora, nos diría que viendo un dibujo, o mejor un vídeo. Pero si le ofrecemos la posibilidad de manejar directamente el vídeo o la imagen modificando él mismo los parámetros, seguramente quedará aún más complacido. Difícilmente encontraremos personas a las que les gustaría entenderlo con una matemática rigurosa.

Esto nos viene a decir, que a todos nos gusta experimentar con lo que hemos de aprender. Probablemente nuestra experiencia nos dice que todo lo que nos han enseñado pero no hemos practicado no lo hemos aprendido de forma adecuada.

Si nos centramos ahora en la educación a distancia, y hacemos un profundo estudio de las diferentes experiencias universitarias y corporativas, veremos que una gran mayoría, basan su metodología en la colocación de contenidos textuales en su *LMS* o entorno de aprendizaje, y la discusión mediante herramientas de comunicación asíncronas, como los foros. Con estos modelos, y dependiendo de la materia a explicar, es muy posible que la enseñanza presencial sea mucho más provechosa que la no presencial, porque:

- La autodisciplina de los alumnos para asistir a las clases presenciales es difícil de conseguir en los estudios online.

- Con las explicaciones de un buen profesor ciertas materias son más fácilmente asimilables que con el autoestudio sobre libros.

El primer punto hace que muchos alumnos abandonen los estudios hasta que deban dar razón sobre sus conocimientos (examen o entrega de trabajos o prácticas). De todos es sabida la dificultad para dinamizar un foro, a menos que haya alguna medida de presión como que la participación sea una parte de la calificación final.

Ante estas dificultades los simuladores parecen ser la herramienta que puede dar ese “gran valor añadido” que puede tener una educación a distancia. Un simulador ofrece algo diferente a lo que puede proporcionar la explicación de un profesor o un libro, la *interactividad*, la posibilidad de actuar y darse cuenta de cómo afectan las diferentes decisiones en el resultado de un problema.

Además de los beneficios que supone el empleo de estas herramientas para el aprendizaje, existen otros beneficios colaterales, como son la entrada de los alumnos a los campus virtuales o LMS, y su puesta en comunicación con el resto de compañeros y profesores.

Con todo lo dicho hasta ahora (en caso de estar en lo cierto, claro está), parece sorprendente que los simuladores no sean la herramienta fundamental de aprendizaje en toda enseñanza mediante medios electrónicos (*e-learning*). Probablemente su elevado coste los hace prohibitivos para la mayoría de los cursos. Si pudiéramos disponer de herramientas de autor para estos simuladores, como sí que disponemos para el caso de contenidos textuales, se abaratarían costes, pero podemos decir que aún estamos lejos de conseguirlo.

### 3 Simulador de Procesado Digital de la Imagen

Como ejemplo de simulador mostramos en este artículo el elaborado para la enseñanza del Procesado digital de la Imagen en el ámbito de las Ingenierías de Telecomunicación e Informática. El Procesado Digital de la Imagen comprende las técnicas y operaciones para transformar y analizar imágenes digitales. Aunque en principio esta materia ha estado creada y desarrollada por matemáticos, físicos e ingenieros de telecomunicación e informática principalmente, actualmente es utilizada por personas con perfiles profesionales bien diferentes, relacionados con la medicina, la fotografía o las artes gráficas.

Por ello, se pensó en implementar un laboratorio virtual, con el suficiente rigor para servir de apoyo en unos estudios de ingeniería, pero con simulaciones visuales fácilmente entendibles por un público más amplio. El laboratorio sigue el temario de un primer curso de Procesado Digital de Imagen, con los capítulos siguientes:

- **Introducción.** Es el primer contacto del alumno con la imagen digital y todos sus parámetros.
- **Análisis temporal y frecuencial de señales y sistemas bidimensionales.** Se estudian los sistemas invariantes en el tiempo, profundizando en las diferentes transformaciones, y se analizan los filtrados frecuenciales que se pueden aplicar en señales de una y dos dimensiones.
- **Muestreo y cuantificación.** Se analiza el muestreo en una y dos dimensiones, y las cuantificaciones posibles que se pueden aplicar a una imagen digital.
- **Mejora y Filtrado de Imágenes.** Se ofrece la posibilidad de aplicar diversos tipos de transformaciones a una imagen digital que estimulen al alumno a extraer conclusiones de las mismas. La observación visual del efecto de las transformaciones es seguramente la manera más fácil de asimilar los conceptos de este capítulo.

