



Tecnologias da Informação em Educação

Una experiencia de aprendizaje colaborativo de la programación soportado por computación móvil en el aula: MoCAS

Luis Miguel Serrano Cámara

Universidad Rey Juan Carlos, Spain
luismiguel.serrano.camara@urjc.es

Maximiliano Paredes Velasco

Universidad Rey Juan Carlos, Spain
maximiliano.paredes@urjc.es

Jesús Ángel Velázquez Iturbide

Universidad Rey Juan Carlos, Spain
angel.velazquez@urjc.es

Resumen

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) fomenta un cambio en la instrucción dentro del aula hacia metodologías donde el alumno tenga un rol más activo. Este cambio conlleva una dificultad extra a la hora de diseñar, desarrollar y evaluar las actividades por parte del docente. Para ayudar en esta tarea, hemos desarrollado un marco instruccional basado en la Taxonomía de Bloom, metodologías activas de aprendizaje y con un enfoque colaborativo denominado CIF (Collaborative Instructional Framework). No obstante, un rol más activo por parte del alumno implica la necesidad de una alta motivación hacia lo que se aprende. Como elemento motivador proponemos la utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) dentro del aula, para ello se ha desarrollado y probado en una experiencia en el aula la herramienta MoCAS, que bajo el paradigma CSCL móvil proporcionando un canal extra de comunicación entre los alumnos y profesor. MoCAS está desarrollada para el dominio del aprendizaje de un lenguaje de programación. Para evaluar la motivación y aceptación de los alumnos con la herramienta MoCAS se han entrevistado y comparado los resultados de la experiencia con los obtenidos en una experiencia previa llevada a cabo sin la herramienta.

Palabras-clave: CSCL; Marco Instruccional; Taxonomía de Bloom.



Resumo

O Espaço Europeu de Ensino Superior (EEES) propõe mudanças no ensino em sala de aula que eleja metodologias onde o aluno desempenhe um papel mais ativo. Esta mudança implica uma dificuldade extra no momento de conceber, implementar e avaliar as atividades por parte do docente. Para ajudar nesta tarefa, desenvolvemos um enquadramento educativo baseado na Taxonomia de Bloom, em metodologias ativas de aprendizagem e com um enfoque colaborativo denominado CIF (Collaborative Instructional Framework). Não obstante, um papel mais ativo do aluno implica a necessidade de uma elevada motivação para o que se aprende. Como elemento motivador propomos a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na aula, e para o efeito desenvolveu-se e avaliou-se, numa experiência em aula, a ferramenta MoCAS, que sob o paradigma CSCL móvel proporcionou um canal extra de comunicação entre os alunos e o professor. A MoCAS foi desenvolvida para o domínio de aprendizagem de uma linguagem de programação. Para avaliar a motivação e aceitação da ferramenta MoCAS os alunos foram entrevistados e compararam-se os resultados da experiência com os obtidos numa experiência anterior conduzida sem a ferramenta.

Palavras-chave: CSCL; Enquadramento Educativo; Taxonomia de Bloom.

Abstract

The European Higher Education Area (EHEA) proposes a change in classroom teaching that elects methodologies where the learner plays a more active role. This change implies an extra difficulty for the moment of conceiving, implementing and assessing the activities by the teacher. To help in this task we developed an instructional framework based on Bloom's Taxonomy, on active learning methodologies and with collaborative focus named CIF (Collaborative Instructional Framework). Notwithstanding, a more active role on the part of the student implies the need for a high motivation as to what is learned. As a motivational element we propose the use of Information and Communication Technologies (ICT) in class, and for that effect we developed and evaluated, in a classroom experiment, that, under the Mobile CSCL paradigm allowed for an extra communication channel between students and teacher. The MoCAS tool was developed for the learning domain of a programming language. To evaluate the motivation and acceptance of the MoCAS tool by students they were interviewed and results of the experiment were compared with the ones obtained in a previous experiment carried out without the tool.

Key-words: CSCL; Educational Framework; Bloom's Taxonomy.



1. Introducción

La enseñanza de la asignatura de Introducción a la Programación en alumnos que cursan primer año de ingeniería constituye todo un reto para los profesores y alumnos. En este proceso de aprendizaje, intervienen numerosos factores que denotan la efectividad del proceso de enseñanza aprendizaje. Entre los factores más destacables está la motivación del alumno hacia lo que aprende (Piaget, 1990). En la enseñanza tradicional, el profesor constituye el centro del proceso de enseñanza aprendizaje, mientras que el alumno es meramente un receptor. Esta actitud pasiva del alumno genera una falta de motivación debido a la monotonía, produciendo que los alumnos solo recuerden aproximadamente el 5% de lo expuesto por el profesor (Kwok & Ma, 1999).

Para cambiar el rol pasivo del alumnos en el aprendizaje tradicional se han desarrollado diferentes estrategias de Active Learning (AL) como son: 1) Problem Based Learning (PBL) (Conejo et al., 2004; De la Cueva et al., 2000); 2) Proyecto Oriented Learning (POL) (Jones et al., 1997); 3) Case Based Learning (CBL) y 4) Case Based Reasoning (CBR) (Aamodt & Plaza, 1994). Nuestra propuesta incorpora a estas estrategias AL modelos de aprendizaje guiado por objetivos educativos.

