



Universidad de Alicante

Investigación y Propuestas Innovadoras de Redes UA para la Mejora Docente

Coordinadores

José Daniel Álvarez Teruel
María Teresa Tortosa Ybáñez
Neus Pellín Buades

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-617-3914-1

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Investigación en metodologías de aprendizaje para grupos ARA en la materia de arquitectura de computadores

J. Azorín¹, J. García¹, A. Jimeno¹, H. Mora¹, F. Pujol¹, J.L. Sánchez¹, M. Saval¹, S. Orts¹, V. Morell², A. Rizo³

¹*Dpto. Tecnología Informática y Computación*

²*Dpto. Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial*

Universidad de Alicante

³*I.E.S. Mare Nostrum - Alicante*

RESUMEN (ABSTRACT)

La enseñanza en inglés es uno de los retos a los que se está enfrentando actualmente la universidad española. La Universidad de Alicante ofrece a través de los grupos de Alto Rendimiento Académico (ARA) parte de la docencia de los estudios de grado en inglés. El objetivo principal de esta red es la de consolidar y ampliar la investigación realizada en metodologías de aprendizaje para grupos ARA en la materia de arquitectura de computadores. En consecuencia, se pretende ampliar los materiales docentes en inglés en relación con la enseñanza de asignaturas relacionadas con la materia en estos grupos de alto rendimiento. Estas asignaturas son impartidas por varios miembros de la red en diferentes cursos de los Grados de Ingeniería Informática y de Ingeniería en Sonido e Imagen en Telecomunicación. Como caso práctico, se ha continuado con la investigación en la asignatura Arquitectura de Computadores del Grado de Ingeniería Informática. Para ello, se han elaborado nuevos materiales para prácticas que permiten la participación activa y el trabajo en equipo. Cada uno de los materiales propuestos está diseñado dentro del marco metodológico implementado en la asignatura, relacionado con la consecución de objetivos y competencias, y con la evaluación de la misma.

Palabras clave: Diseño de materiales docentes, adquisición de competencias, enseñanza de los computadores, nuevas tecnologías, arquitectura de computadores

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la cuestión.

La corriente de armonización de los sistemas de educación superior europeos tiene su inicio en la declaración conjunta de los ministros de enseñanza superior de Francia, Alemania, Italia y Reino Unido realizada en Sorbona en 1998. Esta declaración fue suscrita posteriormente por España que se incorporó a sus debates en 1999. Ese año, los ministros europeos de educación reunidos en Bolonia realizaron una declaración conjunta: la declaración de Bolonia. En ella se recogieron los planteamientos hacia la creación de ese espacio europeo común de enseñanza superior, (Espacio Europeo de Educación Superior, EEES), en el que se destacó el papel central de las universidades en el desarrollo de las dimensiones culturales europeas.

Este proceso de cambio iniciado en el año 1999 ha condicionado el desarrollo y la gestión de las diferentes universidades europeas a día de hoy. Independientemente de los planes de estudios previos a la incorporación del EEES, todas las universidades europeas se han enfrentado a una infinidad de desafíos que a día de hoy aún están siendo solucionados. Entre los desafíos se encuentra la docencia universitaria utilizando varias lenguas para que los estudiantes de los distintos países de la UE puedan tener una lengua común, como el inglés, y el aprendizaje de las lenguas en las que se ubica cada universidad, como el castellano y el valenciano en la Universidad de Alicante. Los grupos de Alto Rendimiento Académico (ARA), que imparten parte de su docencia en inglés, reflejan el esfuerzo realizado por las autoridades competentes en la implantación del plurilingüismo en el ámbito universitario. En nuestro caso, la oferta de las asignaturas se ofrece en castellano, valenciano e inglés.

1.2 Revisión de la literatura.

La incorporación de las universidades europeas al EEES ha hecho que estas compartan un marco en el que desarrollarse conjuntamente. Esta acción forma parte de un proceso superior denominado globalización. Según Jarillo Aldeanueva, se trata de un proceso dinámico y policéntrico, dentro del cual las sociedades están incrementando mutuamente las relaciones de todo tipo, con el resultado de un mundo interconectado con la progresiva desaparición de las fronteras de los Estados (Jarillo Aldeanueva, 2001). Independientemente de las ventajas e inconvenientes, el Instituto *Lifelong*

Learning de la Universidad Tecnológica de Helsinki (Markkula & Dipoli, 2006) identificó en este proceso de globalización varias tendencias:

- El mercado de trabajo es cada vez más global.
- Cada vez más, las empresas se basan en la gestión de su conocimiento. El trabajo basado en el conocimiento tiende a ser multidimensional y a través de redes de conocimiento.
- Las políticas europeas en educación e investigación tienen cada vez más impacto en los países miembro de la UE.
- Las diferencias crecen ya que, en numerosos sectores, los resultados se basan en la excelencia, calidad, especialización e innovación.
- La innovación es uno de los pocos mercados emergentes. La aplicación de las tecnologías y de la innovación son cada vez más importantes para alcanzar el éxito.
- Las fuentes de información abiertas se utilizan cada vez más en la enseñanza y el aprendizaje.

Estas tendencias marcadas por el desarrollo tecnológico, económico e industrial fuerza a que las universidades jueguen un nuevo papel. Los individuos y las sociedades se desarrollarán con éxito sólo si existe un sistema de desarrollo profesional conjunto (Ayuga Téllez & González García, 2008). En este marco, las competencias de trabajo en grupo y del dominio de la lengua inglesa son fundamentales para los egresados de las universidades de la UE.

