



UNIVERSIDAD  
**COMPLUTENSE**  
MADRID

Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2015

Nº de Proyecto: 372

Modelo de asistente semi-automático para procesos de aprendizaje  
presenciales

María Guijarro Mata-García

Facultad de Informática

Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática

## **1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto**

En los años 50 surge la idea de utilizar herramientas informáticas con el fin de mejorar la calidad y soporte en la enseñanza. Los objetivos de estos sistemas son muy diversos, incluyendo la distribución de contenidos educativos, la reducción de los costes de enseñanza, y el soporte a determinados contextos y paradigmas de aprendizaje. A día de hoy, el uso de estas herramientas para la enseñanza es prácticamente imprescindible. Las asignaturas, sean del ámbito que sean, tienen reflejo tecnológico con el que los alumnos pueden aprender y afianzar sus conocimientos.

Las principales limitaciones que nos encontramos en el uso tradicional en las aulas son las dificultades para evaluar la evolución del aprendizaje y guiarlo. Por otra parte, hay también que señalar la dificultad para establecer pautas efectivas de guía del estudiante una vez que se le ha evaluado. Por último, el docente, tiene que realizar estas tareas de manera individualizada para cada uno de los alumnos, contando con escaso soporte automático para evaluar los datos y dirigir las actividades de enseñanza.

Este proyecto pretende abordar dicha problemática mediante la definición de un modelo para sistemas de soporte al aprendizaje haciendo uso de las tecnologías que disponen los docentes. Este modelo se centrará en la definición de los mecanismos para aprovechar herramientas informáticas de uso común en entornos educativos con el propósito de evaluar y guiar al alumno, mejorando así su experiencia educativa. En particular, se busca trabajar los aspectos de personalización del aprendizaje y trabajo en grupo. No se trata tanto de las competencias relacionadas con materias concretas, sino de cómo el alumno y las personas que interactúan con él gestionan el proceso de aprendizaje. Estos aspectos se pueden beneficiar altamente de sistemas semi-automatizados de soporte, ya que el número de alumnos, la variedad de herramientas informáticas que usan y el elevado volumen de información que Bajo este contexto se plantean los siguientes objetivos:

- Ampliar el conocimiento sobre estrategias pedagógicas utilizadas con sistemas informáticos. Aquí se incluyen tanto aspectos de evaluación como actuaciones para orientar el proceso de aprendizaje. Se trata de disponer de un catálogo de acciones que puedan ser aplicadas por componentes del modelo.
- Determinar las técnicas adecuadas para una representación apropiada del conocimiento anterior. Hay que recordar que dicha información deberá ser procesable por los sistemas informáticos construidos, pero también examinada y generada por los propios participantes en el proceso educativo.
- Establecer las técnicas de análisis de datos que pueden extraer información significativa de la información proporcionada por herramientas pedagógicas informáticas de uso amplio en nuestra universidad. Aquí se deben considerar aquellos aspectos que sean relevantes de acuerdo con las estrategias pedagógicas del objetivo primero.
- Establecer el modelo tecnológico de integración de herramientas apropiado para trabajar con los elementos anteriores. Éste deberá ser fácilmente extensible en varios aspectos: conexión con otras herramientas usadas en ámbitos pedagógicos, tanto para la extracción de datos como para la aplicación de acciones; conexión con herramientas de minería de datos; incorporación de nuevo conocimiento.
- Definir los procesos para trabajar con el modelo anterior. Para ellos se colaborará con expertos representantes de los destinatarios de cada guía, principalmente desarrolladores y docentes.
- Evaluación de los elementos anteriores en situaciones pedagógicas reales. Se considerarán aspectos como usabilidad, eficiencia y tiempo de desarrollo para los roles orientados al desarrollo de estos sistemas, y para los participantes en el proceso de aprendizaje aspectos de usabilidad de los sistemas resultantes y su conocimiento así como mejora en los procesos de aprendizaje. Éste último será el aspecto de más peso en la evaluación.

## 2. Objetivos alcanzados

En este proyecto se plantea un modelo y metodología para construir y usar sistemas de soporte semi-automatizado para el seguimiento, guía y evaluación del proceso de aprendizaje. El objetivo es tomar ventaja del amplio uso de herramientas informáticas en entornos educativos para facilitar la extracción de información sobre el proceso y la actuación sobre el mismo.