La idea de establecer un sistema de clasificación de objetivos educativos comprendidos dentro de un marco teórico fue desarrollada por la Taxonomía de Bloom en el dominio cognitivo (Bloom et al., 1956). Esta propuesta introduce una estratificación del aprendizaje basada en seis niveles de complejidad del conocimiento: Nivel de Conocimiento, Nivel de Comprensión, Nivel de Aplicación, Nivel de Análisis, Nivel de Síntesis y Nivel de Evaluación, así como un conjunto de objetivos a alcanzar en cada uno de los niveles.

En trabajos previos hemos desarrollado un marco instruccional que combina la Taxonomía de Bloom con los modelos AL bajo una perspectiva colaborativa, denominado Collaborative Instruccional Framework (CIF) (Serrano et al., 2010). Este marco instruccional ayuda tanto en el diseño (al profesor) como en la realización (al alumno) de clases basadas en técnicas de aprendizaje colaborativo. Además, el marco instruccional CIF integra una plataforma informática denominada Mobile Collaborative Argument Support (MoCAS), que inspirada en CSCL da soporte a la instrucción colaborativa en el aula. En primer lugar, MoCAS dota al proceso de enseñanza aprendizaje de una herramienta novedosa y motivadora. En segundo lugar, proporciona un soporte extra a la instrucción de una clase colaborativa, y en tercer y último lugar, dota de un mecanismo de registro de las aportaciones de los alumnos, facilitando al profesor la evaluación de las actividades realizadas.



Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, creemos en una primera aproximación que la motivación del alumno mejoraría si dotamos a CIF con una herramienta informática como es MoCAS. Además, esta mejoría en la motivación redundará en mejores resultados en el aprendizaje.

En la sección 2 del presente artículo se describe el estado del arte. En la Sección 3, se describe brevemente el marco instruccional CIF, sus objetivos, tareas, evaluación. En la sección 4, se describe la experiencia realizada con el marco CIF, describiendo el proceso de utilización para un dominio determinado. En la sección 5, se presenta la herramienta MoCAS así como sus principales funcionalidades. En la sección 6, se describe la experiencia realizada con CIF y MoCAS en el aula. Por último, en la sección 7 presentamos las conclusiones y trabajos futuros.

2. Trabajos relacionados

Dentro del aprendizaje activo y colaborativo, existen un conjunto de problemáticas propias como: 1) organización de los alumnos en grupos, 2) control de la participación de los alumnos en los grupos, 3) evaluación de los logros alcanzados por los alumnos y 4) verificar si los objetivos son cubiertos por las tareas colaborativas.

Desde una perspectiva instruccional, existen diferentes propuestas que resuelven parte de la problemática anteriormente citada. En primer lugar, como solución a la problemática tipo 1), organización de los alumnos en grupos, "The Jigsaw method" (Aronson & Patnoe, 1997) propone organizar los grupos según la estrategia de aprendizaje colaborativo a utilizar. En segundo y tercer lugar, como solución a las problemáticas tipo 2) y 3), el control de la participación y la evaluación de los logros alcanzados por los alumnos, entraña gran dificultad, debido a la imposibilidad del docente en repartir su tiempo entre los diversos grupos y alumnos. Es en este punto donde nuestro marco instruccional CIF facilita la evaluación del aprendizaje, al incorporar unos objetivos claros a cubrir y una propuesta de evaluación de los mismos. En cuarto y último lugar, la problemática tipo 4), verificar si los objetivos son cubiertos por las tareas colaborativas, Barrows (Barrows, 1988) propone la creación de una matriz curricular en la que se colocan, por un lado los componentes del problema (tareas), y por el otro lado los temas y subtemas del curso (objetivos). Esta tarea es facilitada por CIF al estar basado en una taxonomía de objetivos educativos claramente identificables.



Revisando los trabajos más actuales podemos identificar dos tipos de herramientas según su propósito, herramientas diseñadas para ayudar en el aprendizaje y herramientas diseñadas para ayudar en la evaluación del aprendizaje. Tratemos a continuación estas dos vertientes para el dominio del aprendizaje de un lenguaje de programación.

Dentro de la primera agrupación, herramientas diseñadas para ayudar en el aprendizaje hemos revisado herramientas pertenecientes a tres áreas diferentes, aprendizaje individual, aprendizaje bajo el paradigma CSCL y aprendizaje bajo el paradigma CSCL móvil. Dentro del primer área, herramientas para dar soporte al aprendizaje individual, se encuentran PESEN (Mendes et al., 2005), SICAS (Gomes & Mendes, 2001), OOP-ANIM (Esteves & Mendes, 2003) y ProGuide (Areias & Mendes, 2006). Estas herramientas ayudan a los alumnos en la comprensión de algoritmos y secuenciación de programas. En el segundo área, herramientas bajo el paradigma CSCL, se encuentran herramientas como COLE-Programming ("Chico research group", 2009) que incorpora foro, chat, votaciones y monitor de colaboración así como SICAS-COL (Rebelo et al., 2005), que organiza el aprendizaje en tres espacios: espacio para el trabajo individual, espacio para la discusión grupal y espacio para compartir resultados. En una tercera y última área, bajo el paradigma CSCL móvil, se encuentran herramientas como H-SICAS (Marcelino et al., 2008), versión para dispositivos móviles de la herramienta SICAS. En la segunda agrupación, herramientas diseñadas para la ayuda de la evaluación, disponemos de herramientas como Internet-based Group Support System (GSS) (Kwok & Ma, 1999) o el sistema SIETTE (Conejo et al., 2004) basado en Web para la construcción y la administración de las pruebas informatizadas.