El trabajo en grupo resulta especialmente importante para cubrir con garantías las tendencias del mercado globalizado en el que la generación de conocimiento es cada vez más una tarea grupal y no individual. Este debe fomentarse y aprenderse desde las etapas tempranas del aprendizaje personal. De hecho, se trata de una competencia transversal prioritaria en el nuevo marco EES (Echazarreta, Prados, Poch, & Soler, 2009). Las asignaturas deben fomentar el trabajo en grupo, diseñando actividades docentes expresas para el grupo ya que presentan múltiples aspectos positivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según Sagredo et al., las formas colaborativas y cooperativas resultan eficaces y enriquecedoras desde el punto de vista educativo puesto que optimizan el trabajo dentro del grupo, obligando a los integrantes a que se repartan las funciones dentro de la dinámica grupal y no sólo el trabajo a realizar (Sagredo Santos, Rábano Llamas, & Arroyo Vázquez, 2009). En el contexto en que nos encontramos, de adaptación a los nuevos métodos de enseñanza, el diseño de las

actividades docentes debe realizarse de forma meditada y utilizando recursos didácticos que fomenten actitudes positivas de los estudiantes y su implicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Formigós Bolea et al., 2013).

En cuanto a la competencia de la lengua inglesa, se trata de una competencia transversal en los nuevos planes de estudio marcados por el EEES. De hecho, la Universidad de Alicante marca como *competencias en un idioma extranjero*, una competencia básica transversal de la UA (Web-GII, 2014) que se ha implantado en todos los grados que se ofrecen. La competencia en el idioma extranjero, se ha convertido de facto en la del idioma inglés dado que se trata de una lengua ampliamente utilizada por todo el mundo y es el idioma principal del discurso internacional. Además es una de las lenguas oficiales de la UE e idioma fundamental de todos los aspectos comunitarios.

Desde hace más de 20 años, la UA ofrece de forma consolidada formación bilingüe en valenciano y castellano. La formación multilingüe, incluyendo el idioma inglés, es mucho más reciente. En el curso académico 2010/2011, la Conselleria d'Educació puso en marcha, en colaboración con las universidades públicas valencianas, los denominados grupos de Alto Rendimiento Académico (ARA). Los grupos ARA, pretenden reforzar el potencial de los alumnos más destacados desde el inicio de sus estudios universitarios ofreciendo parte de la docencia en inglés, además de una serie de ayudas y beneficios para su formación.

Según la Conselleria (Web-CECE, 2014), los grupos de ARA tienen las siguientes características:

- Grupos con número de estudiantes óptimo en primer curso de la titulación.
- Docencia de créditos básicos de la titulación, impartida en inglés.
- Profesorado altamente cualificado con un mínimo de dos sexenios de investigación en el caso de Catedráticos/as de Universidad, y de un sexenio en el caso de Titulares de Universidad.

Con este principal objetivo, la Universidad de Alicante y la Conselleria d'Educació, Cultura i Esport de la Generalitat Valenciana, subscriben anualmente el correspondiente convenio que determina las condiciones, características y ayudas que rigen su funcionamiento tanto para el alumnado como para el profesorado. Conviene destacar que el alumnado, si no lo tiene acreditado previamente, tendrá que acreditar, necesariamente el nivel B2 en inglés al finalizar el primer curso. Además de los grupos

ARA algunas titulaciones ofrecen algunas asignaturas vehiculadas en inglés (Servicio de lenguas y Cultura, 2013).

Las ventajas de formar parte de un grupo ARA se pueden resumir en las siguientes:

- Mención de esta pertenencia en el suplemento europeo al título.
- Criterio preferente para acceder a ayudas para la formación del personal investigador en sus diversas modalidades.
- Criterio preferente para bolsas Erasmus.

Por lo que respecta a nuestra universidad, en la Universidad de Alicante ha habido grupos ARA en el Grado de Ingeniería Informática y en los Grados de Derecho, Biología y en Ingeniería de Sonido e Imagen.

1.3 Propósito.

En esta red de investigación, el objetivo principal es el de investigar en metodologías de aprendizaje para grupos ARA en la materia de arquitectura de computadores. En este trabajo se han desarrollado materiales docentes en inglés en relación con la enseñanza de asignaturas relacionadas con la materia en estos grupos de alto rendimiento. Concretamente, se muestra el trabajo realizado en la asignatura Arquitectura de Computadores de 2º curso del Grado de Ingeniería Informática que imparte docencia en inglés, valenciano y castellano. Se han elaborado nuevos materiales para prácticas que permiten la participación activa y el trabajo en equipo. Cada uno de los materiales propuestos está diseñado dentro del marco metodológico implementado en la asignatura, relacionado con la consecución de objetivos y competencias, y con la evaluación de la misma.

2. METODOLOGÍA

2.1. Descripción del contexto y de los participantes

El contexto en el que se enmarca esta red de investigación es el que proporciona la Escuela Politécnica Superior (EPS) de la Universidad de Alicante. La EPS es un centro de enseñanzas técnicas que imparte 7 titulaciones de grado en Arquitectura (Arquitectura y Arquitectura Técnica) e Ingeniería (Ingeniería Civil, Ingeniería Informática, Ingeniería Multimedia, Ingeniería en Sonido e Imagen en Telecomunicación e Ingeniería Química) y 13 titulaciones de máster relacionados con

las titulaciones de grado (Web-EPS, 2014). Se trata por tanto de un centro en el que, más si cabe, los estudiantes necesitan ser competentes en el trabajo en grupo y en el manejo de la lengua inglesa para afrontar los retos asociados a las tendencias que impone la globalización. El nuevo papel que tienen que jugar las universidades, exige de la incorporación de nuevos modelos educativos con el objetivo de que el aprendizaje se centre en el alumno y no en el profesor, pues cada estudiante es diferente y tiene necesidades particulares, estrategias diferentes de aprendizaje, procesos cognoscitivos y niveles de representación distintos (Badillo, 2006; Lozano Díaz, 2004; Sobrino López, 2013). Así pues, desde que se formó la red de investigación en el curso anterior, el conjunto de los miembros del equipo investigador se ha venido reuniendo de manera periódica, con el objetivo de unificar criterios y adoptar soluciones comunes sobre:

- a) Diseño de materiales adecuados, en lengua inglesa, para los alumnos de los grupos ARA que cursan materias de arquitectura de computadores en los grados en Ingeniería Informática y en Ingeniería de Sonido e Imagen.
- b) Objetivos y normas de evaluación de cada uno de los materiales diseñados.

