

# EL E-LEARNING COMO COMPLEMENTO A LAS CLASES PRESENCIALES UN CASO PRÁCTICO: EL PROYECTO ACME

Ferran Prados, Imma Boada, Jordi Poch, Josep Soler y Jaume Soler.  
**Departamento de Informática y Matemática Aplicada. Universidad de Girona**  
**Escuela Politécnica Superior. Edificio P4. 17071 Girona**  
ferran.prados@udg.es, {imma.boada, jordi.poch, josep.soler, jaume.soler}@udg.es

**RESUMEN.** Presentamos la evolución y evaluación de una plataforma de e-learning denotada ACME. ACME es un entorno virtual de soporte a la docencia presencial que personaliza el aprendizaje del alumno a través de la asignación, ayuda y corrección automática de problemas. El seguimiento y control que realiza el sistema sobre el trabajo de los alumnos automatiza el proceso de evaluación de los mismos. Actualmente, ACME se está usando en diferentes asignaturas de matemáticas y programación básica de la Universidad de Girona con resultados muy satisfactorios.

**PALABRAS CLAVE.** Software educativo, *e-learning*, soporte a la docencia, auto-aprendizaje.

## INTRODUCCIÓN

Los avances en las tecnologías de la información y la comunicación juegan un papel fundamental en el desarrollo del sistema educativo universitario. En los 60 aparecen las primeras aplicaciones de educación asistida por computador destinadas al aprendizaje de la lectura y las matemáticas, en los 70 los sistemas de tutorización inteligentes, y ya a partir de los 80 con la aparición de los ordenadores de alta velocidad empieza una carrera imparable: multimedia educativas, entornos educativos virtuales, etc. Actualmente, con la adopción generalizada de Internet como medio de transmisión de la información, resulta casi inconcebible el proceso de aprendizaje sin el soporte del computador. Surge así un nuevo concepto de educación: el e-learning o educación virtual.

El concepto de e-learning abarca el conjunto de metodologías y estrategias de aprendizaje que emplean tecnología digital o informática para producir, transmitir, distribuir y organizar conocimiento entre individuos, comunidades y organizaciones. El e-learning incluye una amplia gama de aplicaciones y procesos tales como aprendizaje basado en la red, en el ordenador, aulas virtuales, cooperación digital, etc. Desde un punto de vista universitario las plataformas de e-learning permiten compartir recursos de forma eficiente, flexibilizar horarios y eliminar distancias. Los alumnos pueden realizar su aprendizaje desde cualquier sitio y a cualquier hora. Sin embargo a pesar de las ventajas que pueden obtenerse a través de estas plataformas, su implantación en el sistema universitario actual aún presenta ciertas reticencias. Son muchas las barreras que deben traspasarse hasta conseguir implantar una plataforma de e-learning. Entre ellas:

- La inercia de las clases magistrales. No siempre los profesores están dispuestos a invertir tiempo y esfuerzos en la creación de material, teniendo en cuenta que el sistema universitario actual favorece la investigación antes que la docencia.
- Dificultad de creación de campus virtuales. La no existencia de plataformas estándares conlleva a la creación de campus a medida para cada universidad, con el consecuente esfuerzo humano y económico.
- Dificultad de organización y mantenimiento del material didáctico en el campus virtual.

Podemos asegurar que el *e-learning* se está convirtiendo en uno de los pilares básicos de la enseñanza universitaria. Esta afirmación viene corroborada por los datos reflejados en el estudio

realizado para el Ministerio de Educación, Cultura y Ciencia [4] en el cual de las 68 universidades españolas, en Junio del 2003, se contabilizaron 30 con campus virtuales, entendiendo como tales un espacio organizativo de la docencia ofrecida por la universidad a través de Internet.

Después de analizar cual era la finalidad real de estas plataformas de e-learning, salvo en algunas excepciones, podemos generalizar que en la mayoría de los casos son usadas básicamente para publicar material docente, o bien para la comunicación con el alumnado, ya sea a través de e-mail (tutorías virtuales) o a través de foros. Desde nuestro punto de vista usar estas plataformas únicamente para publicar el material de las distintas asignaturas y como sistema de comunicación es infrutilizar las posibilidades que puede ofrecer un entorno de e-learning.

