

---

# Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones

Edición de.

Rosabel Roig-Vila  
Josefa Eugenia Blasco Mira  
Asunción Lledó Carreres  
Neus Pellín Buades

Prólogo de.

José Francisco Torres Alfosea  
Vicerrector de Calidad e Innovación Educativa  
Universidad de Alicante

---

Edición de:

Rosabel Roig-Vila  
Josefa Eugenia Blasco Mira  
Asunción Lledó Carreres  
Neus Pellín Buades

© Del texto: los autores (2016)

© De esta edición:

Universidad de Alicante  
Vicerrectorado de Calidad e Innovación educativa  
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) (2016)

ISBN: 978-84-617-5129-7

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

# **Aprendizaje e Investigación en Visión por Computador: Un enfoque metodológico integral.**

P. Gil Vázquez; G.J. García Gómez; S.T. Puente Méndez; D. Mira Martínez; B. Alacid Soto;  
C.M. Mateo Agulló; F. Torres Medina

*Depto. Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal  
Universidad de Alicante*

## **RESUMEN**

Este trabajo presenta el desarrollo, implementación y evaluación de la parte de laboratorio en un curso de ingeniería basado en casos prácticos, más específicamente en el curso de procesamiento de imágenes y de vídeo del grado de Multimedia de la Universidad de Alicante, con una carga de trabajo de 6 ECTS. Todas las actividades prácticas de laboratorio tienen como objetivo principal que el estudiante adquiera no sólo las capacidades técnicas específicas sobre imagen y video, sino también el conocimiento general necesario para realizar un análisis de datos que les permita descubrir los fenómenos presentes en las regiones de píxeles de imágenes y fotogramas de vídeo. De esta manera, nuestro proceso de enseñanza-aprendizaje lleva a cabo tanto la asimilación de conocimientos como el desarrollo de habilidades utilizando una estrategia de evaluación continua. La metodología implementada está basada en tres actividades, un proyecto a realizar durante todo el curso, ejercicios y mini-proyectos a resolver semanalmente y asistencia con aprovechamiento. Además, este estudio compara el resultado del aprendizaje medido a partir de los niveles de conocimiento y destreza alcanzados, en los últimos dos cursos académicos, para determinar si el cambio de metodología del curso actual favorece el aprendizaje frente a cursos pasados.

**Palabras clave:** Metodología enseñanza/aprendizaje; Aprendizaje basado en casos; Evaluación continua; LCMS-Moodle; Herramientas informáticas para procesamiento de imagen y video.

## 1. INTRODUCCIÓN

Existen diferencias entre dos conceptos como son el Procesamiento de Imágenes (PI) y la Visión por Computador (VC). Por un lado, PI está vinculado a los métodos y algoritmos sobre el filtrado, eliminación de ruido, mejora y restauración de imagen, extracción de características, procesamiento de imagen binaria, escala de grises o color, para segmentación y descripción de regiones, etc. En las técnicas de PI, tanto la entrada como la salida de los algoritmos son imágenes. Por otro lado, VC se refiere a métodos y algoritmos que emulan la visión humana y que se utilizan para obtener información cuantitativa y cualitativa de una imagen de entrada. Entre ellos cabe destacar, métodos de detección y reconocimiento de objetos, personas o escenas, extracción de característica de éstos, así como el cálculo de descriptores para identificarlos y medirlos. Por lo tanto, las técnicas de VC devuelven valores numéricos como de salida que representan las mediciones o las descripciones de los elementos registrados en la imagen. Es decir, la salida del algoritmo no es una imagen sino el conocimiento de la escena registrada dentro de la imagen. La VC utiliza siempre las técnicas de PI para transformar la imagen de entrada. Además, los métodos para procesar vídeo requieren combinar ambos tipos de técnicas, buscando optimizar el procesamiento de modo que no se realice imagen a imagen o evitando emplear la imagen completa. De esta manera, es posible lograr el procesamiento en tiempo casi real.