A fin de obtener unos resultados pedagógicos adecuados, el seguimiento y guías de actuación anteriores estarán basados en teorías pedagógicas de amplio uso en este contexto. La aproximación favorecerá la implicación y autonomía de la comunidad educativa prestando especial atención a un diseño orientado al usuario final. Con ello se pretende evitar el abandono de los sistemas por la falta de soporte especializado, facilitar su adopción, y promover la creación de una comunidad de usuarios donde se proporcione apoyo mutuo.

Persiguiendo estos objetivos se ha llevado a cabo una primera aproximación del modelo en la ejecución de este proyecto. La primera tarea a abordar ha sido la de orientar y automatizar la formación de grupos de trabajo en las aulas que lo requieran.

Se ha planteado una metodología específica a este objetivo y se ha llevado al aula, obteniendo unos resultados satisfactorios.

Esta metodología alcanza los objetivos de:

- Ampliar el conocimiento sobre estrategias pedagógicas utilizando test de perfiles de aprendizaje, con el fin de poder crear una catalogación de los alumnos según dichos perfiles. Para este proyecto se han seleccionado dos test que se adecuaban a los requisitos del experimento a realizar.
- Determinar las técnicas adecuadas para una representación apropiada del conocimiento anterior. Una vez realizados los test esos perfiles son llevados al modelo donde se van a clusterizar, para posteriormente realizar clasificaciones.

- Establecer las técnicas de análisis de datos que pueden extraer información significativa de la información proporcionada. Se ha considerado adecuado utilizar el algoritmo de clusterización y clasificación basado en el paradigma fuzzy el cual es bien conocido en la literatura y está probado satisfactoriamente.
- Evaluación de los elementos anteriores en situaciones pedagógicas reales. Este modelo se ha llevado al aula y se han evaluado los resultados de probar la creación de los grupos según los perfiles y siguiendo la metodología descrita en este proyecto.

El nivel de consecución de los objetivos planteados se evaluará a través de la experimentación con varios grupos de estudiantes reales. Estos grupos serán involucrados en varias etapas del desarrollo, de forma que puedan aportar requisitos para esta arquitectura y considerar su satisfacción. Todo esto se pretende llevar a cabo en proyectos posteriores con el fin de afianzar y mejorar la metodología.

### 3. Metodología empleada en el proyecto

La metodología a desarrollar en este proyecto constará de varias fases. Estas fases serán desarrolladas por los diferentes grupos de trabajo que se formarán.

Las diferentes fases en las que se puede describir la metodología son:

- La fase de análisis preliminar analizará el uso actual de sistemas educativos. Se realizará una revisión de la literatura disponible sobre teorías y técnicas pedagógicas en entornos con sistemas informáticos. Algunos campos a abordar son los del e-learning, blended learning, CSCL, PBL, comunidades de práctica y entornos virtuales.  
Para realizar el análisis de herramientas pedagógicas se considerarán sobre todo herramientas que faciliten la extracción de información sobre su actividad mediante exportaciones de contenidos o interfaces de programación.
- En la fase de desarrollo, se estudiarán los mecanismos para la representación del conocimiento y se establecerán las pautas para el desarrollo del modelo. A su vez se pretende implementar el modelo así como el prototipo para poder llevarlo a las aulas y poder empezar con la evaluación del sistema.
- Finalmente contamos con la fase de Evaluación, donde se llevarán a cabo las tareas de puesta en marcha del modelo así como su evaluación en casos reales. Para este proyecto contamos con la evaluación de lo ocurrido en una asignatura de la titulación de Ingeniería Superior de Informática de la Universidad Complutense de Madrid, donde el trabajo en grupo era una tarea fundamental para el buen desarrollo de la asignatura.
- Para la experimentación de la metodología diseñada se plantea utilizar grupos piloto dentro de varias asignaturas de la Facultad de Informática de la UCM. El diseño exacto de los experimentos dependerá de la disponibilidad y participación de estudiantes.