De los grupos de herramientas enumeradas anteriormente se observan una serie de limitaciones: 1) mayoritariamente están diseñada para su utilización en ordenadores de sobremesa o portátiles, 2) en aquellas diseñadas para dispositivos móviles como Personal Digital Assistant (PDA) no están implementadas bajo el paradigma CSCL, 3) todas ellas están diseñadas para el apoyo en el aprendizaje de la programación de forma generalista, sin prestar especial atención a aspectos más específicos como por ejemplo, ámbito y la vigencia de identificadores, utilización de estructuras de iteración, recorrido y ordenación de arrays o utilización de punteros. De entre los aspectos enumerados anteriormente, pensamos que el concepto de ámbito y vigencia de identificadores (posibilidad de utilizar una variable o subprogramas en una sección determinada de código) toma una gran relevancia cuando se avanza hacia la utilización de subprogramas. Por tanto, hemos desarrollado y utilizado en una experiencia en el aula una herramienta colaborativa bajo el paradigma CSCL móvil denominada MoCAS presentada a lo largo de este artículo.



3. Descripción de CIF

El marco instruccional CIF utilizado en este trabajo se basa en tres grandes pilares. El primer pilar es la Taxonomía de Bloom que como taxonomía ampliamente difundida aporta fundamentos pedagógicos consolidados. Además al ser la Taxonomía de Bloom una taxonomía orientada a objetivos educativos facilita la evaluación sobre la consecución de los mismos. Un segundo pilar son los modelos de AL que centran la instrucción en el alumno. Un tercer y último pilar lo conforman las TIC, ya que facilitan el aprendizaje y la motivación del alumno mediante la utilización de medios más novedosos en el aula.

Debido a la amplitud de la Taxonomía de Bloom, CIF desarrolla el cuarto nivel (Nivel de Análisis). El nivel de análisis consta de 16 objetivos pedagógicos agrupados en tres niveles ascendentes: 1) Análisis de elementos, 2) Análisis de relaciones entre elementos y 3) Análisis de principios organizacionales.

CIF proporciona al profesor unidades tipo "fichas-guías" independientes del dominio para cada uno de los 16 objetivos educativos, para que el profesor cree y evalúe actividades en el dominio del aprendizaje colaborativo. Estas "fichas-guías" independientes del dominio se denominan Framework Card (FC).

Cada FC está compuesta por tres secciones: 1) Objetivo, 2) Tareas y 3) Evaluación. Por motivos de espacio en este artículo y por la relevancia que tiene en la instrucción de una clase colaborativa desarrollamos únicamente la sección Tareas. Esta sección propone un conjunto de tareas con un fuerte componente colaborativo y contiene un enunciado inicial de la actividad a realizar así como la secuencia de tareas a realizar. CIF define un conjunto finito de actividades básicas mediante las cuales se puede representar detalladamente la realización de cualquier actividad propuesta. Este conjunto de actividades que a partir de este punto denominaremos Actividades Atómicas están compuestas por 9 tipos (AA_i, siendo $i=1..9$). Las FC constituyen por tanto una guía independiente del dominio que facilitan al docente el diseño de una sesión grupal colaborativa. El profesor, a partir de estas fichas-guías y centrándose en un dominio concreto, generará el material necesario para alcanzar el objetivo pedagógico en particular (el marco propone la generación de este material en formato ficha).

Nosotros hemos particularizado CIF para el dominio del aprendizaje del ámbito y vigencia de identificadores en el lenguaje de programación.



4. Aplicación de CIF al aprendizaje de la programación

A continuación vamos a describir una experiencia previa realizada en el curso académico 2007/2008 cuyas conclusiones han inspirado el presente artículo, así como la utilización de CIF para un dominio concreto.

4.1. Trabajo previo

En el curso académico 2007/2008 en el campus de Móstoles y Vicalvaro de la Universidad Rey Juan Carlos realizamos un experimento con 45 alumnos de la asignatura Metodología y Tecnología de la Programación de primer curso de la titulación de Ingeniería Técnica de Informática de Gestión. El objetivo del experimento fue validar si se experimenta mejora en la eficiencia de aprendizaje de una clase colaborativa diseñada con CIF (grupo experimental) frente a una clase magistral (grupo de control) (Serrano et al., 2010).