### 1.1 Problema/cuestión.

Durante las dos últimas décadas, PI y VC progresivamente se han incorporado como asignaturas tanto de planes de estudio de grado y postgrado de multitud de titulaciones universitarias en ingeniería. Bebis et al. (2003) presentaron uno de los primeros estudios relevantes sobre cómo se enfoca la educación en VC. La metodología utilizada para la enseñanza de esta temática tiene una fuerte dependencia del conocimiento previo que el estudiante tiene de otras materias específicas como matemáticas y lenguajes de programación. Especialmente, el conocimiento de lenguajes de programación influye en el tipo de herramientas tecnológicas que deberían ser propuestas para implantar una metodología de enseñanza que apoyada en éstas mejore el entendimiento de conceptos, teorías, algoritmos y métodos tanto de PI como de VC. Por lo tanto, es frecuente ver estudios (Sebastian, García & Sanchez, 2003) dónde se proponen interfaces y herramientas software que permitan a los estudiantes probar

métodos y algoritmos de PI y VC, sin que se requiera implementar código mediante un lenguaje de programación específico. Pero también, hay otras corrientes de estudio que proponen metodologías basadas en la ejecución de secuencias de comandos con pequeñas líneas de código utilizando lenguajes de programación conocidos como Matlab de C / C ++ (González & Rocha, 2003). En cualquier caso, ambas metodologías parecen válidas y dependen en gran medida de las habilidades del estudiante con la programación informática y por lo tanto, de la titulación en la que se hayan implantado este tipo de asignaturas. Así, las herramientas software aplicadas al aprendizaje de PI y VC se pueden clasificar en función del nivel de conocimientos de programación del estudiante: alto nivel (no requieren amplio conocimiento de lenguajes de programación) y bajo nivel (requieren un adecuado conocimiento de programación). Atendiendo a herramientas de bajo nivel, los lenguajes de programación más habituales son C/C++, Java y Python. En este ámbito, hay mucho software que facilita librerías abiertas y gratuitas entre las que destacan Imilab, RAVL, libCVD y OPENCV. Este tipo de software es habitual en asignaturas de PI y VC en titulaciones de informática y afines.

Pero también, destacan otras soluciones de alto nivel que buscan abstraer al estudiante, en la medida de lo posible, de la implementación de código y conocimiento de lenguajes de programación. En esta línea destacan entre otros muchos, IP-Lab e ImageJ (Sage & Unser, 2003), TITERE (Sebastian, García & Sanchez, 2003) y más recientemente, NeatVision (Whelan, Sadleir & Guita, 2012) y JavaVis (Cazorla & Viejo, 2015), todos ellos diseñados a partir de código Java. Así como, soluciones basadas en lenguaje C, como VISUAL (Gil, Pomares, Puente, Torres, Candelas & Ortiz, 2003) y AVS (Radlak, Frackiwicz, Scepaniski, Kawulok & Czardybon, 2015). Todos ellos son 'frameworks' en los que los estudiantes eligen bloques que representan algoritmos básicos y los conectan para realizar un algoritmo de procesamiento de imágenes más complejas.

## 1.2 Revisión de la literatura.

En los entornos universitarios, la nueva tendencia es aprender PI y VC mediante metodología de enseñanza y aprendizaje basada en casos prácticos, que acerque a los estudiantes cómo las técnicas y algoritmos de PI y VC pueden ser aplicados para solucionar problemas reales, mejorando así la motivación de éstos (Morison, Jenkins, Buggy & Barrie, 2014). Así, Albarelli et al (2013) mostraron como estudiantes de

ingeniería, eran capaces de aprender conceptos básicos como espacios de color o transformaciones de imagen, mediante el desarrollo de una interfaz hombre-máquina para controlar una consola de video-juego usando técnicas de VC. Con otro enfoque similar, Pistori et al (2013) describieron un curso de VC que hacía uso de una metodología orientada a proyectos para que el estudiante adquiriera conocimiento y destrezas en técnicas de extracción de características, segmentación de regiones y reconocimiento de patrones. En este caso, el proyecto presentado tenía como objetivo reconocer señales de tráfico. En esta línea, Hassner et al (2015) presentaron mecanismos de evaluación del aprendizaje de estudiantes de VC adecuados a una metodología de aprendizaje basada en proyectos y casos prácticos.

La relación de alumnos / profesor está aumentando día a día en los grados de nueva implantación. No es extraño encontrar en la literatura trabajos relacionados con la mejor metodología para hacer frente a este problema creciente (Artner, Janusch, & Kropatsch, 2015). En (Garcia, & Duran, 2011) se consideran dos alternativas para la evaluación de la capacidad del estudiante para dominar un software específico: proyecto de trabajo en grupo (equipo de desarrollo de un proyecto simulado) y un examen basado en ordenador, individual. Sin embargo, la nota de evaluación del proyecto en grupo no permite inicialmente diferenciar entre cualquiera de los miembros del grupo. El aprendizaje basado en proyectos (Garcia, & Gracias, 2012) no puede ser evaluado a través de exámenes tradicionales. Los conceptos de procesamiento de imágenes por computador requieren el uso de un ordenador, y la evaluación también debe incluir esta herramienta (Garcia, & Duran, 2011). El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha promovido, entre otros, que los estudiantes aprendan mediante una evaluación continua, así como el uso de herramientas de enseñanza virtual como Moodle (Chen, Lee, Wu, Qiu, Lin, Tang, & Chen, 2012). Algunos de estos métodos de evaluación se han desarrollado en el curso de Imagen y Video Computador (IVC) de la Universidad de Alicante, que aquí se comenta.