En estas reuniones se han planteado y discutido temas que han aportado una visión y un conocimiento de las peculiaridades particulares, enriqueciendo los documentos que se han generado, tras una profunda reflexión sobre cómo enfocar los distintos objetivos propuestos.

En cuanto al alumnado, la siguiente tabla muestra la progresión de alumnos matriculados en primer curso del grupo ARA para las titulaciones mencionadas:

Tabla 1 Evolución del alumnado matriculado en 1^{er} curso del grupo ARA

	Curso 2010-2011	Curso 2011-2012	Curso 2012-2013	Curso 2013-2014
GI^I	17	19	26	20
GI^{SI}^{II}	No se impartió	5	20	20

Por otro lado, se constata un incremento del número de alumnos extranjeros matriculados en los grados que ofrece la EPS de la Universidad de Alicante (ver Tabla 2).

Tabla 2 Evolución del alumnado matriculado en los grados de la EPS de la UA

	Curso 2010-2011	Curso 2011-2012	Curso 2012-2013	Curso 2013-2014
Españoles	1607	2442	2944	3176
Extranjeros	102	160	195	239

Con todo ello, pasamos a analizar cómo se ha implementado la investigación en nuestra red.

2.2. Materiales

Como hemos comentado con anterioridad, vamos a centrarnos en el caso de la asignatura Arquitectura de los Computadores del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante (Web-GII, 2014). En (Pujol et al., 2013) se puede encontrar información más extensa del planteamiento de la asignatura. A continuación, resumiremos las principales características del mismo.

La asignatura Arquitectura de los Computadores constituye una de las materias primordiales en relación al estudio de las arquitecturas de computadores y, junto con Fundamentos de los Computadores y Estructura de los Computadores, completa los aspectos de teoría, abstracción y diseño del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores. Por otra parte, la asignatura actúa como puente introduciendo las arquitecturas avanzadas, cuyos contenidos serán consolidados en la asignatura de tercer curso Ingeniería de los Computadores y en otras de carácter optativo fundamentalmente de la especialización en Ingeniería de Computadores. El perfil de la asignatura Arquitectura de Computadores se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3 Perfil de Arquitectura de los Computadores

Arquitectura de los Computadores	
Carácter	Obligatoria
Carga docente	6 créditos ECTS
Curso	Segundo (segundo cuatrimestre)
Contenido	Conceptos y modelos. Evaluación del rendimiento del computador. Diseño del repertorio de instrucciones. Paralelismo a nivel de instrucción. Segmentación. Rendimiento de memoria y entrada/salida
Duración	Cuatrimestral (15 semanas)
Programación	2 h/sem de teoría + 2 h/sem de prácticas
Áreas de conocimiento	Arquitectura y Tecnología de Computadores.

De las competencias y objetivos presentados en el plan de estudios del Grado (Web-GII, 2014), se extrae que como objetivo general, esta asignatura persigue que los estudiantes conozcan y consoliden aspectos fundamentales del análisis, el diseño y la implementación de arquitecturas secuenciales clásicas, las mejoras inmediatas dentro de dicho paradigma clásico, así como la existencia de arquitecturas alternativas. Como método de trabajo básico, se establece un conjunto de herramientas y parámetros que permiten al alumno estudiar y analizar con mayor profundidad y rigor las opciones arquitectónicas, combinando los aspectos abstractos y genéricos con el estudio de implementaciones concretas.

Los contenidos generales propuestos para la asignatura Arquitecturas de los Computadores se han seleccionado a fin de lograr los objetivos propuestos estando coordinados armoniosamente con el resto de las asignaturas del mismo curso y de los anteriores y posteriores relativas a las arquitecturas de computadores. El programa de prácticas propuesto permite facilitar la comprensión de los conceptos sobre arquitecturas de computadores introducidos en clase de teoría y dotar al alumno con las habilidades y actitudes necesarias que se marcan como objetivo en la asignatura. El programa de prácticas está formado por un proyecto en grupo y 2 prácticas individuales. En la Tabla 4 se muestra la planificación temporal de cada una de ellas.

Tabla 4 Planificación temporal de los contenidos de prácticas de AC.

Práctica	Título	Horas presenciales	Horas no presenciales
1	Proyecto de evaluación del rendimiento	20	24
2	Comparación de la ejecución de una rutina en una arquitectura CISC y en una arquitectura RISC	8	5
4	Parámetros de la memoria caché. Análisis de incidencia sobre el rendimiento	2	1
Total		30	30

Antes de mostrar los resultados de nuestra investigación, debemos resaltar que la asignatura de Arquitectura de los computadores cuenta con un grupo de Alto Rendimiento Académico (ARA) de teoría y otro de prácticas. Actualmente, han sido tres los cursos donde se ha impartido un grupo ARA. Se trata de un grupo reducido donde es posible realizar un seguimiento más personalizado al alumno. Por tanto, la experiencia en este grupo acumula tres cursos académicos y a un total de 37 alumnos (ver Tabla 5).

Tabla 5 Evolución del alumnado del grupo ARA de AC.