Conscientes de las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías nos propusimos avanzar un poco más, diseñando e implementando un entorno virtual capaz de corregir, controlar y evaluar automáticamente el trabajo realizado por el alumno en cualquier asignatura. Una herramienta de estas capacidades ofrecería numerosas ventajas: nos permitiría realizar una evaluación continuada del alumno, le facilitaríamos la corrección automática de sus problemas ofreciendo de esta forma el equivalente a un profesor virtual 24 horas al día, así como la posibilidad de corregir los déficit de formación que pudiera tener en materias básicas.

El punto clave para alcanzar nuestro objetivo radicaba en el diseño y desarrollo de un módulo que permitiera la corrección automática de cualquier tipo de problemas. Dicho módulo fue desarrollado por un grupo de profesores del departamento de Informática y Matemática Aplicada de la Universidad de Girona, y integrado juntamente con otros módulos en una plataforma común a la que denotamos ACME (acrónimo de Evaluación Continua y Mejora de la Enseñanza. ACME). Actualmente ACME se está usando en algunas de las carreras de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Girona como plataforma virtual de soporte a las clases presenciales con unos resultados muy satisfactorios.

La finalidad de este documento es presentar la evolución que ha seguido la plataforma ACME desde sus inicios en el curso 1998/1999 hasta la actualidad. Hemos dividido el documento en dos partes, una primera en la que presentaremos una breve descripción de la plataforma ACME y una segunda parte en la que presentaremos la evolución y evaluación de las distintas fases por las que hemos pasado hasta llegar al diseño actual de la plataforma.

## **LA PLATAFORMA ACME**

Iniciaremos esta sección dando una breve descripción de los objetivos que nos fijamos en el momento de diseñar la plataforma ACME. A continuación presentaremos los distintos módulos que la componen y posteriormente, presentaremos las funcionalidades que ofrece el sistema. Finalmente los diferentes tipos de usuario con los que puede interactuar.

### **Objetivos**

El departamento de Informática y Matemática Aplicada de la Universidad de Girona imparte docencia en carreras técnicas y en particular en asignaturas que se caracterizan por:

- *Tener un elevado componente práctico.*

Como ejemplos considérense las asignaturas de álgebra y cálculo o las asignaturas de introducción a la programación. En este tipo de asignaturas las clases se distribuyen en sesiones de teoría, en las cuales se introducen los conceptos básicos relacionados con la asignatura, y en sesiones de problemas o de laboratorio que tienen como finalidad aplicar la teoría introducida. Solamente con un trabajo continuado por parte del alumno pueden

asimilarse correctamente los contenidos. El trabajo diario y continuado es una baza fundamental para la superación de estas asignaturas.

- *Tener un elevado índice de fracaso.*

Generalmente las asignaturas a las que nos referimos se imparten en el primer curso de las ingenierías. Estos cursos se caracterizan por su elevado número de alumnos ya que estamos hablando de grupos de más de sesenta alumnos por aula. Evidentemente la atención personalizada al alumno por parte del profesor resulta prácticamente inviable. Debe tenerse también en cuenta que estas materias suelen ser de las más difíciles de la carrera. Ante este escenario el alumno se siente poco motivado.

Nuestra inquietud era intentar solventar el problema que arrastrábamos desde hacía años y reducir el índice de fracaso. El objetivo era diseñar e implementar una plataforma de e-learning que proporcionara:

- *Un entorno virtual de aprendizaje.*

El alumno a través de ACME podría resolver problemas planteados por el profesor y el sistema de forma automática le facilitaría on-line la corrección a las soluciones enviadas. Es decir, dispondría de un entorno equivalente a un profesor virtual las 24 horas al día con el único requisito de disponer de una conexión a Internet.

- Un entorno de evaluación continua.

El sistema asignaría cuadernos personalizados de problemas a los alumnos. Dichos problemas deberían resolverse en unos periodos de tiempo determinados. Al llegar a la fecha límite y a partir de las soluciones enviadas por los alumnos, las cuales habrían sido corregidas de forma automática, el sistema, siguiendo las restricciones fijadas por el profesor, asignaría una calificación. El sistema mantendría todas las soluciones enviadas por el alumno, tanto las correctas como las erróneas, de esta forma el profesor podría detectar los principales puntos débiles en el proceso de aprendizaje de la asignatura.

Además, debería incorporar las funcionalidades básicas de comunicación con el alumno (e-mail, foros, etc.) típicas de una plataforma de e-learning.

## **Descripción de la Plataforma .**

A continuación presentamos de forma sintetizada una descripción de los principales módulos que forman la plataforma ACME, para una descripción detallada véanse [1][2][3].