La variable de estudio fue la eficacia de aprendizaje, entendiendo ésta como el nivel de conocimiento adquirido por el alumno para un determinado concepto. Los datos se obtuvieron mediante la realización de un pos-test en ambos grupos y fueron analizados mediante una herramienta desarrollada en una hoja de cálculo Excel. Los datos obtenidos sobre la media y desviación típica fueron de 3.6 y 2.1 para el grupo de control y de 3.8 y 1.8 para el grupo experimental, apreciándose por tanto una pequeña mejoría en el grupo experimental. Además de estos datos se realizaron diversos estudios estadísticos para comparar las muestras, no obteniéndose resultados concluyentes para poder afirmar que el grupo experimental obtuvo mayor eficiencia de aprendizaje que el grupo de control. Analizando las preguntas del pos-test, éstas estaban clasificadas en cuatro grandes conceptos (ámbito y vigencia de variables, paso de parámetros a subprogramas, estructuras de subprogramas y efectos laterales en las variables). Dado que el número de preguntas mayoritarias eran relativas al ámbito y vigencia de operadores, identificamos la necesidad de realizar una aportación para mejorar dicho concepto que permitiera mejorar los resultados globales de la experiencia. Dicha mejora ha consistido en el desarrollo de la herramienta MoCAS.



4.2. Creación de la Domain Card para el dominio: aprendizaje del ámbito y vigencia de identificadores.

Ilustremos la utilización de CIF para el dominio del aprendizaje del ámbito y vigencia de identificadores en programación. El profesor utiliza CIF de la siguiente forma: Primeramente selecciona la FC que desarrolla los objetivos deseados (de entre un total de 16 FCs). A continuación se instancia la FC para un dominio específico (aprendizaje de un lenguaje de programación, idiomas, matemáticas, entre otros), obteniendo la Domain Card (DC) que describe la actividad colaborativa a realizar en clase para alcanzar los objetivos concretos descritos en la FC. La Figura 1 ilustra el proceso.

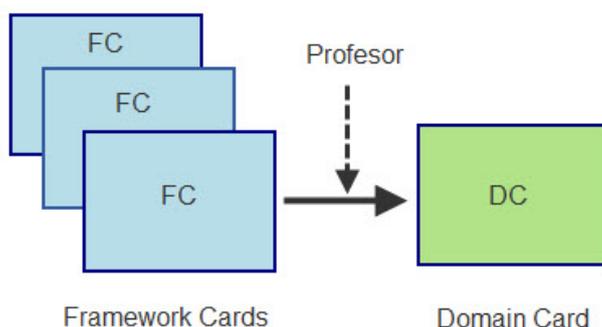


Figura 1. Proceso para obtención de la ficha guía de dominio (DC).

Como ejemplo hemos obtenido una DC a partir del objetivo 1 (“Habilidad para distinguir hechos a partir de enunciados”) para el dominio de la programación. Esta ficha tiene tres secciones (similar a FC): 1) descripción del objetivo, 2) descripción de la tarea y 3) descripción de la evaluación. En la Tabla 1 podemos ver la sección Tarea de la DC. Como se puede ver el profesor obtiene una descripción orientativa de las actividades que tiene que realizar.

En la primera fila de la Tabla 1 podemos observar la descripción de la tarea a realizar. En la primera columna (Secuencia) tenemos la relación secuenciada de actividades grupales a realizar, en la segunda columna su descripción y en la tercera columna (CAA) el código de actividades atómicas que permiten desarrollar la tarea paso a paso con los alumnos.



5. MoCAS: una herramienta de soporte a CIF

Mobile Collaborative Argument Support (MoCAS) facilita el proceso de discusión y puesta en común de propuestas en un entorno colaborativo. El objetivo de MoCAS es guiar y facilitar las actividades de la DC mostrada en la Tabla 1 para el aprendizaje de los conceptos ámbito y vigencia de identificadores en un lenguaje de programación, proporcionando por tanto un soporte a la instrucción de la clase colaborativa.

MoCAS da soporte a la totalidad de la secuencia de actividades descritas en la Tabla 1, implementado por tanto la totalidad de las actividades atómicas de CIF. Desde la perspectiva del profesor MoCAS permite: 1) creación de grupos, 2) creación de códigos, 3) seguimiento del trabajo realizado por los alumnos, grupos y la clase en su totalidad, 4) registrar las interacciones que los miembros del grupo realizan, 5) comunicación instantánea entre los alumnos de cada grupo, 6) fusión de los resultados de todos los grupos, 7) corregir automáticamente el ejercicio propuesto y comparar con la solución de los alumnos y 8) crear estadísticas sobre la actividad, facilitando de esta forma la evaluación de los alumnos. Desde la perspectiva de los alumnos MoCAS (ver Figura 2) permite: 1) ver el código del enunciado, 2) construir colaborativamente una tabla en la que se identifique para cada bloque del programa (procedimientos, funciones y programa principal) los identificadores que son accesibles y 3) centrar la discusión mediante un proceso de voto de apoyo o disconformidad sobre las propuestas de los miembros del grupo. Estas funcionalidades pueden ser apreciadas en la Figura 3 donde podemos ver los alumnos de MoCAS, los ejercicios creados y una clase en concreto (GIC-1) donde tenemos preparados los ejercicios, los alumnos a participar, la pestaña de modificación de enunciados y la pestaña para ver el trabajo desarrollado por los alumnos en tiempo real.