### 1.3 Propósito.

El principal inconveniente de las herramientas anteriormente comentadas son: la limitación en el número y tipo de las dos operaciones y algoritmos implementados, la dificultad de la adición de nuevos métodos y algoritmos que usan código de bajo nivel a partir del código de otros algoritmos pre-programado dentro de la herramienta así como

la capacidad de procesamiento de vídeo de secuencia y las imágenes no únicamente estáticos. En estos casos, se puede optar por dos soluciones prácticas, sino se quiere emplear programación a bajo nivel, que pasa por emplear herramientas software a medio camino entre el bajo y alto nivel, como MATLAB o LabView, que ya han sido empleados con éxito en la enseñanza de PI y VC en grado y postgrado, como se muestra en (Castillo & Ortegón, 2014) y (Kingler, 2003) respectivamente.

En el trabajo presentado se presenta un estudio de metodología basada en casos prácticos empleando como herramienta MATLAB para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Imagen y Video por Computador (IVC) del grado de Multimedia de la Universidad de Alicante. El propósito es que los estudiantes al final del curso sean capaces de conseguir tres objetivos: estar familiarizados con las técnicas de procesamiento de imágenes más comunes utilizados imagen estática y la secuencia de vídeo; Identificar los comandos y funciones de MATLAB para diseñar e implementar estas técnicas; identificar y seleccionar los algoritmos y métodos adecuados para una aplicación específica propuesta por el profesorado.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Descripción del contexto y de los participantes**

La asignatura IVC, es una materia obligatoria del segundo cuatrimestre del tercer curso del grado de Ingeniería Multimedia de la Universidad de Alicante. Este grado se ubica en el espacio intermedio entre las ingenierías tradicionales y la ingeniería informática y tiene, como objetivo general, formar los profesionales del sector de las tecnologías de la información y comunicación para que sean capaces de dirigir los proyectos dentro del ámbito de la Multimedia, tanto en el sector del ocio y entretenimiento digital como en el de la gestión de contenidos para su difusión en redes de información. Esta formación está enfocada a proporcionar a los estudiantes las habilidades para la construcción de sistemas digitales para la gestión de la información multimedia, proporcionar soporte técnico a proyectos multimedia del ámbito de la cultura, las telecomunicaciones, la enseñanza o la empresa y crear y dar soporte a los elementos técnicos involucrados en la creación de imagen y sonido digital.

La metodología implantada y las herramientas software empleadas para apoyo al aprendizaje están escogidas de acuerdo a las características de los estudiantes de Ingeniería Multimedia y el contexto anteriormente comentado. Se parte de que éstos,

tienen conocimientos previos de programación debido a que estudiaron 'Programación en C' en el primer curso y 'Procesamiento de Señal' en el segundo curso. No obstante, el conocimiento de programación que alcanzan es básico en comparación con otros grados de la misma universidad, como ingeniero informático, ingeniero de telecomunicación o un ingeniero robótico. Por lo tanto, el objetivo del profesorado es aplicar una filosofía metodológica a la asignatura de IVC basada en programación rápida de conceptos y algoritmos con pocas líneas de código.

La asignatura de IVC aborda como contenidos, el ruido y la mejora de la imagen, los filtros espaciales y frecuenciales, las operaciones aritméticas sobre imágenes, detección de contornos y esquinas, umbralización y otros métodos de segmentación, morfología matemática, descriptores para reconocimiento e identificación y análisis y detección de movimiento, entre otros.