En la figura 1 presentamos un diagrama de módulos principales que componen la plataforma ACME y la conexión entre ellos. Estos módulos son:

### **1. Repositorio y Módulo de Introducción de Problemas.**

Para cada asignatura, el sistema mantiene en un *repositorio* un conjunto de problemas con la forma de corregirlo y opcionalmente pautas de ayuda para guiar al alumno en el proceso de resolución. Además, asociando un conjunto de valores y parámetros variables a los problemas, el sistema es capaz de generar automáticamente múltiples enunciados.

El profesor a través del *módulo de introducción de problemas* introduce los problemas en el repositorio siguiendo las especificaciones establecidas en función del tipo de los mismos. Por ejemplo, en las asignaturas de matemáticas además del problema se introducirá el código asociado para la verificación de la respuesta dada por el alumno. En las asignaturas de programación, cada problema lleva asociado un parámetro para indicar el lenguaje de programación que debe usarse para resolverlo y también un conjunto de valores de prueba con los resultados que deben obtenerse al ejecutar la solución enviada.

## **2. Módulo Generador de Cuadernos de Problemas**

Este módulo a partir de un conjunto de parámetros (temática, categoría, nivel de dificultad,...) fijados por el profesor, selecciona de forma automática conjuntos de problemas del repositorio a partir de los cuales se generan automáticamente cuadernos de trabajo únicos y personalizados para cada alumno.

## **3. Módulo de Corrección**

Este módulo corrige las soluciones enviadas por un alumno a un problema determinado, aplicando el método de corrección específico del mismo. Por ejemplo, en los ejercicios de matemáticas el código de verificación asociado al problema se ejecutará con la solución enviada por el alumno y se analizará si es o no correcta. Debe tenerse en cuenta que una misma expresión matemática puede escribirse de distintas formas todas ellas correctas. En el caso de problemas de programación deberá compilarse la solución propuesta, con el compilador apropiado, y una vez libre de errores se ejecutará con varios juegos de pruebas para comprobar que la solución obtenida sea la que se esperaba. El alumno será informado en tiempo real del resultado de la corrección.

## **4. Módulo de Evaluación Continuada**

La base de datos del sistema mantiene toda la información relativa a un alumno (problemas asignados, soluciones enviadas,..). De esta forma el módulo de evaluación continuada a partir de la información del alumno y siguiendo los criterios fijados por el profesor calcula la calificación que le corresponde.

## **5. Módulo de Auto-aprendizaje**

El módulo de auto-aprendizaje facilita al alumno un conjunto de problemas con distintos niveles de ayuda. Dichos niveles se activan de forma automática en función del número de errores que cometa el alumno al intentar resolverlos. En el caso extremo y después de varias soluciones fallidas el sistema le proporciona la solución correcta.

## **6. Módulo de Consulta de Estadísticas**

Este módulo permite al profesor consultar la información que mantiene la base de datos del sistema. Puede obtenerse información de los problemas asignados a los alumnos, de las soluciones enviadas a un determinado problema,...

## **7. Módulo de Comunicación**

Este módulo proporciona un canal de comunicación entre el profesor y el alumno permitiendo: el envío de e-mails entre profesor y alumnos así como la participación en el foro asociado a la asignatura. También permite al profesor adjuntar notas con comentarios informativos a las soluciones enviadas por los alumnos.