- **Análisis de imágenes.** Se estudian las diversas técnicas existentes actualmente para la extracción de características en una imagen digital.
- **Segmentación.** Se analizan los diferentes métodos de diferenciación de regiones y texturas.

### **3.1 El Diseño de la herramienta Web**

El diseño del laboratorio se hizo con la intención de facilitar el aprendizaje con la posibilidad de que el usuario transforme y opere con imágenes digitales (simulaciones), complementadas con textos, para que el estudio goce del rigor necesario que una formación universitaria en un ámbito técnico requiere. Así mismo, la herramienta debía ser lo suficientemente completa para ser utilizada por alumnos semipresenciales, que no asisten habitualmente a clase.

Otros objetivos colaterales, pero no por ello menos importantes, eran los relativos al entorno y software utilizados.

La herramienta debía ser lo más universal posible, no debía requerir ningún software complejo o caro que hiciera desistir del acceso, y la navegación debía ser fácil, intuitiva y agradable.

Con estas premisas se pensó en implementar un entorno *web*, utilizar el *Matlab Web Server*® como herramienta de procesamiento digital de las imágenes, que será instalado exclusivamente en el servidor, y al que accederán remotamente los alumnos sin necesidad de instalación en su ordenador local de ningún software especial.

Para que el manejo del sistema fuera intuitivo, agradable y no cansino se realizó un estudio previo sobre ergonomía (más conocido con el anglicismo usabilidad). Esto es muy necesario si se piensa que un alumno pasará bastante tiempo delante de la aplicación. Siguiendo las directrices fundamentales de Jacob Nielsen [Ni2000] una buena web debe tener las siguientes características:

- Facilidad de aprendizaje.
- Consistencia.
- Posibilidad de realimentación.
- Contextualización de la navegación.
- Oferta de alternativas.
- Ahorro de acciones y tiempo. Mensajes visuales claros.
- Utilizar etiquetas claras y comprensibles.
- Ajustarse a los objetivos de la web.
- Aportar soluciones a los deseos del usuario.
- Buena elección de colores.