Descripción de la Tarea	Se proponen dos códigos correctos en PASCAL, que contienen subprogramas con variables declaradas en sus cuerpos. El objetivo de esta ficha guía de dominio es practicar la identificación del ámbito y la vigencia de variables, procedimientos y funciones, así como argumentos por valor y/o referencia.	
Secuencia	Descripción de la actividad	(CAA)
Actividad 1.	Se forman grupos de alumnos. Por ejemplo grupo A y grupo B. Se asigna un código a cada grupo, por ejemplo, Código 1 y Código 2.	AA1 AA2
Actividad 2.	Cada grupo se encargará de distinguir/diferenciar el ámbito y la vigencia de los identificadores que contienen el código asignado.	AA3
Actividad 3.	Se intercambiarán los códigos entre los grupos, y se realiza de nuevo la actividad 2.	AA4 AA3
Actividad 4.	Una vez analizado los códigos por al menos dos grupos diferentes, se pondrán en común los resultados obtenidos. Se compararán los resultados obtenidos de analizar el código 1 por el grupo A y por el grupo B. Una vez realizado este análisis, se comparará los resultados obtenidos de analizar el código 2 por el grupo A y el grupo B. En cada comparación de resultados, se buscará un consenso en cuanto a un resultado unificado. Esta puesta en común involucrará a los miembros participantes en el análisis de los códigos.	AA5 AA6
Actividad 5.	Se debate en el aula los desacuerdos entre los grupos de manera coordinada por el profesorado	AA7 AA8 AA9

Tabla 1. DC – Domain Card para el dominio del ámbito y vigencia de identificadores en PASCAL.

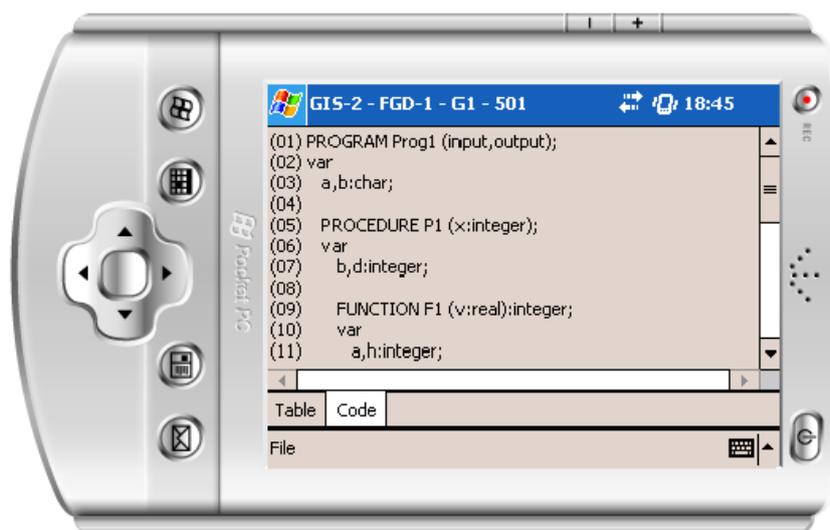


Figura 2. MoCAS en PDA, pestaña Code.

