



APRENDIZAJE COLABORATIVO DE LOS ESTUDIANTES. EXPERIENCIA EN LA ASIGNATURA "VISIÓN POR COMPUTADOR"

Vicente M. Arévalo Espejo

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática. Universidad de Málaga

varevalo@ctima.uma.es

Javier González Jiménez

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática. Universidad de Málaga

jgonzalez@ctima.uma.es

Palabras clave:

"Adaptación al EEES", "Experiencias en el aula", "Aprendizaje por competencias", "Uso del campus virtual"

Resumen:

En este trabajo se describe la experiencia de aprendizaje colaborativo desarrollada en la asignatura de "Visión por Computador" de la titulación "Ingeniero en Informática" de la Universidad de Málaga (UMA) el pasado curso académico. La experiencia se centró en el bloque práctico de esta asignatura y consistía en resolver colaborativamente un problema real mediante la utilización de un sistema de visión por computador. El objetivo era doble: lograr que el alumno pusiese en práctica los conocimientos adquiridos sobre los sistemas de visión por computador (competencias específicas) y desarrollase competencias transversales tales como planificar y conducir su aprendizaje; realizar trabajo individual y en equipo, coordinados; etc. Todo ello utilizando como soporte fundamental las utilidades de comunicación y edición proporcionadas por el Espacio Virtual de la Asignatura (EVA) alojado en Campus Virtual de la UMA. Los resultados que arroja el análisis del material producido (en forma de *eportfolio*) por cada grupo, las autoevaluaciones de los alumnos y la evaluación final realizada una vez concluida ésta son muy prometedores: un alto grado de satisfacción e implicación por parte del alumno, mejores resultados académicos (en comparación con cursos anteriores) y soluciones al problema planteado, en algunos casos, realmente creativas.

1. CONTEXTO DE LA ASIGNATURA

La asignatura "Visión por computador" forma parte del plan de estudios de la titulación "Ingeniero en Informática". Es una asignatura optativa de segundo ciclo incluida en una experiencia piloto de implantación de ECTS desarrollada en la ETSI de Informática de la Universidad de Málaga. Su carga lectiva es de 7.2 créditos (6+20% por tratarse de una experiencia piloto) que se reparten al 50% entre teoría y práctica. La metodología utilizada en cursos anteriores consistía en la impartición de clases magistrales, para el bloque teórico, y la realización de 8 prácticas obligatorias (en horario lectivo) y trabajos voluntarios sobre temas relacionados con la asignatura (en horario no-lectivo), para el bloque práctico.

En los últimos cursos académicos la asignatura ha venido contando, de media, con 15 alumnos matriculados, que se caracterizaban, por lo general, por una formación en lenguajes de programación de nivel medio-alto. Un pre-requisito, este último, imprescindible para abordar con éxito la experiencia colaborativa basada en problemas (ABP) que se pretendía implantar. Destacar, también, la gran motivación con la que los alumnos llegan, debida, en cierta medida, al uso cada vez más habitual de la visión por computador en campos tan variados como la industria automovilística, del videojuego, seguridad, etc. que la hace especialmente atractiva para el alumno.

Por último, la asignatura cuenta con un EVA en el campus virtual de la UMA (<http://www.cv.uma.es>) en el que se centraliza la gestión de contenidos (material de lectura, seminarios específicos, etc.), trabajos voluntarios, prácticas semanales, etc., además de proporcionar al alumno mecanismos para el intercambio de ideas (a nivel de grupo de trabajo y clase), consultas específicas sobre programación (foro técnico) y un foro de preguntas frecuentes (FAQs), que se ha venido construyendo con los aportes realizados por alumnos y profesores en cursos previos.

2. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje colaborativo pertenece a la clase de aprendizaje social donde la interacción intersujetos (intercambio de información entre los estudiantes) es prioritaria. En este tipo de aprendizaje el profesor controla y dirige el aprendizaje mediante el diseño de objetivos específicos que el alumno debe alcanzar, pero es éste el encargado de mejorar su propio aprendizaje (aprendizaje autónomo) y el de sus compañeros de grupo. En el aprendizaje colaborativo los estudiantes son responsables del gobierno de su grupo, siendo habitual los procesos democráticos [1][2].