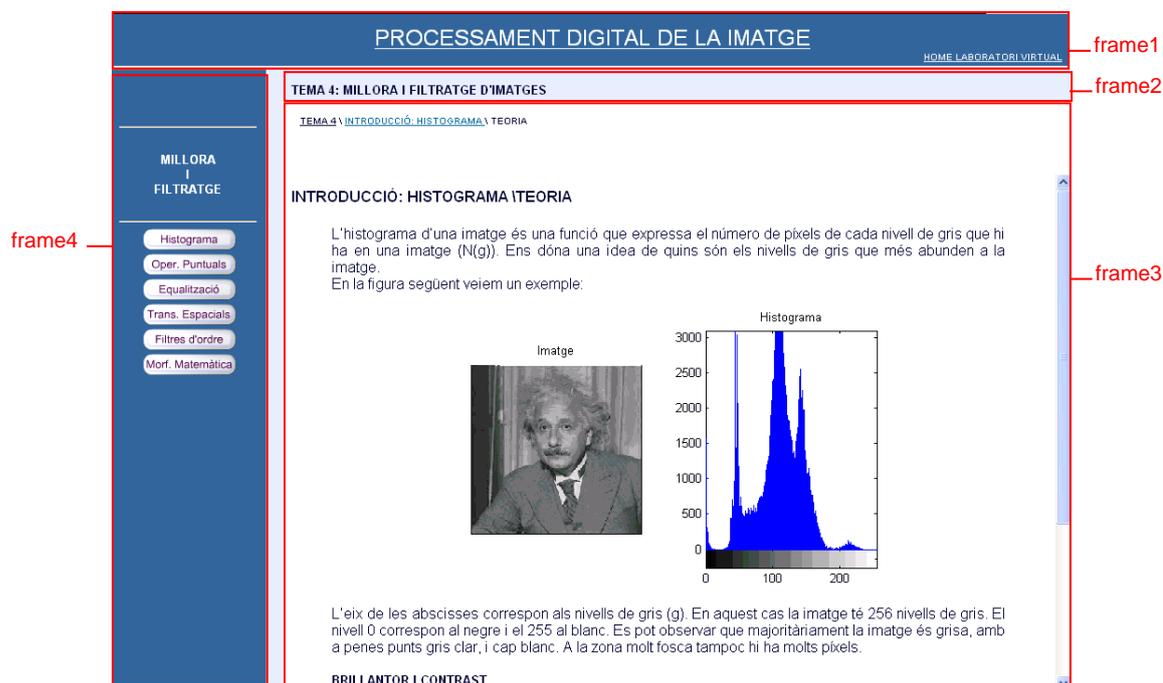
Teniendo en cuenta todas estas consideraciones el aspecto de la página principal de la aplicación es el siguiente:



**Il·lustración 1. Página principal de la aplicación.**

Con solo un vistazo a esta página vemos que los colores elegidos están basados en diferentes gamas de azules, y dan una imagen sobria, seria y agradable. Así mismo, todos los enlaces (*links*) aparecen subrayados, con lo que el usuario distinguirá con facilidad un enlace de un texto normal.

Una vez dentro de cada capítulo la imagen es ligeramente diferente, aunque manteniendo una estética coherente. Se estructura en cuatro *frames*, cada uno con funciones bien definidas.



**Il·lustración 2. Estructuración en *frames* de un capítulo.**

El *frame1*, en la parte superior, se mantiene en toda la navegación, y permite volver a la página principal desde cualquier punto.

El *frame2*, situado inmediatamente debajo del *frame 1*, indica en qué capítulo se encuentra el usuario.

El *frame3* es el de los contenidos propiamente. Estos, en principio, tendrán forma de hipertexto o serán demostraciones (simulaciones) prácticas de los conceptos que se detallan. Cabe destacar que en la parte superior izquierda de este *frame* se encuentra el camino (*status*) que ha seguido el usuario desde la página inicial hasta la página en cuestión, pudiéndose acceder directamente a cualquiera de las páginas intermedias.

El *frame4* podríamos decir que se trata del índice. En él se encuentra el directorio de todos los apartados que se tratan en el capítulo. Este *frame* se mantiene mientras se navega por un mismo capítulo, de manera que podemos cambiar de tema en cualquier momento.

Para facilitar la navegación y conseguir una buena estética de la página se han utilizado botones generados en Flash y código en JavaScript, que nos permiten mantener la información del status de la página.