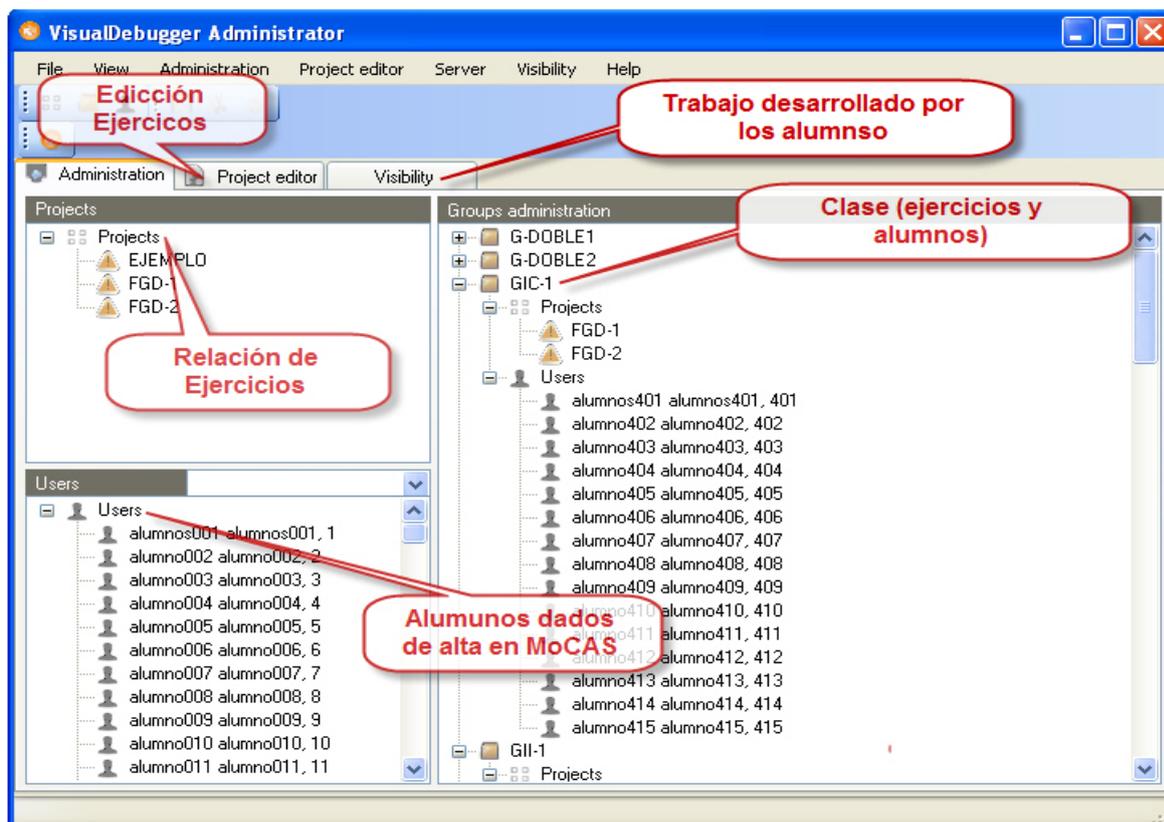


Figura 3. MoCAS en el servidor, creación de grupos y enunciados.



La herramienta está implementada bajo una arquitectura cliente/servidor donde una figura centralizadora coordina todas las aportaciones e intervenciones de los alumnos. En la implementación de MoCAS se ha utilizado la plataforma .Net, utilizando Microsoft .Net FrameWork para el desarrollo del servidor y Microsoft .Net Compact FrameWork para las PDA. Para el almacenamiento de las estructuras de información se ha utilizado MySql y para las comunicaciones una arquitectura abierta como son los WebServices, que permiten la ampliación de MoCAS a otras plataformas clientes. Se ha optado por la arquitectura de servicios web debido a sus gran potencial de escalabilidad, facilitándose por tanto la aplicación de funcionalidad de MoCAS en futuras versiones.

6. Un caso de estudio en el aprendizaje de la programación

El objetivo de este trabajo se puede dividir en dos vertientes: un primer objetivo consistente en la realización de una experiencia real con MoCAS para observar si hay impacto en la motivación de los alumnos y en un segundo objetivo, observar si mediante la incorporación de MoCAS a CIF se mejoran los resultados en el aprendizaje de los alumnos. Para conseguir estos objetivos hemos realizado la siguiente experiencia.

La experiencia la hemos realizado sobre una muestra de 60 alumnos de primer curso de la asignatura de Introducción a la Programación de los Grados de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería de Informática e Ingeniería de Computadores, en la que se imparten los contenidos de introducción a la programación imperativa. Los datos se tomaron en el campus de Móstoles y Vicálvaro de la Universidad Rey Juan Carlos en el curso 2010/2011.

La experiencia se realizó en varias sesiones, todas ellas en el aula y se llevó a cabo en 4 etapas (ver Figura 4) que fueron: 1) Pre-test, 2) Clase Introdutoria, 3) Actividad de enseñanza aprendizaje y 4) Pos-test. En primer lugar, la experiencia comenzó en la etapa 1 con la realización de un pre-test cuyo objetivo fue medir los conocimientos previos que los alumnos tenían sobre el concepto de estudio (ámbito y vigencia de identificadores en un programa). En segundo lugar, durante la etapa 2 se impartió una clase introductoria sobre el concepto de estudio, explicación del concepto y un ejemplo de código donde observar el ámbito y la vigencia. En tercer lugar, en la etapa 3 se realizó la actividad colaborativa en la que se usó MoCAS (actividad descrita en la sección 5). En la cuarta y última etapa, se realizó una prueba (pos-test) para medir el nivel de asimilación de los conocimientos adquiridos después de experiencia. A modo resumen, podemos ver en la Figura 4 la secuenciación de etapas de la experiencia.

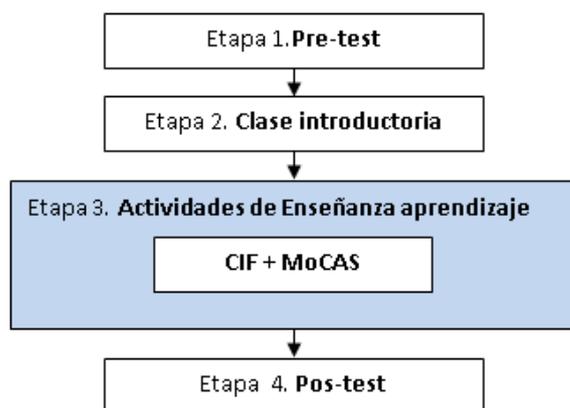


Figura 4. Desarrollo de las experiencias de aprendizaje.

La experiencia duro 2 horas distribuidas de la siguiente forma: 20 minutos para la realización del pre-test, 1 hora para la experiencia de enseñanza aprendizaje colaborativa, 20 minutos para la realización del pos-test y 20 minutos restantes para tareas de organización de grupos, adiestramiento en MoCAS y explicación de la dinámica de la actividad.