Curso	Número de alumnos
2011/2012	7
2012/2013	15
2013/2014	15
Total	37

Las competencias, objetivos y contenidos que se imparten no difieren entre los diferentes grupos de valenciano, castellano y grupo ARA (en inglés). Sin embargo en el grupo ARA, se refuerzan ciertos objetivos cognitivos, pero sobre todo, instrumentales y actitudinales. Dado que el alumno del grupo ARA cuenta con un nivel de inglés B2. La experiencia docente demuestra que, en general, los alumnos tienen unas competencias adecuadas en el idioma que les permite seguir las clases de manera adecuada y que les permite intervenir en clase de manera satisfactoria. Por tanto, se fomenta el dominio y la utilización de la terminología usual y el lenguaje propio de la materia en inglés tanto de forma oral como escrita a través de la entrega de trabajos y de exposiciones de los mismos en el aula.

2.3. Procedimientos.

En esta sección describiremos el material práctico diseñado, para los alumnos de los grupos ARA que cursan la asignatura Arquitectura de computadores como resultado de la red de investigación. También se mostrarán los objetivos y las normas de evaluación del material diseñado. El material consta de una práctica a realizar en grupo cuyo objetivo es la evaluación y el análisis del rendimiento de diferentes arquitecturas de computadores. Concretamente, el alumno debe ser capaz de:

- Realizar programas de prueba para evaluar aspectos concretos del computador.
- Usar bancos de prueba de tipo estándar para realizar estudios de evaluación.
- Elaborar e interpretar informes de resultado sobre las pruebas realizadas a los sistemas.

En todo momento se persiguen también los siguientes objetivos actitudinales:

- Apreciar la importancia de la optimización de distintos componentes de la arquitectura del computador para la mejora del rendimiento.

- Desarrollar el espíritu crítico a la hora de evaluar el rendimiento de un sistema computador siguiendo criterios objetivos.
- Capacidad de integrarse en grupos de trabajo inmersos en tareas de análisis y diseño.
- Capacidad de esfuerzo en la búsqueda de soluciones y de aprendizaje autónomo.

Por supuesto y dado que el alumno recibe toda su docencia en inglés, el objetivo es que maneje la terminología inglesa asociada al ámbito de las arquitecturas de computadores.

2.3.1 Plan de trabajo

En cuanto al desarrollo de la práctica, se plantea la elaboración de un proyecto para la evaluación del rendimiento de computadores de escritorio. El proyecto se realiza en grupos formados por 4 o 5 miembros. Cada uno de los grupos debe realizar un informe de evaluación y análisis comparativo de al menos 6 computadores con diferentes características en cuanto al procesador y sistemas de memoria caché y principal. En el informe se debe proporcionar una valoración tanto cuantitativa como cualitativa, explicando con un alto grado de detalle el proceso seguido y el razonamiento que ha llevado a la elaboración de las conclusiones finales.

Tabla 6 Planificación temporal de los etapas del proyecto de AC.

Fase	Título	Horas presenciales	Horas no presenciales
1	Estudio previo	2	1
2	Desarrollo de dos programas de evaluación del rendimiento	4	8
3	Implementación de una rutina para comparación de arquitecturas SISD y SIMD	6	8
4	Evaluación del rendimiento de arquitecturas GPGPU	6	6
5	Evaluación del procesamiento de arquitecturas PC convencionales	2	1
Total		20	24

El proyecto consta de cinco partes donde para cada una de ellas se establece un director de grupo, un secretario, y un controlador que irá rotando en cada una de las fases del proyecto. El director del grupo debe tomar la iniciativa en la organización de la fase. El secretario debe tomar notas de las conclusiones de cada uno de los pasos de diseño y se encarga de llevar una carpeta de proyecto (portfolio) ordenada con el material generado, consultado, notas de reuniones, etc. Por último, el controlador se

debe encargarse de que se cumplan los tiempos establecidos. El objetivo es que el alumno tome un rol en el proyecto y que el trabajo en grupo no sea una mera división de tareas. En la Tabla 6 se muestran las fases del proyecto junto con su distribución temporal.

Para cada una de las partes del proyecto, se le proporciona al grupo información específica mediante anexos que le permita desarrollar la parte propuesta. A continuación, explicamos con más detalle el plan de trabajo a realizar en el proyecto en grupo.

F-I. Estudio previo

El objetivo de esta fase es que el grupo sea capaz de utilizar fuentes de información disponibles a través de Internet y que sea crítico a la hora de analizar la fuente y el contenido de información. Para ello, cada grupo debe recopilar toda la información posible sobre qué es el rendimiento de los computadores, cómo y con qué programas se evalúa esa variable y cómo deberían presentarse los resultados de evaluación. La información puede proceder de los materiales de la asignatura, bibliografía básica y recomendada de la asignatura, artículos científicos, páginas web, etc. En particular es interesante localizar: cuáles son las métricas del rendimiento; qué tipos de programas se utilizan; cuáles son los *benchmarks* más utilizados y qué intentan evaluar cada uno; y finalmente, cómo deben presentarse los resultados de forma comparativa.

F-II. Desarrollo de dos programas de evaluación del rendimiento

El grupo debe conocer y extrapolar conceptos analizados en las clases teóricas para diseñar e implementar dos programas de evaluación del rendimiento.

El primero consiste en un *benchmark* reducido. Cada grupo debe establecer un objetivo del *benchmark* que vaya a implementar, de forma que se debe especificar el propósito concreto del mismo, incluyendo además unos resultados que deben estar perfectamente predeterminados (o bien esperados) y repetibles. Las especificaciones que debe cumplir el *benchmark* son: por una parte, que sea capaz de utilizar exhaustivamente el repertorio de instrucciones de la máquina, ejecutando de modo dinámico un elevado número de las mismas con un tiempo de ejecución alto (a ser posible, del orden de segundos); por otra parte, dicho programa debe poseer un número reducido de instrucciones estáticas.