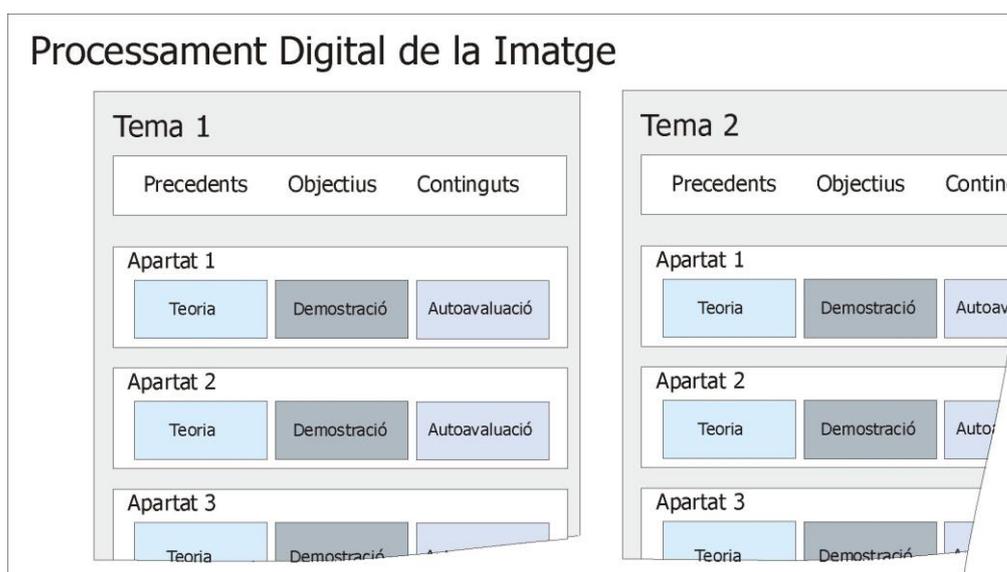
A su vez, se han contemplado diferentes rutas en la navegación permitiendo tanto la navegación lineal (de capítulo a subcapítulo, y de subcapítulo a tema) como una navegación salto a salto, no siguiendo un orden coherente.

### 3.2 Diseño de los contenidos

A pesar de lo importante que es seguir unos buenos criterios estáticos y de usabilidad a la hora de crear una herramienta de estudio, no es menos importante, el diseño cuidadoso de la estructura de los contenidos que se van a desarrollar.

Como se ha explicado anteriormente, podemos decir que los contenidos se dividen básicamente en textuales y simulaciones. Pero este modelo puede ser refinado con más exactitud.

El temario a impartir está jerarquizado en *temas y apartados* (de mayor a menor). La unidad de menor tamaño, el apartado, contiene tres tipos de información: *Teoría*, que es una explicación textual rigurosa sobre la materia a estudio (puede subdividirse en conceptos), *demostraciones*, o simulaciones donde el usuario tiene el control sobre las operaciones descritas en la teoría, y finalmente *preguntas autoevaluativas* sobre los contenidos del apartado en cuestión. Podemos ver gráficamente este esquema en la Ilustración 3.



**Ilustración 3. Esquema didáctico del laboratorio virtual.**

### 3.3 Las simulaciones

Las simulaciones, o demostraciones, son el gran facilitador del aprendizaje del alumno. La materia de la que nos ocupamos, parece idónea para ser estudiada desde un punto de vista interactivo. El objetivo era que el alumno pudiera realizar una transformación sobre una imagen digital real (controlando él mismo los parámetros) y que viera en pantalla el resultado de la operación.

Para que la herramienta no suponga ningún coste añadido para el alumno, se pensó en una aplicación del tipo ASP (*Application Service Provider*), de manera que el código para las transformaciones esté únicamente en el servidor de la universidad. Se utilizó el paquete matemático *Matlab Web Server*®. El esquema tecnológico se puede ver representado en la Ilustración 4.

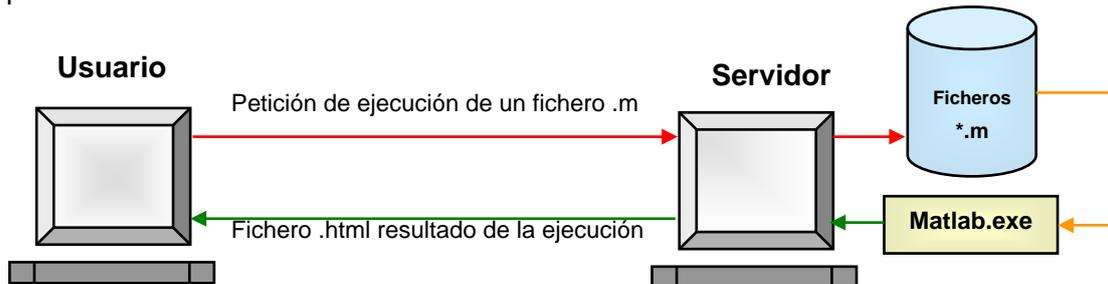


Ilustración 4. Esquema tecnológico de las simulaciones o demostraciones.