Desde un punto de vista pedagógico, los beneficios del aprendizaje colaborativo son claros: en primer lugar, permite al alumno desarrollar una gran diversidad de competencias tanto específicas (por ejemplo, aspectos relacionados con el procesamiento y extracción automática de información de las imágenes) como generales (trabajo coordinado, búsqueda de información, etc.) [4]; en segundo lugar, este tipo de actividades resultan, en comparación con la metodología tradicional basada en clases magistrales, especialmente atractivas y motivadoras para el alumno, lo que redundará en unos mejores resultados académicos.

La experiencia colaborativa desarrollada en la asignatura "Visión por Computador" se centró en el bloque práctico y consistía en resolver colaborativamente un proyecto real mediante la utilización de un sistema de visión por computador. El problema era el mismo para todos los grupos y para su resolución, el grupo debía coordinarse con el fin de diseñar e implementar una aplicación software que se ajustase a los requisitos técnicos solicitados (ver sección 3.1). Para abordar esta tarea, los alumnos podrían utilizar el material de lectura proporcionado (alojado en el espacio virtual de la asignatura, ver figura 3) u otros que hayan podido obtener en sus tareas de documentación [6][8].

En este tipo de experiencias es habitual que la resolución colaborativa de un problema acabe convirtiéndose en un trabajo de grupo "clásico", en el que el problema se descompone en subproblemas que se reparten individualmente los miembros del grupo y que son resueltos de forma "no coordinada". Para garantizar que la experiencia se desarrollara adecuadamente se fijaron objetivos específicos (hitos) en las sesiones prácticas, insistiendo periódicamente en la idea de obtener una solución conjunta y articulando mecanismos en el EVA que permitieran el seguimiento del trabajo realizado por los distintos grupos [5].

Este cambio en la metodología de aprendizaje trajo consigo, como es natural, cambios en los criterios de evaluación, que pasaron a otorgar un mayor peso a este bloque en la calificación final del alumno, y en el formato y finalidad de las sesiones prácticas. Antes, el alumno debía realizar una serie de prácticas (8 en total) en las 2 h. semanales programadas para tal fin y realizar una memoria final que, finalmente, era lo que se evaluaba. Ahora, en las sesiones prácticas se realizan talleres específicos y se trabajan conceptos básicos mediante prácticas tutorizadas: 6 prácticas y 2 talleres sobre la *toolbox* de procesamiento y adquisición de imágenes de Matlab.

En este artículo se describe la experiencia colaborativa llevada a cabo en la asignatura "Visión por Computador" y se detallan algunas conclusiones relevantes derivadas del análisis de las autoevaluaciones de los alumnos y

evaluaciones realizadas por los profesores de la asignatura a la finalización de la misma.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia desarrollada se enmarca en el plan piloto de implantación de ECTS iniciado en la ETSI de Informática de la Universidad de Málaga con el fin de facilitar el proceso de convergencia hacia el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). El objetivo fundamental de la experiencia era el siguiente: lograr que el alumno asimile y ponga en práctica los conocimientos adquiridos sobre las distintas etapas que conforman una aplicación típica de un sistema de visión por computador (competencias específicas) y desarrolle las siguientes competencias generales:

- Defender un trabajo en público.
- Aportar soluciones originales.
- Planificar y conducir el propio aprendizaje.
- Buscar, seleccionar y valorar la información.
- Realizar trabajo individual y en equipo, coordinados.
- Resolver problemas cuya solución no deriva de la aplicación de un procedimiento estandarizado.

Este objetivo fundamental se tradujo, desde un punto de vista práctico, en lo siguiente: para superar el bloque práctico de la asignatura, el alumno debía desarrollar colaborativamente un sistema capaz de reconocer y clasificar objetos simples mediante un sistema de visión por computador.

La elección de este tipo de aplicación no fue arbitraria, en primer lugar, su interés práctico, el reconocimiento de objetos es una aplicación clásica de la visión por computador que se utiliza en multitud de ámbitos: industria (manipulación, inspección, etc.), robótica (navegación, manipulación, etc.), teleoperación (medicina, seguridad, etc.), automoción (conducción asistida, detección de peatones), etc.; en segundo lugar, requiere que el alumno trabaje y se documente sobre todas y cada una de las etapas que conforman un sistema real basado en visión; y en tercer lugar, tiene la suficiente entidad para poder sustituir el bloque práctico de la asignatura.