El segundo programa es un *benchmark* sintético. Se pretende que el grupo desarrolle la estructura de un programa de prueba sintético. Concretamente, se debe

implementar un procedimiento que trate de simular la frecuencia media de operaciones para un conjunto de tamaño elevado de programas de aplicaciones cotidianas. Para ello, se debe crear y proporcionar como especificación un perfil medio de ejecución, que corresponda al de la frecuencia de las instrucciones ejecutadas de forma dinámica en un programa modelo. El programa debe lograr tales frecuencias y ejecutar un elevado número de instrucciones del procesador x86. Se permite utilizar otros tipos de instrucciones por motivos de diseño del programa, siempre procurando que la cantidad no sea significativa en el recuento total.

F-III. Implementación de una rutina para comparación de arquitecturas SISD y SIMD

Con el objetivo de comparar dos tipos de arquitecturas, en concreto SISD y SIMD, según la taxonomía de Flynn, y para conocer con detalle el repertorio de instrucciones de una arquitectura CISC; se pide que el grupo desarrolle una rutina empleando el repertorio de instrucciones de los últimos procesadores de Intel y AMD. Estos procesadores contienen una serie de instrucciones específicas para tratamiento de vectores de datos enteros denominadas SSE, junto con unos registros asociados.

Para ello, se pretende la realización de una rutina por parte del grupo, en primer lugar en lenguaje C, en segundo lugar en lenguaje ensamblador x86 genérico y, finalmente, nuevamente en ensamblador pero incorporando instrucciones SSE. El grupo debe realizar distintas pruebas que proporcionen unos resultados en forma de gráficas sobre el tiempo de ejecución, en las que se pueda observar la optimización realizada por el compilador utilizado, así como la ganancia que supone la utilización de la tecnología SSE basada en el paradigma SIMD.

F-IV. Evaluación del rendimiento de arquitecturas GPGPU

En esta fase, el objetivo que se persigue es poder comparar las arquitecturas SIMD de la fase III con las nuevas arquitecturas GPGPU. Se analizan los conceptos de *General-Purpose Computing on Graphics Processing Units* y de CUDA (*Compute Unified Device Architecture*). Se pretende que el alumno conozca la arquitectura y la programación de las nuevas GPUs para dotarlo de conocimiento y de habilidades de los actuales sistemas informáticos utilizados tanto en sistemas de escritorio como de sistemas de supercomputación que permiten unas altas prestaciones y rendimiento.

Concretamente, se pretende el estudio y la realización de una rutina, en primer lugar en lenguaje C, en segundo lugar en lenguaje ensamblador 8086 genérico,

nuevamente en ensamblador pero incorporando instrucciones SSE y finalmente en lenguaje incorporando CUDA. El grupo debe realizar distintas pruebas que proporcionen unos resultados en forma de gráficas sobre el tiempo de ejecución, en las que se pueda observar la optimización realizada por el compilador utilizado así como la ganancia que supone la utilización de la tecnología CUDA.

F- V. Evaluación del procesamiento de arquitecturas PC convencionales

En esta última fase, cada grupo evaluará el rendimiento de diferentes máquinas utilizando los benchmarks de SPEC CPU para la evaluación del procesador.

2.3.2 Elaboración de informes

En el proyecto se hace hincapié en la memoria que describe el mismo. El objetivo es que los alumnos sean competentes a la hora de analizar de manera adecuada el desarrollo del proyecto y de formular adecuadamente los resultados obtenidos. Se pide, por supuesto, que la redacción del trabajo sea en inglés. Además se propone una exposición oral en cada una de las partes del proyecto que se realiza en el horario de prácticas de laboratorio. Concretamente, se pide que el grupo documente al menos los aspectos que se describen a continuación para cada una de las fases.

Para la primera fase, el grupo debe elaborar un documento sobre el estudio previo al análisis del rendimiento que incluya como mínimo los siguientes apartados y contenidos: introducción, donde se describe qué es el rendimiento y por qué es importante; métricas para evaluación del rendimiento; programas de prueba donde se incluyen ejemplos de programas; evaluación de resultados donde se describen cómo se han de formular los resultados de rendimiento; y, por último, referencias donde se detallan las fuentes de información del estudio

En la segunda fase, el grupo debe elaborar un informe de desarrollo del *benchmark* reducido y sintético donde tendrán relevancia los criterios seguidos para la realización de los programas y su finalidad evaluadora, y no el tiempo de ejecución del mismo en sí. El informe incluye como mínimo los siguientes apartados: introducción, *benchmarks*, resultados y evaluación de los mismos, y referencias. En el apartado de introducción, se pide que el grupo describa el objetivo de las pruebas que se van a realizar para cada uno de los *benchmarks*, especificando el propósito concreto de los mismos. Además, se pide que se describan las especificaciones que deberán cumplir los *benchmarks*. Por ejemplo, para el reducido que sea capaz de utilizar exhaustivamente el

repertorio de instrucciones, ejecutando de modo dinámico un elevado número de las mismas con un tiempo de ejecución alto. Para el sintético, se debe establecer cuál es la frecuencia media de operaciones para un conjunto de tamaño elevado de programas de aplicaciones cotidianas. Para poder realizar este apartado, es necesaria la búsqueda en Internet, artículos, libros, etc. de cuáles son los *benchmarks* que se han estado utilizando para la evaluación del rendimiento. En el apartado de *benchmarks*, se pide que se describan los programas implementados por el grupo. En el apartado de resultados y evaluación de los mismos, se deben presentar los resultados de evaluación de los programas de prueba para 6 máquinas diferentes. Además, se pide comparar el resultado de rendimiento de los computadores teniendo en cuenta cada benchmark y teniendo en cuenta los dos. Finalmente, en el apartado de referencias, se pide detallar las fuentes de información del estudio.