La docencia se estructura como cuatro horas a la semana durante catorce semanas distribuidas entre clases de teoría y de prácticas. La clase teórica son sesiones de dos horas de lección magistral de conceptos, métodos y algoritmos que se acompañan de ejemplos de aplicación mostrando videos e imágenes procesadas con las técnicas comentadas en cada sesión, que muestran aplicabilidad real para resolver problemas específicos. Las clases prácticas son sesiones de dos horas donde los estudiantes trabajan, en un laboratorio, la aplicación de los algoritmos vistos en clase de teórica. Cada alumno dispone de un iMac, del software MATLAB y un breve tutorial desarrollado por los profesores con la descripción de las funciones y comandos útiles que se emplearán en cada sesión. Esto ayuda a los estudiantes a enlazar conceptos teóricos, los algoritmos y métodos aprendidos con los comandos MATLAB para poderlos implementar en prácticas. La clase de laboratorio está diseñada para que los estudiantes puedan aprender mientras hacen.

## 2.2. Materiales

A la hora de preparar los distintos controles para evaluar el aprendizaje durante el curso, los profesores han utilizado una plataforma basada en Moodle proporcionada por la UA: Moodle UA (<http://si.ua.es/es/moodle/>). Para ello, primero crean diferentes preguntas para un tema específico (llamado en Moodle Categoría). Con el fin de hacer el examen, el profesor puede elegir un número de preguntas al azar a partir de una categoría existente. La idea es asignar al azar las preguntas de los estudiantes para un

mismo grupo. Así, las posibilidades de copia se reducen ya que los estudiantes probablemente no tendrán el mismo control. Además, la prueba puede ser creada barajando no sólo el orden de las preguntas, sino también las diferentes respuestas de una pregunta en particular. Mediante la introducción de una nueva pregunta en una categoría existente, los profesores aumentan la posibilidad de tener diferentes exámenes para dos estudiantes adyacentes.

Dentro de las preguntas que un profesor puede crear en Moodle UA, sólo unas pocas de ellas son válidas para obtener preguntas con corrección automática dentro de los temas de IVC. Obviamente, una pregunta de ensayo no puede ser auto-correctada. Tampoco lo puede ser una pregunta donde la respuesta de los estudiantes sea un dibujo de una imagen. Teniendo esto en cuenta, los profesores han desarrollado nuevas preguntas. Los conceptos prácticos siempre se preguntan teniendo en mente que la pregunta debe poderse corregir automáticamente. Para ilustrar esta idea con ejemplos, la Figura 1.a muestra una pregunta preparada para un examen del tercer bloque (en la sección 2.4 se explicarán mejor los bloques en que se ha subdividido la parte práctica de la asignatura de IVC). La respuesta tiene un campo de error que se puede ajustar para establecer un rango válido, y así permitir ciertas desviaciones pequeñas en el cálculo del área de una figura en la imagen.

Figura 1. a) Pregunta numérica, con un rango de error. b) Pregunta de opción múltiple con instrucciones de MATLAB.



La Figura 1.b representa un tipo diferente de preguntas, donde los profesores ofrecen una cantidad determinada de opciones múltiples de las que los estudiantes deben seleccionar una de ellas. Esta cuestión puede resolverse mediante pruebas de cada una de las respuestas en MATLAB con la imagen, pero los estudiantes que no tienen un concepto claro del tema perderían mucho tiempo en esta pregunta, consumiendo así su tiempo para la finalización del control. Por lo tanto, el estudiante que intente resolver la pregunta sin haber estudiado consumirá su tiempo en tareas de prueba y error. Sin embargo, el alumno que tenga claro el concepto preguntado, descartará rápidamente muchas de las opciones propuestas y reducirá al mínimo las instrucciones a probar.

Los estudiantes necesitan obtener una nota de 4 sobre 10 en cada una de las cuatro pruebas para superar la parte práctica del curso. Si cualquiera de las notas de los controles están por debajo de este umbral, el estudiante puede recuperar la parte práctica de la asignatura en un examen final. Este examen final se prepara siguiendo la misma metodología expuesta anteriormente. El banco de preguntas desarrolladas en Moodle UA permite reducir al mínimo la posibilidad de que un estudiante repita las mismas preguntas formuladas durante el curso.