Veamos con más detenimiento la metodología utilizada. Se realizaron varias sesiones de 12 alumnos. En primer lugar, el profesor formó grupos de trabajo de cuatro alumnos (de manera aleatoria) y explicó el uso de MoCAS a los alumnos mediante un ejemplo demostrativo. En segundo lugar, el profesor repartió el enunciado de la tarea a realizar vía MoCAS (el mismo enunciado para los tres grupos). En tercer lugar, cada grupo debía elaborar una tabla indicando ámbito y la vigencia de los identificadores para cada bloque de un programa. Cada alumno dispuso de una PDA (en algunos casos fueron una pareja de alumnos por PDA). En la Figura 5 podemos ver cómo interactúan los alumnos vía MoCAS. Sobre la PDA los alumnos crean una tabla por grupo, insertando identificadores y confirmando o desaprobando identificadores de otros alumnos del grupo. Se disponía en el aula de una pizarra con proyector en la que se visionaba el código fuente del programa y las tablas que los grupos elaboraban en tiempo real. En cuarto lugar, todos los alumnos podían visualizar a través del proyector todas las aportaciones realizadas por los grupos creándose así un proceso de discusión sobre las diferencias de opinión existentes. Por último, de manera automática con la herramienta MoCAS se visualizó la solución correcta señalando de manera gráfica los errores cometidos por los alumnos/grupos y explicándolos el profesor.



Figura 5. Alumnos utilizando MoCAS.

En la Figura 6 se muestra la solución propuesta por todos los grupos de clase en formato fusionado. En ella se puede apreciar como MoCAS realiza una corrección de la tabla utilizando colores; identificador correcto y 100% consensuado (negro), correcto con alto grado de acuerdo (verde y grupos que lo han propuesto), correcto con bajo grado de consenso (rojo y grupo que lo propone), incorrecto (rojo tachado) y correcto pero no propuesto por ningún grupo (azul). Por tanto mediante este código de colores y proyectando la tabla resultante de fusionar las contribuciones de los grupos se facilita la discusión y las aclaraciones necesarias por el profesor.

La metodología descrita anteriormente es la proporcionada por CIF (mostrada en la Tabla 1), no obstante hay que hacer notar que la experiencia realizada es un acercamiento a CIF ya que solo se trabaja con un código, por tanto no se realiza la actividad 3 (intercambio de códigos).

Los resultados del pre-test y pos-test están expresados respecto a 10, siendo estos de 1.34 y 5.63 de media aritmética así como de 2.11 y 2.8 de desviación típica respectivamente. Cabe destacar que aunque los 5.63 puntos de la media del pos-test puede resultar baja, el concepto de ámbito y vigencia de identificadores como conocimiento transversal en programación estructurada es estudiado a lo largo de toda la asignatura, siendo esta experiencia el primer contacto con el concepto.

De la comparación de los resultados obtenidos en el pos-test en las experiencias del año 2007 y 2010 nos encontramos ante una mejoría significativa de 3.8 de media en las puntuaciones obtenidas por los alumnos frente a los 5.63. Esta clara mejoría nos permite indicar que MoCAS mejora el aprendizaje. Adicionalmente a estas pruebas se realizaron entrevistas a los alumnos sobre la experiencia en su totalidad y sobre la herramienta MoCAS en particular.

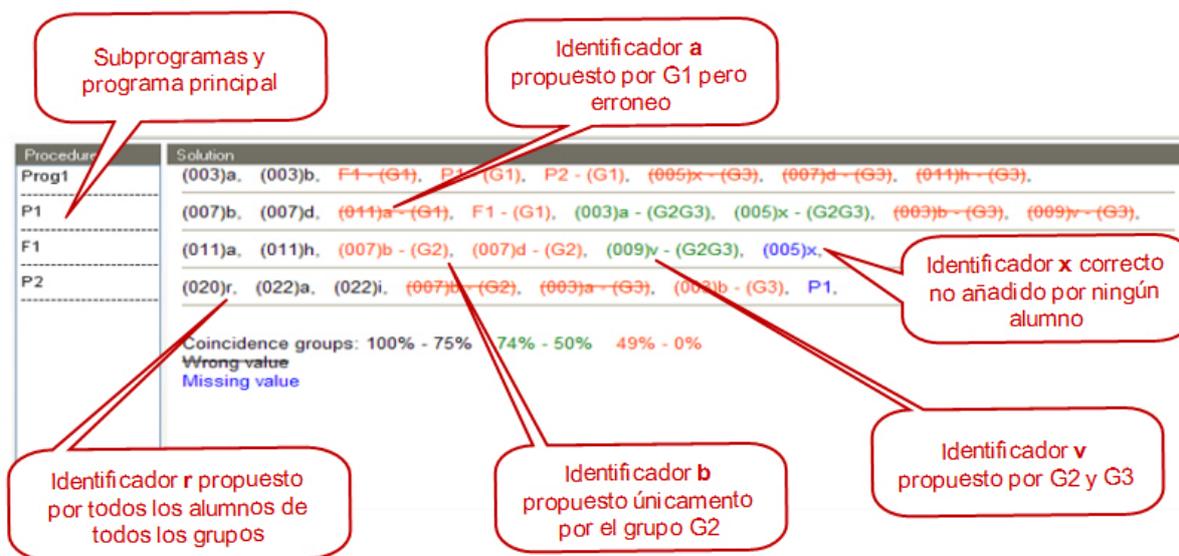


Figura 6. Corrección automática en MoCAS.