Para los informes de la tercera, cuarta y quinta fase se pide que el grupo documente aspectos similares para que adquiera habilidades de análisis comparativo. En cuanto al informe de la rutina de comparación de arquitecturas SIMD y SISD, se pide que se preste especial atención a la ganancia obtenida utilizando la tecnología SSE frente a las versiones SISD. Para el informe de la comparación de arquitecturas SIMD y GPGPU, se pide que se preste especial atención a la comparativa de rendimiento justificando el rendimiento asociado a la arquitectura GPU y CUDA frente a las versiones SISD y SIMD. Finalmente, para el informe de evaluación de la fase IV se pide incluir un análisis comparativo de 6 máquinas de escritorio.

Además, de manera individual se pide que cada alumno realice un informe individual que incluye las soluciones a las preguntas incluidas en el material adicional que se proporciona al inicio de las fases II, III, IV y V.

Los informes, tanto individuales como de grupo se entregan a través de la sección Controles del Campus Virtual con un Control habilitado para tal efecto. El informe debe incluir el rol de cada uno de los integrantes del grupo.

2.3.3 Evaluación

Finalmente, la evaluación de este proyecto se establece de acuerdo con el tiempo dedicado en clase de laboratorio para cada una de las partes. En la Tabla 7, se muestra el peso asignado a cada una de las partes:

Tabla 7 Asignación de pesos para cada una de las partes del proyecto.

Entrega	Calificación del grupo	Calificación individual
Documento fase I	10 %	-
Informe fase II	30 %	30 %
Informe fase III	30 %	30 %
Informe fase IV	15 %	20 %
Informe fase V	15 %	20 %
TOTAL	80 %	20%

3. RESULTADOS

En la red de investigación, se ha continuado con el análisis de los resultados académicos obtenidos durante estos cursos académicos para confirmar que se siguen los patrones de comportamiento expuestos el año anterior (Pujol et al., 2013). En la Tabla 8 se muestran las calificaciones de los alumnos por curso y convocatoria.

Tabla 8 Calificaciones en los cursos 2011/2012, 2012/2013 y 2013/2014

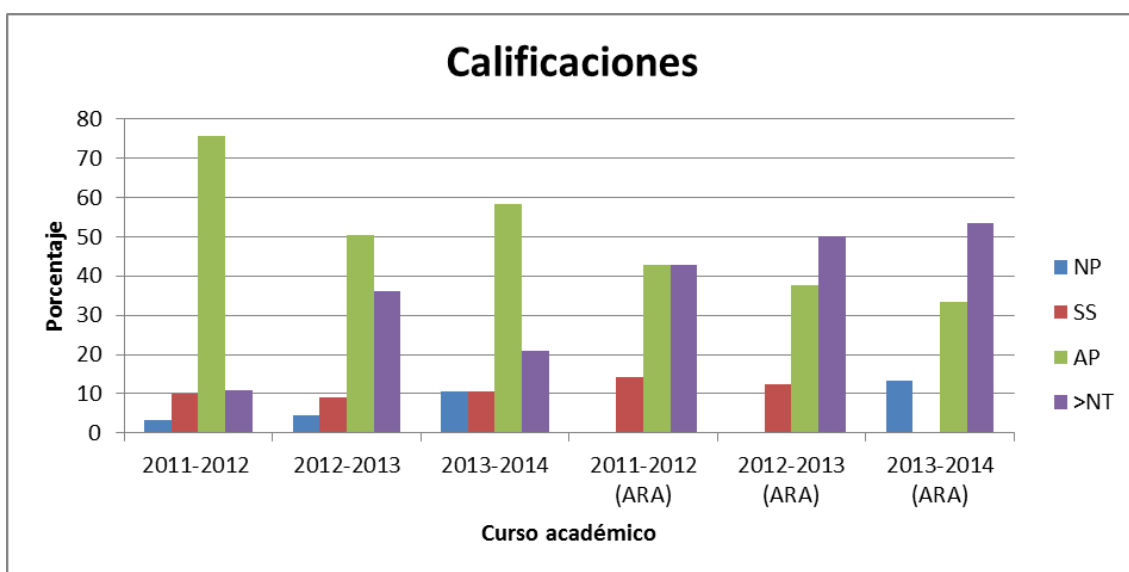
Curso	Convocatoria	NP	SS	AP	NT	SB	MH
2011/2012	Junio	5	12	89	12	0	1
2011/2012	Julio	16	0	1	0	0	0
2012/2013	Junio	8	10	53	36	2	2
2012/2013	Julio	15	0	3	0	0	0
2013/2014	Junio	2	55	75	35	0	1
2013/2014	Julio	18	16	19	4	0	0
2011/2012 (ARA)	Junio	0	1	3	1	0	2
2011/2012 (ARA)	Julio	1	0	0	0	0	0
2012/2013 (ARA)	Junio	1	2	4	4	0	4
2012/2013 (ARA)	Julio	1	0	2	0	0	0
2013/2014 (ARA)	Junio	0	3	4	8	0	0
2013/2014 (ARA)	Julio	2	0	1	0	0	0

Los valores corresponden a los resultados académicos acumulados de los grupos no ARA en los dos cursos y sólo los resultados del grupo ARA. El número de alumnos en el grupo ARA sigue siendo muy reducido con respecto al acumulado de los grupos no ARA. En el curso 2011/2012, los alumnos del grupo ARA representaban un 5% del total de alumnos (7 alumnos de 126 matriculados). En el siguiente curso, el porcentaje aumentó hasta casi un 12% de los alumnos (15 alumnos de 126 matriculados). Este

curso, aunque se mantiene el número absoluto de alumnos, la cifra relativa es inferior y representa aproximadamente un 9% de los alumnos (15 alumnos de 168 matriculados).