Con el fin de evaluar las habilidades de los estudiantes en cuanto a su trabajo en grupo, motivación, iniciativa y auto-aprendizaje, los profesores proponen un trabajo optativo al inicio del curso. Proporcionan a los estudiantes seis videos. Los alumnos, organizados en grupos de 2 o 3, eligen dos de los videos. La idea es que los alumnos sean capaces de programar en MATLAB un script que permita indicar el movimiento de una persona que aparece en cada uno de los videos elegidos. Para lograr esto, los estudiantes tienen que hacer un trabajo de investigación por sí mismos. El problema se puede resolver de diferentes maneras, pero normalmente, se debe lograr en diferentes etapas (resolución de un chroma, región de interés, filtrado, segmentación, análisis de imágenes, etc.). Los estudiantes presentan un informe a modo de resumen con cierta información acerca de las funciones de MATLAB utilizadas, las etapas resueltas, un diagrama de bloques con su propuesta y los scripts generados. Los profesores evalúan a los alumnos con un examen presencial donde se muestra el funcionamiento de las soluciones propuestas. Las puntuaciones dependen del tiempo de cálculo, la robustez y la precisión en la detección del movimiento de la solución propuesta por los estudiantes. Por último, con el fin de obtener una nota para cada uno de los miembros del grupo, hay un examen oral, donde cada uno de los estudiantes del grupo explica alguna de las

etapas propuestas para vencer el desafío propuesto con los videos. Además, se pide a los estudiantes que indiquen la forma en que han superado el reto propuesto en cada etapa.

### 2.3. Instrumentos

Los profesores son conscientes que el aprendizaje de IVC para un estudiante de Ingeniería Multimedia es más difícil que para un estudiante de Informática, ya que tienen menos conocimientos de programación. Sin embargo, tienen conocimiento de MATLAB, y en las sesiones para preparar cada una de los controles, se hace hincapié en potenciar este conocimiento de la aplicación. Los profesores no pretenden evaluar sus conocimientos de MATLAB; este no es el objetivo del curso de IVC. Lo usan más bien como una herramienta para adquirir la totalidad de los conceptos de procesamiento de imagen por computador y de visión por computador de la asignatura de IVC. Por otra parte, los profesores les permiten hacer uso de MATLAB durante los controles. Por lo tanto, los estudiantes pueden utilizar las mismas herramientas que utilizan en sus clases prácticas. Además, los alumnos pueden utilizar la ayuda en línea de comandos del programa durante los exámenes en el laboratorio.

Uno de los problemas generados por dejar que los estudiantes utilicen no solo la ayuda, sino el propio ordenador para hacer estos controles, es la posibilidad de que los alumnos se copien. Actualmente, la copia en cursos con gran cantidad de alumnos matriculados es uno de los principales problemas a los que se enfrentan las carreras tecnológicas en la Universidad. Se hace casi imposible para un profesor con grupos de 25 estudiantes asegurarse de que cada uno de ellos está mirando solamente a su propia pantalla. Para resolver este problema, los profesores han hecho un esfuerzo importante adaptando las preguntas tradicionales de papel en preguntas con corrección automática por ordenador. Como se ha mencionado en la sección 2.2, las pruebas se han desarrollado en la plataforma Moodle UA. La razón por la cual el problema de hacer trampas se resuelve, o cuanto menos se reduce, es que Moodle UA nos permite generar un banco de preguntas desde donde se puede crear el control.

### 2.4. Procedimientos

En la metodología propuesta en clases prácticas se han diseñado dos tipos de actividades. Por un lado, cuatro bloques experimentales con varios ejercicios y problemas de cada uno de ellos, en el que los estudiantes tienen que procesar imágenes

digitales o vídeos muy cortos aplicando los métodos y técnicas comentados en clase teórica. Cada bloque tiene una duración de entre tres y cuatro semanas, dependiendo de su dificultad. En esta fase, los estudiantes deben trabajar de forma individual y sin interacción con otros estudiantes en la medida de lo posible. Por otra parte, al principio del curso, los profesores facilitan a los estudiantes varias secuencias de vídeo con diferente complejidad de procesamiento, como ya se ha comentado en el apartado anterior. Los estudiantes se organizan en parejas o en grupos de tres miembros y eligen dos secuencias de vídeo entre las facilitadas por el profesorado. Por grupos, sus miembros deben cooperar para lograr un objetivo común, procesar el video y obtener el objetivo buscado (Figura 1). Ambos tipos de trabajos de laboratorio emplean una metodología donde la dificultad se incrementa progresivamente y en la cual los estudiantes tienen que superar los retos planteados por los profesores. Los desafíos propuestos siempre están relacionados con problemas reales como la mejora de la calidad de una imagen o fotogramas de un vídeo, la detección de un patrón u objeto, o la detección de movimiento, por poner algunos ejemplos. Los estudiantes tienen que hacer mini algoritmos para resolver estos problemas mediante concatenación de etapas de procesamiento como filtrado, segmentación, extracción de características, descriptores, clasificación y detección de movimiento.