A modo de ejemplo, y para no extendernos, mostraremos la demostración *énfasis de contraste* perteneciente al Tema 4 que trata sobre la mejora y filtrado de imágenes. En este capítulo el estudiante se adentra en los diferentes tipos de transformaciones que se pueden aplicar en la imagen digital para mejorar su calidad. El caso que nos ocupa es el de la mejora del contraste. Para su comprensión se ofrece la posibilidad de escoger entre varias imágenes digitales y aplicar una enfatización de contraste pudiendo cambiar los parámetros de la transformación (Ilustración 5).

PROCESSAMENT DIGITAL DE LA IMATGE

HOME LABORATORI VIRTUAL

TEMA 4: MILLORA I FILTRATGE D'IMATGES

OPERACIONS PUNTUALS

Emfatització | Thersholding |

TEMA 4 \ 4.1 OPERACIONS PUNTUALS \ EMFATITZACIÓ DEL CONTRAST \ DEMOSTRACIONS

comprovant que amb una recta de pendent 1 (identitat) no modificarem la imatge, amb una pendent menor d'1 aclarirem la imatge i amb una major d'1 l'enfosquirem.

Escull una imatge: avio

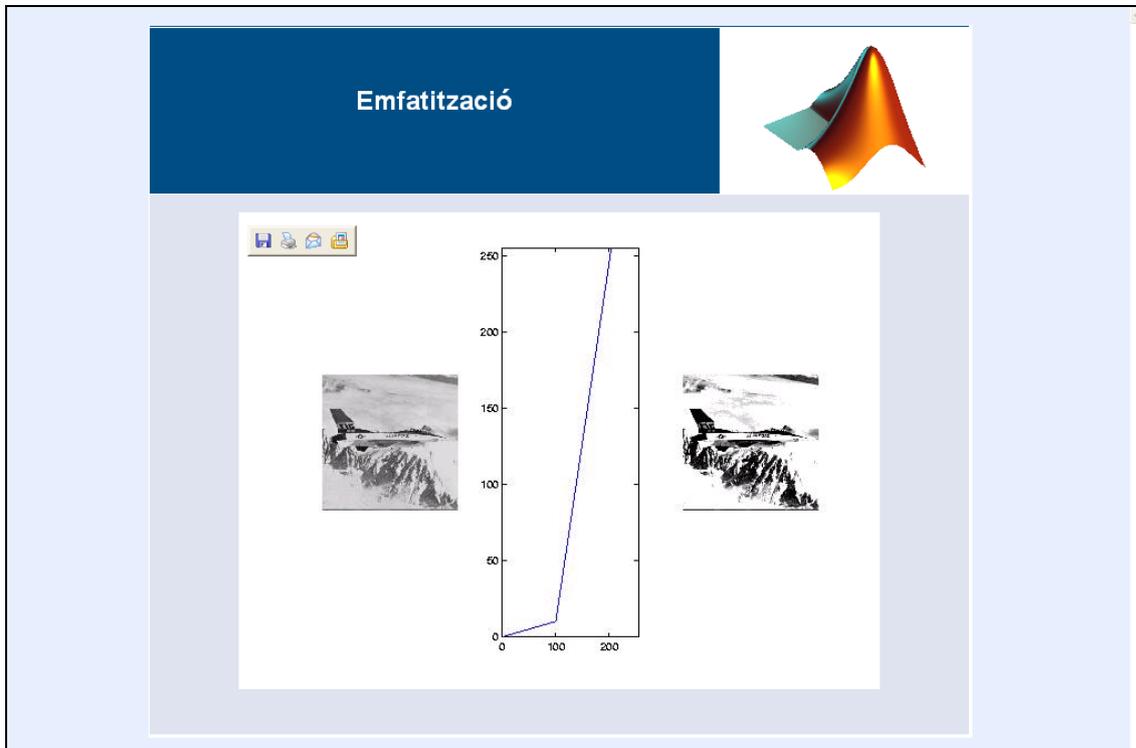
Introdueixi un valor de a 100 i de b 230 entre [0..255] (nota: a<b)