Si comparamos en estos 3 cursos, en la Figura 1 se observa el porcentaje de calificaciones según el número total de alumnos para el acumulado de los grupos no ARA y del grupo ARA según los no presentados (NP), suspendidos (SS), aprobados (AP) y con una nota superior a notable (<NT). Como se puede apreciar, el número relativo de alumnos con una nota superior a notable en el grupo ARA es el porcentaje más alto en todos los grupos.

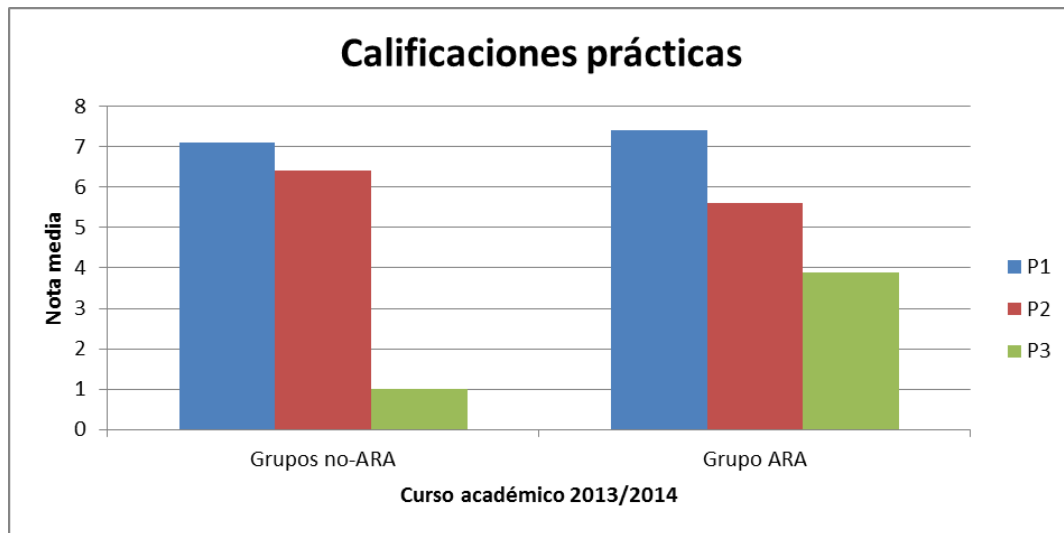
Figura 1 Porcentaje de Calificaciones según Grupo.



En cuanto a los resultados del trabajo en grupo, en la figura 2 se puede observar las calificaciones medias por grupo y práctica. La práctica 1 (P1) es la correspondiente al proyecto diseñado en la red. Las prácticas 2 (P2) y 3 (P3) son prácticas individuales, siendo la P3 optativa. Para el cálculo de la nota media se han considerado todos los alumnos del grupo, siendo 0 la nota si no se entregaba la práctica. Como se muestra en la figura, la práctica diseñada es la que mejor calificación ha obtenido en todos los grupos, siendo ligeramente mejor la del grupo ARA. El esfuerzo del trabajo en grupo y del desarrollo en inglés se ve reflejado en las notas obtenidas por los alumnos. También, se produce un descenso en la nota media de la práctica 2 y un descenso muy acusado en la práctica 3. Este gran descenso se debe a que muchos alumnos que ya tenían aprobadas las prácticas con las notas anteriores, decidieron no entregar la última. Es

interesante observar como los alumnos del grupo ARA, siguieron desarrollando las prácticas aún en el caso de tener el bloque superado con las prácticas P1 y P2.

Figura 2 Porcentaje de calificaciones según grupo.



4. CONCLUSIONES

Los resultados del trabajo en la red han sido muy satisfactorios a la vista de los excelentes resultados académicos obtenidos por los alumnos en general y del grupo ARA en particular. El diseño del material práctico enfocado al trabajo en grupo muestra como el alumno se esfuerza más si cabe dado el compromiso adquirido con el resto de los componentes del grupo. Se ha podido comprobar que las competencias y objetivos marcados para la materia se han cumplido a través del material elaborado. Particularmente para los alumnos del grupo ARA, la capacidad de utilizar la lengua inglesa tanto de manera oral como escrita y el fortalecimiento que se produce de la misma en el ámbito de la Arquitectura supone ya, de por sí, un gran avance y una diferencia curricular competitiva que les facultará para competir con ciertas ventajas cuando finalicen la carrera. Además, el fomento de la capacidad de esfuerzo en la búsqueda de soluciones que se fuerza en los alumnos ha permitido que aumente la responsabilidad en su tarea de aprendizaje ya que cabe destacar que un gran porcentaje de los alumnos entregaron y aprobaron las prácticas individuales, circunstancia que no ocurrió con el resto de grupos de la asignatura. Los resultados académicos han sido muy esperanzadores, consiguiendo un gran número de máximas calificaciones con lo que se espera continuar la metodología aplicada y extenderla al resto de grupos de la asignatura.

5. DIFICULTADES ENCONTRADAS

El desarrollo de la red de investigación no ha contado con especiales dificultades por lo que respecta a la elaboración de los materiales docentes prácticos como a la implicación de los miembros de la red en el trabajo colaborativo, al reparto de las tareas, a la metodología del trabajo y a la formación requerida. Sin embargo, las dificultades principales, que se han solucionado con un mayor esfuerzo por parte de los miembros de la red, están relacionadas por la carga de trabajo extra que supone la elaboración de material docente en una lengua extranjera. El volumen de trabajo que conlleva la escritura y/o traducción y revisión del material es muy elevado si lo comparamos con el mismo trabajo en una lengua oficial. Por otro lado, se hace necesario elaborar un procedimiento que permita cuantificar la carga de trabajo de cada uno de los integrantes del grupo de estudiantes y que pueda compararse con los alumnos que pertenecen a los grupos de las lenguas oficiales.