Con el fin de evaluar la parte práctica del curso, los profesores han utilizado dos formas de evaluación diferentes: la evaluación continua a través de la vigilancia del progreso y de pruebas realizadas por los estudiantes al final de cada uno de los cuatro bloques de prácticas; y un informe y examen oral que se realizan al final del curso para el proyecto optativo que los estudiantes tienen a su disposición desde principio de curso. Los estudiantes tienen la posibilidad de superar la parte práctica del curso aprobando los cuatro controles desarrollados por los profesores durante las 14 semanas del curso. Estas pruebas se realizan aproximadamente después de 3 sesiones prácticas. Los conceptos que se preguntan en una de las pruebas también pueden aparecer en la siguiente. Por lo tanto, los estudiantes necesitan estudiar, no sólo los nuevos conceptos de las 3 semanas de ese bloque, sino también los que se enseñan en los bloques anteriores de la asignatura.

### 3. RESULTADOS

En la Tabla 1 se realiza una clasificación de los métodos de evaluación empleados en cada curso académico. Como se puede observar, la evaluación de las prácticas en los cursos anteriores se realizaba principalmente, a partir de un examen práctico. En el curso actual, se ha introducido un nuevo método de evaluación basado en la realización de un examen para cada bloque de la asignatura.

Tabla 1. Métodos de evaluación empleados en cada curso académico

<b>Método de evaluación / Curso académico</b>	<b>Cursos anteriores</b>	<b>Curso actual</b>
<b>Asistencia a clase</b>	Si	Si
<b>Seguimiento del alumno</b>	Si	No
<b>Trabajo optativo</b>	Si	Si
<b>Examen final</b>	Si	No
<b>Exámenes parciales (reemplazan seguimiento del alumno)</b>	No	Si

Para el curso actual, el porcentaje de aprobados de la parte práctica de la asignatura es de un 76.16%. Por otra parte, en la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los bloques temáticos de la parte práctica de la asignatura. Estos bloques temáticos se han evaluado a partir de exámenes parciales y asistencia a clase como se indica en la Tabla 1. La Tabla 2 muestra una clasificación por tramos de las calificaciones obtenidas por los estudiantes. Es importante remarcar que la nota final de las prácticas se obtiene a partir del promedio de las notas de cada examen parcial, las notas de asistencia a clase y un trabajo optativo, algoritmo de detección del movimiento humano en una secuencia de video; aunque este último no ha sido incorporado a la Tabla 2 por ser opcional y voluntario para el alumnado.

Las calificaciones obtenidas en el curso 2015-2016, en relación a las clases prácticas considerando tanto la asistencia aprovechable como las calificaciones de los ejercicios, problemas y controles de evaluación continua, así como el trabajo grupal comentado en la sección 2, se pueden observar en la Tabla 3 comparados con los del curso 2014-2015, donde la metodología era algo distinta como se desprende del contenido de la Tabla 1. Ambos porcentajes se han calculado a partir del número de alumnos presentados.

Tabla 2. Clasificación de las notas obtenidas por los alumnos, incluyendo la asistencia

<b>Porcentajes por tramo de notas</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>90-100%</b>	13.85%	1.54%	0%	0 %
<b>80-89%</b>	21.54 %	9.23 %	0%	17.24%
<b>70-79%</b>	23.08%	4.62%	1.56%	31.03%
<b>60-69%</b>	16.92%	40 %	35.94%	24.14%
<b>50-59%</b>	7.69%	7.69 %	35.94%	10.34%
<b>&lt; 50%</b>	16.92%	36.92%	26.56%	17.24%
<b>Abandonos</b>	3%	4%	12.32%	9.38%
<b>No presentado</b>	3%	3%	3%	3%

Tabla 3. Comparativa en porcentajes de alumnos que superan el curso respecto al curso anterior

<b>Porcentajes Aprobados/Suspensos</b>	<b>Curso anterior</b>	<b>Curso actual</b>
<b>&gt; =50 %</b>	71.43	76.16 %
<b>&lt; 50 %</b>	28.57	23.84 %

#### 4. CONCLUSIONES

Los alumnos de IVC del Grado de Ingeniería Multimedia tienen dificultades para asimilar los nuevos conceptos y algoritmos de cada sesión de prácticas, debido al menor conocimiento de lenguajes de programación, en comparación con los alumnos del Grado en Ingeniería Informática. Los resultados sugieren que una metodología basada, únicamente, en un examen final acompañado de un control del estudiante en cada sesión de prácticas, no es suficiente para alcanzar un aprendizaje adecuado y a su vez para evaluarlo. De este modo, parece más adecuada la realización de controles parciales para cada bloque temático de prácticas, ya que los estudiantes presentan una mayor motivación para resolver las preguntas, evitando dudas conceptuales y mejorando su nivel de asimilación de la asignatura. Además, el aprendizaje basado en proyectos permite a los estudiantes adquirir nuevos conocimientos acerca de la integración y combinación de algoritmos para resolver problemas relacionados con la asignatura en la vida real.