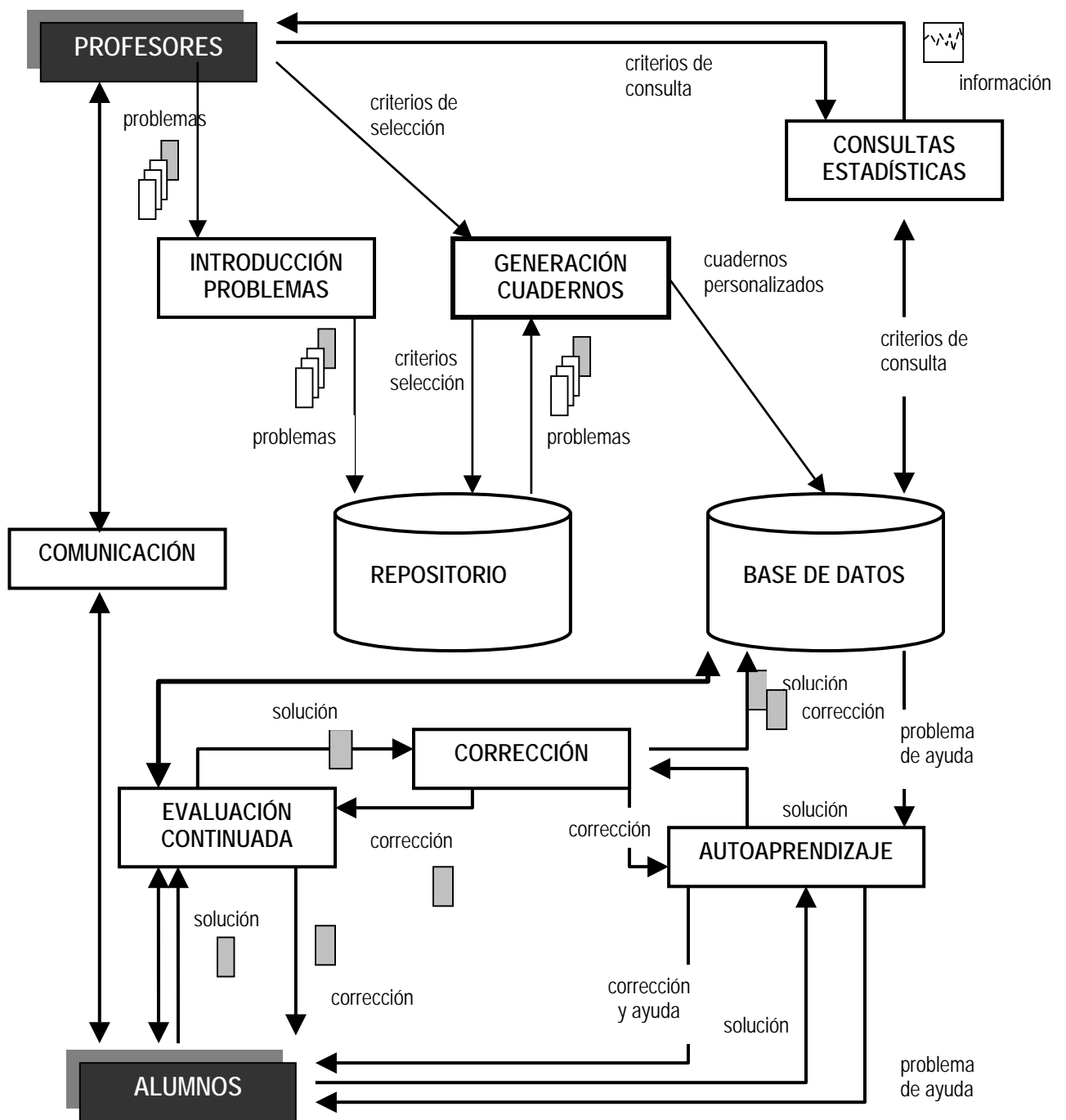


Figura 1. Estructura de la plataforma ACME.

## Funcionalidades de ACME

Puede verse que la esencia de ACME radica en automatizar el proceso de corrección de problemas. Esta automatización nos permite utilizar el sistema con dos fines totalmente distintos:

- *Como módulo de autoaprendizaje.*
- *Como sistema de evaluación continuada.*

Por último, remarcar que el uso del sistema simplemente requiere de una conexión a Internet, un navegador y el código de entrada al sistema. Nótese también, que en el caso de asignaturas de programación libramos al alumno de la tediosa tarea de instalar compiladores.

## Usuarios de ACME

El sistema ACME soporta tres tipos de usuarios:

- **Administrador del sistema.**

Encargado del mantenimiento general del sistema, control de seguridad, ...

- **Profesores.**

Todos los profesores que tienen acceso al sistema tienen asignadas una o varias asignaturas y un grupo de alumnos por cada una de ellas. Pueden controlar el trabajo realizado por el alumno, enviarle comentarios mediante los distintos medios de comunicación de que dispone el sistema, detectar las necesidades de cada uno y desde el punto de vista de la asignatura detectar los temas que presentan mayores dificultades e insistir en ellos en las clases presenciales. Cada asignatura tendrá un profesor responsable que será el encargado del mantenimiento de la asignatura, introducir nuevos problemas en el repositorio, introducir los alumnos en el sistema y generar los cuadernos de problemas personalizados.

Todos los profesores pueden acceder al foro o foros de las asignaturas a las que están asignados. También pueden enviar mensajes y adjuntar notas a los problemas de los alumnos de su grupo.