Introdueixi un valor de alfa 0.1 i de beta 0.6\*pi/2 entre [0...pi/2]rads (amb alfa i beta ja predeterminem gamma)

Emfatització

Ilustración 5. Demostración sobre énfasis de contraste.

La introducción de los parámetros se realiza a través del formulario y estos se envían al servidor para que pueda ejecutar el programa correspondiente, y retorne, en un fichero html, el resultado de la misma (Ilustración 6).



**Ilustración 6. Resultado del énfasis de contraste. Se observa a la izquierda la imagen original, en el centro la gráfica de la transformación realizada y a la derecha la imagen contrastada.**

## 4 Conclusiones

Según los grandes expertos de la educación, y más en concreto, del e-learning, *aprender haciendo* es la manera más efectiva de aprender. El hecho de que el alumno se encuentre con los problemas reales, pruebe a resolverlos, y vea el resultado de sus decisiones, hace el aprendizaje mucho más efectivo que en el caso en que el estudiante es un receptor pasivo de conocimientos (provenientes de un profesor o de documentos).

En este sentido, los simuladores y los laboratorios virtuales, son una de las herramientas más útiles para que el alumno experimente, actúe e intervenga en problemas o procesos concretos.

En La Salle, ya contamos con 4 laboratorios virtuales o simuladores, pensados originariamente para los alumnos semipresenciales, pero también utilizados en la enseñanza presencial.

El simulador de Procesado Digital de la Imagen que acabamos de presentar, ya está siendo utilizado por los alumnos, que lo han recibido satisfactoriamente. Tal y como se ha diseñado, permite realizar el estudio de dos maneras principalmente. Estudiando primero la teoría, y después comprobándola con las demostraciones, o jugando primero con las demostraciones, intentando comprobar empíricamente lo que ocurre, y buscando después la argumentación rigurosa en la teoría.

Las primeras impresiones de nuestra experiencia (en el momento en que escribimos el artículo no ha finalizado el curso y no disponemos de estadísticas) indican que, con el simulador, los alumnos acceden más al campus virtual, y de esta manera entran en contacto con sus compañeros y profesores, componente fundamental de la enseñanza universitaria, aprendiendo de una manera más sencilla y natural los conceptos de la asignatura.

Todo parece indicar que el futuro del e-learning para enseñanzas técnicas o prácticas tenderá a la utilización de simuladores siempre acompañada de unos buenos textos sobre papel. El gran problema al que nos enfrentamos, el elevado coste, quizá lleve a las universidades a la compartición e intercambio de estos productos, siguiendo la filosofía que ya inició el Massachusetts Institute of Technology (MIT) en su MITOpenCourseWare [MIT2004].

## Bibliografía

- [Vi2004] Lluís Vicent Safont. *“LaSalleOnLine Enginyeries, en busca de la plataforma idónea para la educación universitaria a distancia de Ingeniería”*. LatinEduca2004.com, 2004
- [Ba2003] Iñigo Babot. *“e-learning, corporate learning”*. Gestión 2000.com. Barcelona.
- [La2004] <http://caes.mit.edu/people/larson.html>
- [fo2004] [www.forio.com](http://www.forio.com)
- [Ni2000] Jakob Nielsen. *“Usabilidad. Diseño de sitios web”*. Prentice Hall. 2000.
- [MIT2004] MITOpenCourseWare. <http://ocw.mit.edu/index.html>