#### 4. Recursos humanos

Para poder describir la metodología y el plan de trabajo para este proyecto se deben tener en cuenta las diferentes fases a desarrollar en este trabajo. La primera de ellas, la fase de análisis, viene determinada por el estudio y análisis tanto de las herramientas informáticas como de la representación de conocimiento pedagógico en sistemas informáticos. La segunda, fase de desarrollo, consistirá en, según los resultados en el aula, determinar el modelo a seguir con el fin de obtener un prototipo exportable. Bajo esta perspectiva contamos con los tres siguientes grupos:

- Grupo de innovación informática (GII): formado por el equipo docente involucrado en el ámbito de la informática y la minería de datos. Este grupo se encargará de la elección de herramientas informáticas así como del diseño del modelo. También serán los encargados de la evaluación de los datos obtenidos a nivel cuantitativo. Este grupo determinó qué herramientas de minería de datos era la más adecuada con el fin de ofrecer un sistema automático para la generación de grupos de trabajo.
- Grupo de innovación pedagógica (GIP): formado por el equipo docente que desarrolla su investigación en el área de sociología. Este grupo ayudará en las tareas de elección de métodos pedagógicos que mejor encajen según las necesidades del aula. De este modo, fue este grupo el que determinó cuáles eran los test de perfiles de aprendizaje que mejor se adaptaban a las necesidades del aula, atendiendo al carácter de la asignatura así como al tipo de alumnos del que disponíamos.
- Grupo de pruebas (GP): formado por todos los docentes del grupo con el fin de evaluar el modelo adquirido.

## 5. Desarrollo de las actividades

Esta metodología está pensada para aulas donde la asignatura se desarrolle en grupos de alumnos. La metodología propuesta consiste en la realización de dos test por parte de los alumnos al inicio de la asignatura. Una vez realizados los test, cada alumno quedará representado como un vector  $x$  cuyas características vendrán dadas por las respuestas a los test. Habiendo seleccionado los test descritos en la sección de anexos, cada vector constará de 8 características que serán los porcentajes que definen a ese alumno para cada perfil de aprendizaje.

Una vez formados los vectores pasaremos a la etapa de clusterización. El primer paso consiste en obtener el número de cluster con ese conjunto de muestras. Hay que señalar que el resultado obtenido en este paso es propio del aula con el que nos encontremos ya que no en todas las clases los alumnos se rigen por los mismos perfiles de aprendizaje. Una vez obtenidos los clusters podemos clasificar cada estudiante, representado por un vector  $x$ , en una de las clases obtenidas en la clusterización. Una vez llegados a este punto la metodología se puede automatizar ya que habiendo establecido los clusters, atendiendo a las necesidades del aula y los perfiles de estudiantes, para cursos posteriores cada alumno puede ser clasificado directamente según las características obtenidas en los test realizados.

El siguiente paso hay que realizarlo para cada aula y para cada asignatura en la que se quiera usar este modelo. En una primera instancia se formaran los grupos para el trabajo colaborativo en entornos virtuales teniendo en cuenta una representación equitativa de cada clase, y dándole un mayor peso a cada clase para otros grupos. De esta manera se podrá estudiar qué representación funciona mejor en cada asignatura y con cada perfil de estudiante. Una vez evaluados estos grupos, se puede concluir cual es la mejor representación a la hora de mezclar las clases para esa asignatura.

El caso de estudio de esta metodología se llevó a cabo en la asignatura de Procesadores del Lenguaje perteneciente a la carrera universitaria de Ingeniería Superior en Informática impartida en la Facultad de Infor-

mática de la Universidad Complutense de Madrid. La asignatura de Procesares del Lenguaje es una asignatura con un contenido teórico y el desarrollo de una práctica de programación en Java desarrollada por grupos de entre 10 y 12 alumnos. El aula durante este curso académico estaba constituida por 80 alumnos. Finalmente quedaron constituidos 8 grupos de 10 alumnos.

Para la formación de los grupos se les pasó a todos los alumnos los dos test seleccionados (ver anexo). Con el primer test se definen las aptitudes de los alumnos para su aprendizaje individual. Con el segundo el modelo de aprendizaje que les surge en entornos virtuales.

Una vez pasados los test, de cada alumno teníamos el porcentaje de los perfiles definidos para cada modelo de aprendizaje.

Al clusterizarlos vimos que los perfiles se agrupaban en tres clases predominantes, aquellos que tenían un porcentaje mayor de 30%. Ver tabla 1 del apartado Anexos.

La práctica a desarrollar constaba de dos entregas, una en la convocatoria de Febrero y otra entrega en Junio. Para la evaluación de la metodología se dividió el aula en dos grupos de 40 alumnos, grupo A y grupo B. Para la primera entrega, cada equipo de trabajo del grupo A se formó de manera aleatoria, eligiendo ellos sus compañeros en algunos casos y en otros añadiendo los docentes los alumnos al azar. El grupo B, de 40 alumnos, cada uno de los equipos de trabajo se formó manteniendo unos porcentajes de participación de cada uno de los clusters obtenidos en el primer paso. De esta forma, quedó un primer grupo, grupo B1, formado de forma equitativa por todas las clases, un 33% de participación de cada cluster. Un segundo grupo, grupo B2, donde predominaba la clase 1. Un tercer grupo, grupo B3, donde el predominante era la clase 2. Y un cuarto grupo, grupo B4, donde el cluster predominante era el 3.