De entre la información proporcionada por los alumnos sobre la experiencia cabe destacar su gran aceptación y motivación ante la utilización de técnicas de aprendizaje activo colaborativo, además se valora muy positivamente la utilización de la herramienta MoCAS como parte novedosa y estimulante. Todas las sesiones fueron grabadas en vídeo para su posterior estudio sobre la interacción de los alumnos dentro de los grupos.

7. Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo hemos aplicado un marco instruccional de aprendizaje colaborativo denominado CIF en el dominio del aprendizaje de la programación. Con este marco hemos creado una ficha guía (DC) para el dominio del aprendizaje de la sub-programación basada en CIF. Además, como complemento a CIF hemos realizado un experiencia con la herramienta MoCAS que da soporte a la instrucción dentro del aula para la DC desarrollada.

El objetivo del presente trabajo ha sido verificar la influencia que la herramienta MoCAS tiene en el aprendizaje y en la motivación de los alumnos. Para esta verificación hemos realizado una comparación entre la actividad realizada con CIF en el año 2007 y la actividad realizada con CIF y MoCAS en el año 2010. Para esta medición hemos establecido en diferentes puntos de las experiencias una serie



de evaluaciones del conocimiento sobre los alumnos (pre-test y pos-test) que han servido para tomar diferentes medidas. Estas medidas nos han permitido realizar una comparación entre las dos experiencias. En la comparación de los resultados obtenidos en los pos-test de la experiencia del 2007 y 2010 podemos observar una evolución en las medias de las puntuaciones obtenidas por los alumnos desde un 3.8 hasta un 5.63. Esto nos permite indicar que MoCAS influye positivamente en el aprendizaje. Para evaluar la motivación de los alumnos, se realizaron entrevistas a los alumnos y grabaciones en vídeo. En estas entrevistas los alumnos expresan su motivación por este método de aprendizaje colaborativo, encontrando muy novedoso y atractivo la utilización de la herramienta MoCAS, permitiéndonos afirmar que su motivación ante la actividad ha mejorado considerablemente gracias a MoCAS.

Como trabajo futuro planteamos dos vías diferenciadas. En una primera vía, consistente en analizar más profundamente los datos obtenidos en la experiencia mediante estudios estadísticos más completos. Además, analizar más detalladamente los datos obtenidos de las entrevistas con los alumnos y los vídeos de la experiencia. En una segunda línea de trabajo nos centraremos en la evaluación de la perdurabilidad del aprendizaje realizado con CIF frente a otras metodologías de aprendizaje.



Referências Bibliográficas

Aamodt, A. y Plaza, E. (1994). *Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches*. *AI Communications*. IOS Press, Vol. 7: 1, 39-59.

Areias, C.M. y Mendes, A. ProGuide (2006). A dialogue-based tool to support initial programming learning. In *Proceedings of the 3rd E-Learning Conference - Computer Science Education*, Coimbra, Portugal.

Aronson, E. y Patnoe, S. (1997). *Cooperation in the classroom: The jigsaw method*. New York. Longman.

Barrows, H.S. (1988). *The tutorial Process*. Southern Illinois University School of Medicine. Springfield, Ill.

Bloom, B.J., Englehart, M.D., Furst, M.D., Hill, E.J. y Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals*. Handbook I: Cognitive Domain. Nueva York, Toronto: Longmans, Green and Co.

Boud, D., Cohen R. & Sampson J.(1999). *Peer learning and assessment*. Published in *Assesment and Evaluation in Higher Education*, vol 24 (4), 413-426.

Chico research group. (2009). *Recuperada el 20 Mayo, 2011 de <http://chico.esi.uclm.es/coala/index.php/COLE-programming>*.

Conejo, R. Guzmán, E., Millán, E., Trella, M., Pérez-de-la-Crus, J.L., y Ríos, A. (2004). *SIETTE: A Web-Based Tool for Adaptive Testing*. IJAIED, 14, 29-61.

De la Cueva, V., De Gasperín, R., Ruiz, M., Beristain, L.M., Morales, S., Ramirez, H. y De Gasperín, A. (2000). *El modelo educativo constructivista ABC2 : Aprendizaje Basado en la Construcción del Conocimiento*. Memorias Primer Congreso Nacional: Retos y Expectativas de la Universidad de México. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal.

Esteves, M. y Mendes, J. A. (2003). *OOP-Anim, a system to support learning of basic object oriented programming concepts*, in 'CompSysTech '03: Proceedings of the 4th international conference on Computer systems and technologies, ACM, pp. 573-579.

Gomes, A. y Mendes, A. J. (2001). *SICAS. Interactive system for algorithm development and simulation*, in Ortega, M. & Bravo, J., ed., 'Computers and Education. Towards an Interconnected Society', Kluwer, pp. 159-166.



Jones, B.F., Rasmussen, C.M. & Moffitt, M.C. (1997). *Real-life problem solving.: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. American Psychological Association. Washington, FGD.

Kwok, R. y Ma, J. (1999). *Use of a group support system for collaborative assessment*. *Computers & Education*, pp.32, 109-125.

Marcelino M., Mihaylov T. y Mendes A. (2008). *H-SICAS, Handheld algorithm animation and simulation tool to support initial programming learning*. In Proceedings of the 38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, New York, NY, USA.