Para facilitar las tareas de comunicación entre los miembros del grupo así como el seguimiento de los proyectos se ha hecho un uso extensivo de las herramientas colaborativas, comunicación, generación de contenidos e informes que proporciona el EVA.

3.1. EL PROYECTO

Cada grupo de trabajo debía diseñar e implementar un sistema software capaz de reconocer objetos simples mediante una *webcam* conectada a un PC portátil. Los objetos podían ser de 6 tipos (ver figura 1): tornillo, arandela, chaveta, fusible, cartón "grapa" y cartón "petrus". Las dimensiones de las piezas rondan los 2x2 cm y para abordar su clasificación no se podía utilizar el color como descriptor.



Figura 1: Tipos de piezas.

De forma general, el sistema de reconocimiento de objetos debía comprender las siguientes etapas:

1. Visualización de un *streaming* de video y captura de imágenes.
2. Pre-procesamiento de la imagen. Dependiendo de la calidad de ésta: eliminación de ruido y/o realce.
3. Segmentación automática del objeto en la imagen. Para lo que se puede utilizar cualquiera de las técnicas descritas en el material de clase.
4. Extracción de características. Se recomienda que las características consideradas sean lo más distintivas posible.
5. Diseño de un clasificador bayesiano. Empleando los distintos objetos de entrenamiento, construir la función distribución de probabilidad (f.d.p.) de cada clase (debía suponer probabilidades a priori iguales para cada clase de objeto).
6. Comprobar la eficacia del clasificador con una batería de pruebas.

La configuración del sistema de visión que tenían que utilizar es el mostrado en la figura 2. Una cámara de bajo coste (*webcam*) colocada sobre un área de trabajo de color blanco conectada a un PC mediante USB. La cámara se podía

mover con libertad, pero siempre perpendicular a ésta, con lo que el *tamaño* y *orientación* de las piezas podía variar de una imagen a otra.

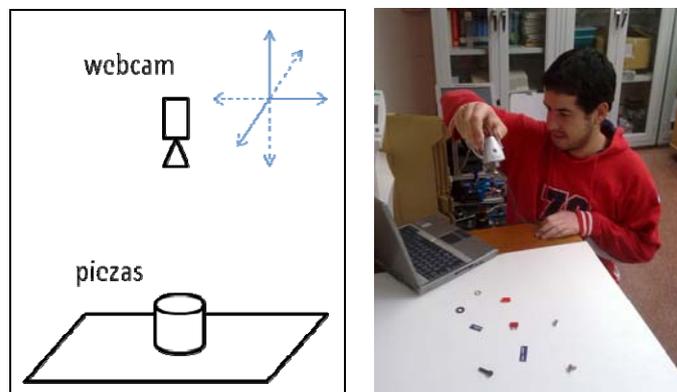


Figura 2: Configuración de trabajo.

3.2. SEGUIMIENTO

Cada grupo disponía de una wiki en el espacio virtual de la asignatura que utilizaban a modo de portafolio [3] (*ePortafolio*), en el que debían incluir, además de la información que estimasen oportuna, de forma obligatoria lo siguiente:

- Un desglose inicial de las tareas de las que consta el proyecto (planificación). Este desglose debía ser lo más realista posible. Para cada tarea se debe indicar su duración y, a su finalización, los resultados obtenidos.
- Recursos utilizados a lo largo del proyecto: técnicas utilizadas en las distintas etapas del proceso y resúmenes de las mismas si no se han estudiado en clase, software utilizado y procedencia (sino es original), resultados preliminares, etc.
- Por último, con objeto de facilitar el seguimiento de los trabajos realizados, también debía incluir actas de cada reunión de trabajo, etc.

Las aportaciones del *ePortafolio* se revisaban quincenalmente con objeto de controlar la evolución de los distintos grupos, reconducir, si era necesario, su desarrollo y detectar posibles problemas internos. Dado el reducido número de grupos estables que se crearon el curso pasado (4 en total), se aprovecharon las sesiones prácticas para resolver dudas o analizar los problemas surgidos durante la semana, para lo cual se realizaban tutorías grupales de aproximadamente 20 minutos.