6. PROPUESTAS DE MEJORA

A pesar de los buenos resultados obtenidos a nivel general dentro de la asignatura Arquitectura de Computadores, no podemos dejar de lado algunos aspectos mejorables. La carga de trabajo que los alumnos tienen durante el curso lleva asociada a que muchos de ellos busquen llegar sólo a los mínimos en cada una de las partes evaluadas, dejando de entregar prácticas, o no presentándose a controles en el momento que consiguen esa nota mínima. Para resolver este problema, se puede exigir la entrega obligatoria de todas las partes. Sin embargo, pensamos que la mejor manera de abordarlo, dados los buenos resultados, es extender el material diseñado con el proyecto para que cubra toda la parte práctica de la asignatura. El compromiso que se adquiere con el grupo mejora los resultados académicos. Además, los aspectos individuales se seguirán evaluando con el material adicional propuesto para cada una de las partes del proyecto.

Por otra parte, con lo que respecta a la red de investigación, tal y como hemos mencionado anteriormente, se debe diseñar un procedimiento que permita cuantificar la carga de trabajo de cada uno de los integrantes del grupo de estudiantes y que pueda compararse con los alumnos que pertenecen a los grupos de las lenguas oficiales. Se plantea la elaboración de una encuesta y de la cuantificación de las horas trabajadas por

parte de cada uno de los alumnos en el proyecto. De esta manera podemos conocer de primera mano la opinión de nuestros alumnos y tener una realimentación para rectificar, volver a diseñar o aceptar los materiales que se presenten a los estudiantes en cursos posteriores.

7. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

El objetivo es que la red de investigación continúe en años posteriores ya que es evidente que el proceso de diseño de materiales no finaliza aquí, sino que cada curso se debe proceder a una evaluación de los materiales ya desarrollados y, en su caso, a la actualización de contenidos o propuesta de nuevos materiales adaptados a las necesidades concretas de los alumnos.

Se pretende, tras el éxito obtenido la asignatura de Arquitectura de Computadores en este curso y en el anterior, adaptar la metodología de trabajo expuesta para los alumnos del grupo ARA, en el resto de grupos. Además, se pretende en el curso próximo extender el modelo aquí presentado a asignaturas de otras titulaciones y de otros cursos que imparten los miembros de esta red para valorar cuál es el grado de aceptación del alumnado y los resultados de evaluación en todos los casos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayuga Téllez, E., & González García, C. (2008). *Convergencia europea en la UPM: Ingenierías Agroforestales y Ciencias Ambientales* (Fucovasa.).
- Badillo, S. (2006). Los mapas conceptuales en el diseño de material educativo en soporte electrónico. In A. Cañas & J. Novak (Eds.), *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology. Second Int. Conference on Concept Mapping*.
- Echazarreta, C., Prados, F., Poch, J., & Soler, J. (2009). La competencia «El trabajo colaborativo»: una oportunidad para incorporar las TIC en la didáctica universitaria. Descripción de la experiencia con la plataforma ACME (UdG). *UOC Papers: Revista Sobre La Sociedad Del Conocimiento*, (8).
- Formigós Bolea, G., García Cabanes, C Campello Blasco, L., López Rodríguez, D., Gómez Vicente, V., Lax Zapata, P., Hurtado Sánchez, J. A., ... Maneu Flores, V. (2013). Diseño de nuevas experiencias docentes para el trabajo en grupo. In *La*

Producción Científica y la Actividad de Innovación Docente en Proyectos de Redes.

- Jarillo Aldeanueva, A. (2001). Globalización: concepto y papel del Estado. *BFD: Boletín de La Facultad de Derecho de La ...*. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1039331&orden=212016&info=link>
- Lozano Díaz, A. (2004). Comunidades de aprendizaje en red: diseño de un proyecto de entorno colaborativo. *Teoría de La Educación: Educación Y Cultura En La Sociedad de La Información*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Markkula, M., & Dipoli, T. (2006). Creating favourable conditions for knowledge society through knowledge management, eGovernance and eLearning. ... *on E-Governance, Knowledge Management and E- ...*. Retrieved from <http://www.fig.hu/papers/031.pdf>
- Pujol, F. A., Mora, H., García, J., Jimeno, A., Sánchez, J. L., Azorín, J., ... Rizo, A. (2013). Investigación en sistemas de aprendizaje de los computadores aplicados a grupos ARA en ingenierías. In *La Producción Científica y la Actividad de Innovación Docente en Proyectos de Redes* (ICE. Unive.).
- Sagredo Santos, A., Rábano Llamas, M. F., & Arroyo Vázquez, M. L. (2009). Un Proyecto de trabajo colaborativo en los estudios de Filología Inglesa de la UNED. *Encuentro*, (18).
- Servicio de lenguas y Cultura, U. (2013). *Plan de incremento del valenciano y otras lenguas en la docencia 2013-2016 (PIVALD)*. Retrieved from http://www.boua.ua.es/pdf.asp?pdf=punto_4_1_PIVALD_2013_2016.pdf
- Sobrino López, D. (2013). El trabajo con blogs en ciencias sociales, Geografía e historia. *Clío: History and History Teaching*. Proyecto Clío.
- Web-CECE. (2014). Grupos de Alto Rendimiento Académico. Retrieved July 31, 2014, from http://www.cece.gva.es/univ/es/Grupos_ARA.htm
- Web-EPS. (2014). Estudios EPS. Retrieved July 31, 2014, from <http://www.eps.ua.es/es/estudios/grados.html>
- Web-GII. (2014). Plan de Estudios del título de Grado en Ingeniería Informática. Retrieved July 31, 2014, from <http://cvnet.cpd.ua.es/webcvnet/planestudio/planestudiond.aspx?plan=C203>

ⁱ GII: Grado en Ingeniería Informática

ⁱⁱ GISI: Grado en Ingeniería de Sonido e Imagen