- **Alumnos.**

Los alumnos son los receptores del sistema. Pueden seleccionar una asignatura, visualizar su cuaderno de problemas y imprimir los problemas de un tema concreto. Tienen un profesor asignado al que pueden consultar vía correo electrónico o mediante los foros de la asignatura. Cuando ha resuelto un problema pueden enviar la solución a corregir y el sistema les informa de forma inmediata del resultado de dicha corrección. Este resultado puede ser *correcto* si la solución es correcta, *error sintáctico* si la solución no puede ser interpretada por el sistema en el caso de problemas de matemáticas o se han producido errores de compilación en el caso de los programas informáticos y *incorrecto* en el caso que la solución sea incorrecta. El alumno puede enviar tantas soluciones como sea necesario hasta conseguir resolver el problema correctamente.

## EVOLUCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA PLATAFORMA ACME.

El diseño actual de la plataforma ACME ha sido el resultado de un proceso de desarrollo y evolución del sistema iniciado a principios del 1998. En este apartado pretendemos dar una breve descripción de la evolución que ha seguido ACME desde sus inicios hasta la actualidad, así como de la correspondiente evaluación.

## **Fase 1. La Evaluación Continua**

Conscientes de la dificultad que presupone implantar una plataforma de e-learning, tanto desde el punto de vista del alumno como del profesor, empezamos aplicando ACME como un entorno de soporte al trabajo personal y de utilización voluntaria.

### ***Metodología***

En la primera etapa de ACME, que va del año 1998 al 2001, el sistema fue utilizado en los estudios de Ingeniería Industrial, concretamente en la asignatura de cálculo. En estos cursos se ofrecía al alumno la posibilidad de escoger entre una evaluación tradicional con el típico examen final o seguir una evaluación continua a través de ACME con un peso considerable en la evaluación final. No se exigía una decisión formal a principio de curso, simplemente se ofrecía la oportunidad a todos los alumnos, así el sistema ACME asignaba un cuaderno de problemas a cada alumno y los que optaban por esta metodología debían resolver los problemas entre unas fechas determinadas. De esta forma un alumno siempre podía optar por abandonar o incorporarse en cualquier momento. El sistema corregía automáticamente las soluciones propuestas y realizaba un seguimiento del trabajo del alumno.

### ***Valoración***

A pesar de la no obligatoriedad del uso del ACME la mayoría de alumnos optaron por este nuevo sistema de evaluación. Los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios. Observamos que el trabajo personal del alumno había aumentado considerablemente y también apreciamos un aumento de consultas en las tutorías.

Las valoraciones de los alumnos del sistema fueron muy positivas, el entorno resultaba amigable y no requería ningún tipo de instalación.

Desde el punto de vista de los profesores el sistema facilitaba una evaluación totalmente automática del alumno y permitía detectar sus principales deficiencias, ofreciendo de esta forma una guía de orientación para las clases teóricas. El tedioso esfuerzo que requería la preparación y entrada de problemas al sistema era compensado con los resultados obtenidos. El número de aprobados aumentó así como la nota media de la asignatura.

A finales de esta primera fase la plataforma se usó también en otras asignaturas de matemáticas y también en química de ingeniería técnica. El número de alumnos que soportaba el sistema era de unos 200.

## **Fase 2. Los Problemas de Ayuda**

Al finalizar la primera fase ACME era una plataforma de corrección de problemas con la consiguiente evaluación de los mismos. Los comentarios de los alumnos eran alentadores, pero echaban en falta un procedimiento que les guiara en la resolución de los problemas ya que a menudo no sabían como plantearlos. Empezó así una nueva etapa en el proceso de desarrollo del ACME marcado por la implantación del módulo de ayuda a la resolución de problemas.

Incorporamos un nuevo tipo de problemas que disponían de varios niveles de ayuda los cuales a través de distintas preguntas guiaban al alumno a la solución final. El sistema corregía on-line cada una de las respuestas o soluciones parciales enviadas a un problema y en función de éstas se iban activando los diferentes niveles de ayuda.

## ***Metodología***

Los problemas de ayuda se usaron como refuerzo a las clases de teoría. Generalmente los conceptos teóricos van acompañados de algún ejemplo en el que vemos como aplicarlos. La idea era mantener en el sistema problemas de ayuda similares a los ejemplos que presentábamos en las sesiones teóricas. El proceso de resolución de dichos problemas por parte del alumno sería el mismo, es decir enviaría una solución y el sistema la corregiría. ACME actuaría de forma distinta mostrando diferentes niveles de ayuda en función del número de errores que cometiera el alumno.