Por último, cada grupo de trabajo disponía de un *foro* en el EVA para facilitar el

intercambio de ideas y comentarios, organizar el trabajo, coordinarse, etc. Los profesores de la asignatura también tenían acceso a los contenidos generados en los foros grupales con el fin de supervisar los contenidos vertidos y reconducir los hilos si era necesario. Este *foro* también fue el mecanismo que se estableció para realizar las consultas relativas al trabajo fuera del horario de tutoría.

3.3. EVALUACIÓN

La evaluación del trabajo se centró fundamentalmente en aspectos técnicos de la solución aportada (competencias específicas), aunque también se evaluaron aspectos relacionadas con el desarrollo de competencias transversales [7]. A continuación se enumeran los elementos considerados en la evaluación del trabajo:

- **Calidad del portafolio presentado.** Presentación, rigurosidad y claridad de las explicaciones, nivel de detalle, etc.
- **Corrección del trabajo.** El sistema debe realizar correctamente la tarea para la que ha sido diseñado. Se valoró el hecho de que el sistema fuese capaz de reconocer objetos en tiempo real.
- **Eficiencia de la solución.** Entendiendo por eficiencia, el tiempo empleado en realizar la tarea para la que el sistema ha sido diseñado.
- **Planificación del trabajo realizado.** Desglose de las tareas, asignación de recursos, grado de cumplimiento de las mismas, etc.
- **Defensa pública del trabajo.** El grupo debía realizar una pequeña exposición oral en la que presentara: la planificación realizada, número de técnicas probadas y justificación de la solución escogida, resultados obtenidos, así como una pequeña demostración "en vivo" del sistema desarrollado.

Los criterios de evaluación fueron entregados a cada grupo en la primera sesión práctica y estuvieron disponibles en el EVA durante todo el cuatrimestre. En este documento también se detallaba pormenorizadamente el problema que debían resolver, la información que debían incluir el portafolio, temporización de las sesiones prácticas, la fecha de presentación del trabajo y como se realizaría el seguimiento su trabajo grupal e individual.

Por último, con el fin de detectar "getas" se analizaron las contribuciones individuales de cada alumno al *eportafolio*, *posts* enviados al foro del grupo, participación en las tutorías grupales que tenían lugar en las sesiones prácticas, etc. En caso de que se detectara algún "posible candidato" el resto de compañeros de grupo eran interpelados en relación con este asunto.

The screenshot shows a web interface for a virtual course. The main content area is titled "VISIÓN POR COMPUTADOR Curso 2009/2010" and lists contact information for Javier González and Vicente Arévalo. On the right, there is a calendar for February 2011 and a "Novedades" (News) section with several entries. On the left, there are navigation menus for "Personas", "Actividades", "Buscar en los foros", "Administración", and "Mis asignaturas".

Annotations on the right side of the image point to specific elements:

- FAQs**: Points to the "PREGUNTAS FRECUENTES" section (item 2).
- Foros del grupo y documentación del proyecto**: Points to the "PROYECTO DE CLASE" section (item 4).
- Software de demostración**: Points to the "MATERIAL DE VISIÓN" section (item 6).
- Software específico**: Points to the "SOFTWARE en la web:" section (item 7).
- Recursos complementarios**: Points to the "RINCÓN MATEMÁTICO para Visión:" section (item 8).

Figura 3: Espacio virtual de la asignatura "Visión por Computador".

3.4. RECURSOS DOCENTES

Para realizar el trabajo, cada grupo podía utilizar el material aportado por el profesor o cualquier otro disponible en la bibliografía y/o lecturas recomendadas, artículos de revistas especializadas, recursos localizados en la red, etc. Para asegurar que los alumnos trabajaban los conceptos y técnicas utilizadas en su aplicación, esto es, no se limitaban a copiar código de terceros, los alumnos debían describir éstas en el *eportfolio* y exponerlas brevemente al profesor en tutoría y al resto de grupos el día de la presentación. La figura 3 muestra una instantánea del EVA, en ella se puede observar parte de la documentación proporcionada al alumno y las herramientas software puestas a su disposición: aplicaciones de demostración, librerías para el procesamiento de imágenes, *toolboxes* de Matlab, etc.