Formados ya los 8 grupos se dejó que trabajaran durante el primer cuatrimestre, hasta la entrega de la práctica en febrero. Después de la evaluación se vieron las notas de cada uno de los grupos tanto a nivel de trabajo colaborativo como a nivel individual.

Las conclusiones obtenidas en este primer paso fueron que los grupos B2 y B3 fueron los que mejores notas obtuvieron a nivel de desarrollo de la práctica y evaluación obtenida, siendo muy positivas a nivel de trabajo colaborativo. El grupo B1 había experimentado problemas de entendimiento entre los miembros del equipo y el grupo B4 no había llegado a entregar la práctica a tiempo. Del grupo A, el equipo de trabajo A1 sacó muy buena nota y el trabajo entre ellos se llevó de manera correcta y los grupos A2 y A3 sacaron notas dentro de la media. El equipo A4 no superó esta primera entrega. Toda esta información se encuentra resumida en la tabla 2 del apartado anexos.

En el segundo cuatrimestre y con la realización de la segunda parte de la práctica se rehicieron los grupos. Esta vez ninguno fue al azar y se constituyeron teniendo en cuenta los test realizados al comienzo de clase y los resultados en el grupo piloto del primer cuatrimestre.

Ya que las mejores notas y evaluaciones por parte de los alumnos en cuanto a sus perspectivas de trabajo en equipo, fueron los grupos B2 y B3, se constituyeron seis grupos siguiendo los porcentajes ofrecidos por esos grupos pilotos. Los grupos C1, C2 y C3 siguieron la distribución del grupo B2 y los grupos C4, C5 y C6 la arquitectura de B3. Los dos grupos que faltan, C7y C8, siguieron la arquitectura del siguiente mejor, el B1 pero reforzándole por parte del docente a lo largo de ese cuatrimestre el trabajo en equipo y la forma de comunicarse.

Los resultados obtenidos con estos nuevos grupos se detallan en la tabla 2. Como podemos ver, los grupos C1, C2, C4 y C6 han funcionado bien a nivel de grupo, y sus valoraciones a nivel de trabajo colaborativo son positivas. El grupo C3 ha conseguido superar esta entrega de una manera suficiente pero no sobresaliente. El grupo C5 lejos de lo que nos esperábamos, no ha conseguido superar esta parte de la asignatura. El grupo C8 ha superado la práctica notablemente mejorando la comunicación entre los miembros del equipo mediante plataformas diseñadas para un trabajo colaborativo (ver [www.trello.es](http://www.trello.es)). El grupo C7 no llegó a entregar la práctica a tiempo dejando la entrega para la convocatoria extraordinaria.

## 6. Anexos

### a. Anexo 1: Test

Los test seleccionados en este caso de estudio han sido:

1. Alonso, C. M., Gallego, D. J., Honey, P.: Learning Styles – What They Are – How to Assess Them – How to Improve Our Own Learning Style (original in Spanish “Los estilos de aprendizaje - Qué son - Cómo diagnosticarlos - Cómo mejorar el propio estilo de aprendizaje”). Editorial Mensajero (1994).
2. Barros, D. M. V.: Collaborative Learning Styles for E-learning (original in Portuguese “Estilo de aprendizagem colaborativo para o e-learning”). Linhas 12(2), 31-43 (2011).

### b. Anexo 2: Tablas de resultados

Cluster	Porcentajes obtenidos de cada perfil (%)							
	Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático	Participativo	Investigador	Estructurado	Concreto
1	39.14	11.93	14.33	34.57	40.19	11.35	13.59	34.84
2	8.66	38.55	41.90	10.86	25.05	55.23	10.36	9.34
3	15.26	54.91	11.48	18.33	11.50	14.15	25.60	48.73

**Tabla 1.** Cluster obtenidos según los porcentajes de representación de cada perfil

Intervalo de notas	Grupos	
	1º Cuatrimestre	2º Cuatrimestre
≥ 9	B2, B3	C1, C4

[8, 9)	A1	C2, C6
[7, 8)	A3	C8
[6, 7)	A2, B1	C3
[5, 6)	-	-
< 5	A4	C5
No presentado	B4	C7