## **5. DIFICULTADES ENCONTRADAS**

A la hora de implementar el proceso de aprendizaje, se han encontrado diversas dificultades, unas relacionadas con el nivel y enfoque de los estudiantes, otras con el software utilizado para la realización de los controles.

Respecto a las dificultades relacionadas con los estudiantes, hay que destacar la poca asistencia a las clases de teoría lo que ha dificultado el aprendizaje en las sesiones prácticas, así como, el dedicar tiempo durante la sesión práctica a la realización de trabajos de otras asignaturas, en lugar de dedicar su concentración al cien por cien en la asignatura objeto de estudio. Otra variable que influye en el resultado de los estudiantes es que, al llegar a esta asignatura de tercer curso, están acostumbrados a que en la mayoría de asignaturas de la titulación se les exija un trabajo sin examen para evaluar sus conocimientos, siendo esta, una asignatura en la que se requiere que asimilen conceptos básicos para poder realizarla correctamente y por lo tanto, requiere un enfoque diferente por parte del estudiante al resto de asignaturas.

Respecto al software, una dificultad encontrada han sido las versiones de los programas a utilizar, ya que en el laboratorio de prácticas se utilizaba una versión del software y los profesores tenían otra instalada en sus equipos, lo que implicaba tener que probar las preguntas en el equipo del laboratorio además de en el del profesor, para asegurarse que fueran correctas.

A la hora de generar preguntas para las evaluaciones, un aspecto que hay que tener en consideración es conseguir un conjunto de preguntas con una dificultad similar, de cara a que a cada grupo se le realice una pregunta distinta pero que sea de una dificultad similar al resto de grupos, para evitar distinciones entre ellos.

Así mismo, a la hora de coordinar las preguntas para un control, al realizarlas entre un grupo de profesores, cada uno plantea una pregunta distinta que debe ser realizada por el resto, para comprobar desde su nivel a los posibles errores en la introducción de la pregunta. Este aspecto conlleva como dificultad añadida, la coordinación entre el profesorado para un correcto equilibrio entre las preguntas de un mismo control.

## **6. PROPUESTAS DE MEJORA**

Las principales modificaciones que se prevén realizar para el próximo curso están relacionadas con ajustes en los pesos para las calificaciones. En concreto, los

profesores ya han planteado en las últimas reuniones de la presente red docente, la necesidad de disminuir el peso de la asistencia a clases de prácticas y valorar el aprovechamiento de estas clases más adecuadamente. Para ello, se propone revisar aleatoriamente ejercicios de los propuestos para hacer en las clases de prácticas entre los alumnos, de manera que una asistencia a clase sólo pueda tenerse en cuenta para la nota si el alumno demuestra haber trabajado los ejercicios en clase (independientemente de que la solución propuesta sea la correcta o no). Con esto, se pretende asegurar que el alumno aproveche todo el tiempo de laboratorio para intentar resolver los ejercicios y problemas, consultando las dudas directamente en clase al profesor.

Además, en el próximo curso académico, los investigadores desean mejorar algunos materiales de la asignatura, incorporando nuevos recursos como pueden ser documentos interactivos o cuestionarios de autoevaluación para los estudiantes. Sin olvidar seguir aumentando el banco de preguntas para, de esta forma, permitir que haya más aleatoriedad en los controles contruidos sobre Moodle, y de esta forma, disminuir la probabilidad de copia en la misma aula e incluso entre distintos grupos de prácticas.

## **7. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD**

Se ha presentado una variación metodológica en el curso 2015-2016 para la asignatura Imagen y Video por Computador del grado de Ingeniería Multimedia, que potencia el trabajo del estudiante, permite el seguimiento y control del aprendizaje del alumnado en base a los logros que se van alcanzando, al tiempo que permite supervisar el aprendizaje para hacer correcciones en las carencias del estudiante e intentar lograr una motivación adicional. Se han utilizado herramientas tecnológicas como software específico de simulación y prueba, con MATLAB como plataforma para desarrollar y probar las soluciones aportadas por los estudiantes ante problemas, ejercicios y proyectos planteados. Además, se han empleado herramientas b-learning basadas en sistemas LCMS como Moodle, para evaluar dichos contenidos.