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES FINALES

Para evaluar los resultados de la experiencia se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: a) los resultados académicos obtenidos en el bloque práctico en comparación con cursos anteriores; y b) los resultados obtenidos en una encuesta anónima que se pasó al alumnado una vez presentados los trabajos. En esta encuesta se preguntaba por su grado de satisfacción, la relación con el resto de miembros del grupo (problemas surgidos, relación personal, etc.), grado de cumplimiento de sus expectativas, observaciones, etc. También se les pedía una valoración, lo más objetiva y crítica posible, sobre los conocimientos adquiridos. Por último, para obtener una visión más general de la experiencia se realizó un diario con lo observado en clase y en el material producido por cada grupo en las sesiones prácticas.

Los resultados de la encuesta se ajustan, en cierta medida, a lo esperado: los alumnos valoraron muy positivamente la experiencia, haciendo especial hincapié en su enfoque práctico. Destacar el hecho de que, en su opinión, habían aprendido más que con las típicas prácticas, si bien, la gran mayoría de ellos coincidieron en que la experiencia les había producido cierto "agobio" y que, en general, habían tenido que trabajar mucho. Los resultados de nuestros análisis no se alejan demasiado de lo que reflejan las encuestas. Objetivamente, el interés, motivación e implicación de los alumnos era mucho mayor que el observado en cursos anteriores, enviaban enlaces con videos de aplicaciones reales al foro de la asignatura, investigaban sobre técnicas que no se habían estudiado en clase y las soluciones aportadas fueron, en algunos casos, realmente novedosas y creativas.

Entre los aspectos negativos, pudimos apreciar cierto bajón de actividad a mediados de cuatrimestre: asistían a las prácticas tutorizadas, pero no se

observaba trabajo fuera del horario lectivo. Información que pudimos obtener del análisis del histórico de cambios del *eportafolio* y de su grado de participación en los foros. Este bajón se puede atribuir, en cierta medida, a la sobrecarga de actividades paralelas y a una bajada, hasta cierto punto lógica, en la motivación inicial. A medida que se acercaba la fecha de presentación de los trabajos se produjo un repunte en la actividad que se mantuvo hasta el final.

Respecto al grado de cumplimiento de los objetivos iniciales, y a la vista de los trabajos entregados y el material generado en el EVA, se puede afirmar que la mayoría de los grupos desarrollaron las competencias específicas y generales objetivo de la experiencia. Aunque en algún caso, competencias generales tales como la coordinación entre miembros o la búsqueda y selección de información no se desarrollaron correctamente, ya que acabaron repartiéndose el trabajo como un trabajo en grupo "clásico" o se limitaron a implementar las técnicas descritas en el bloque teórico. Situaciones que quedaron reflejadas en los informes de actividad de la plataforma y en el *eportafolio*.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bruffee, K. A. (1999), "Collaborative Learning: Higher Education, Interdependence, and the Authority of Knowledge" (2nd Ed.). Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- [2] Escribano, A. (1995), "Aprendizaje Cooperativo y Autónomo en la Enseñanza Universitaria". Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica, Vol 13, pp. 89-102.
- [3] Escribano, A. y Rojas, P. (2004), "El Portafolio y el Pensamiento Constructivo en la Evaluación del Aprendizaje Universitario", Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria, Alicante.
- [4] Exley, K. y Dennis, R. (2007), "Enseñanza en Pequeños Grupos en Educación Superior. Madrid: Narcea.
- [5] Gallego, J. (2001), "Internet: Estrategias para una Innovación Educativa", Actas I Congreso Nacional de Educared. Madrid.
- [6] Morales, P. y Landa, V. (2004), "Aprendizaje Basado en Problemas. Problem – Based Learning", *Theoria*, Vol. 13. pp. 145-157.
- [7] Sánchez, M. y González, A. (2004), "Herramientas de Soporte a la Evaluación Docente basadas en Tecnologías Web". X Jornadas de Educación Universitaria de la Informática. Alicante.
- [8] Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid (2008), "Aprendizaje Basado en Problemas". Guías Rápidas sobre Nuevas Metodologías. Universidad Politécnica de Madrid.