El uso de estos problemas era totalmente voluntario. Evidentemente nosotros los aconsejábamos para reforzar y consolidar los conceptos teóricos.

## ***Valoración***

La implantación de este tipo de problemas fue valorada muy positivamente ya que ACME pasaba de ser una plataforma de corrección / evaluación a disponer de unas funcionalidades añadidas de auto-aprendizaje. A partir de este momento el alumno vio en ACME a un profesor particular virtual.

El proceso de introducción de un problema de ayuda resulta más lento puesto que deben introducirse los diferentes niveles de ayuda.

## **Fase 3. Programación**

El siguiente paso en el desarrollo de ACME fue la ampliación del módulo de corrección de forma que pudiese corregir cualquier tipo de problemas. Concretamente la última versión de ACME que está funcionando desde febrero del 2004 permite la corrección de algoritmos y programas informáticos escritos en diferentes lenguajes de programación. En esta fase del desarrollo de ACME nos enfrentábamos a un nuevo reto puesto que la resolución de problemas de programación es específica del programador y las soluciones correctas pueden ser muchas y totalmente distintas.

## ***Metodología***

Durante este último semestre ACME además de en las asignaturas de matemáticas y química se ha utilizado en un curso piloto de introducción a la programación de 118 alumnos. El sistema ha sido usado:

- En las sesiones de teoría como sistema de evaluación continua. A cada alumno se le ha asignado un cuaderno con nueve problemas que debían resolverse usando pseudo-código.
- En las sesiones de laboratorio como software base de las clases prácticas. Todos los problemas y los ejemplos presentados por el profesor se realizaban a través de la plataforma ACME. De esta forma podíamos controlar el trabajo realizado por el alumno durante las sesiones de prácticas. Sabemos que se han enviado 28199 programas a corregir, con una media de 4.36 soluciones por problema, 2.02 errores de compilación por problema y 1.34 de ejecución.



## **Valoración**

La valoración que hacemos de ACME en esta tercera fase es muy positiva, puesto que no solamente nos facilita la tarea sino que ha motivado de forma considerable el interés del alumno por la programación. En estos momentos creemos que estamos explotando al máximo la potencia del sistema

## **CONCLUSIONES.**

El proyecto ACME es un entorno virtual de resolución de todo tipo de problemas, pensado como soporte a las clases presenciales. Actualmente se están utilizando en las asignaturas de matemáticas, química y de introducción a la programación en la Universidad de Girona. Los resultados obtenidos a través de la plataforma nos permiten asegurar que el *e-learning* aplicado como complemento de las clases presenciales mejora ostensiblemente el resultado académico de los alumnos. Además, el hecho de ser un entorno abierto de resolución de problemas, permite generalizar su uso a otros estudios (bachillerato, ciclos formativos, cursos de formación,...) y a otras temáticas (bases de datos, inglés, física, mecánica,...).

La potencia de ACME radica en la corrección on-line y de forma totalmente automática de diversos tipos de problemas. Actualmente estamos trabajando en la ampliación de los distintos tipos de problemas que puede soportar el sistema.

## **Bibliografía**

- [1] J. Soler, J. Poch, E. Barrabés, D. Juher, J. Ripoll. A tool for the continuous assessment and improvement of the student's skills on a mathematics course. Proceedings of the International Symposium. on Technologies of Information and Communication in education for Engineers and Industry. TICE 2002 pp. 105-110, Lyon, 2002
- [2] I. Boada, J. Soler, F. Prados, J. Poch. A teaching/learning support tool for introductory programming courses. IEEE Proceedings of the 5th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training. ITHET 2004 (aceptado).
- [3] J. Poch Garcia; E. Barrabés Vera; D. Juher Barrot; J. Ripoll Misse; J. Soler Villanueva; A. Calsina Ballesta. ACME 2.0 un sistema de evaluación continuada y ayuda a la resolución de problemas. Actas XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Vilanova i la Geltrú 23, 24 i 25 de Juliol de 2003.
- [4] "Los Campos Virtuales de las Universidades Españolas" realizado por la Universidad de la Laguna para el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, curso 2001-2002 <http://www.edullab.es/campusvirtuales/infrome/inicial.htm>