Teniendo en cuenta que si se compara el nivel de superación de los contenidos prácticos por parte de los estudiantes, en el curso actual con respecto al anterior, se puede considerar que el resultado del cambio de metodología es positivo. De este modo, se prevé que en el próximo curso académico se aplique la misma metodología pero con ligeras variaciones, en relación a los pesos que se asocian a las calificaciones.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albarelli, A., Bergamasco, F., Torsello, A. (2013). Learning Computer Vision through the development of a Camera-trackable Game Controller. F. Cipolla-Ficarra (Ed.), *Advanced Research and Trends in New Technologies, Software, Human-Computer Interaction, and Communicability*. (154-163) Hershey: IGI Global.
- Artner, N. M., Janusch, I., & Kropatsch, W. G. (2015). Evaluating and Grading Students in Large-Scale Image Processing Courses. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 35(5), 101-105.
- Bebis, G., Egbert, D., Shah, M. (2003). Review of computer vision education. *IEEE Transactions on Education*, 46(1), 2-21.
- Castillo, A., Ortigón, J. (2014). Virtual laboratory for digital image processing. *IEEE Latin America Transactions*, 12(6), 1176-1181.
- Cazorla, M., Viejo, D. (2015). JavaVis: An integrated computer vision library for teaching computer vision. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(2), 258-267.
- Chen, H. H., Lee, M. C., Wu, Y. L., Qiu, J. Y., Lin, C. H., Tang, H. Y., & Chen, C. H. (2012). An analysis of Moodle in engineering education: The TAM perspective. *In Proceedings of IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)*, H1C-1-H1C-5, Hong Kong.
- Garcia, I., & Duran, A. (2011). Structured analysis of alternative evaluation approaches of lab sessions in engineering education. *EUROCON - International Conference on Computer as a Tool (EUROCON)*, IEEE, 1-4, Lisbon.
- Garcia, R., & Gracias, N. (2012). Project-based learning as a motivating tool to teach computer vision. *Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, IEEE, 1-5.
- Gil, P., Pomares, J., Puente, S.T., Torres, F., Candelas, F., Ortiz, F.G. (2003) VISUAL: Herramienta para la enseñanza práctica de la visión artificial. *In Proceedings of the Workshop on Education and Practice in Artificial Vision*, 115-121.

- Gonzalez, Y., & Rocha, J. (2003). Some practical assignments in computer vision. *In Proceedings of the Workshop on Education and Practice in Artificial Vision* (101-104).
- Hassner, T., Bayaz, I. (2015). Teaching computer vision: bringing research benchmarks to the classroom. *ACM Transactions Computer Education*, 14(4), 22:1-22:17.
- Kingler, T. (2003) *Image Processing with LabVIEW and IMAQ vision*. Prentice-Hall.
- Morison, G., Jenkins, M.D., Buggy, T., Barrie, P. (2014). An implementation focused approach to teaching image processing and machine vision- from theory to beagleboard. *In Proceedings of 6th European Embedded Design in Education and Research*, 274-277. Milano. doi: 10.1109/EDERC.2014.6924403
- Pistori, H., Pereira, M. C., Alvarez, M. A., Qi, X. (2013). Open source tools and Project-based teaching as enablers of research experience in computer vision students. *In Proceedings of XLI Congresso Brasileiro de Educaçao em Engenharia*. September 23-26, Gramado, RS, Brazil.
- Radlak, K., Frackiewicz, M., Szczepanski, M., Kawulok, M., Czardybon, M. (2015). Adaptive Vision Studio- Educational Tool for Image Processing Learning. *In Proceedings of Frontiers in Education*, 32614 2015. IEEE (pp. 1-8). IEEE.
- Sage, D., Unser, M. (2003). Teaching image-processing programming in java. *IEEE Signal Processing Magazine*, 20(6), 43-52.
- Sebastian, J.M, García, D., Sánchez, F.M. (2003). Remote Access Education Based on Image Acquisition and Processing through the Internet. *IEEE Transactions on Education*, 46(1), 142-148.
- Whelan, P. F., Sadleir, R., Ghita, O. (2012). NeatVision: Development Environment for Machine Vision Engineers. Bruce G. Batchelor (Ed.). *Machine Vision Handbook*. (981-1029) Londres: Springer London.