

# AUTOMATIZACIÓN DEL APRENDIZAJE PARA LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN ENSEÑANZAS TECNOLÓGICAS

Marcos García Alberti<sup>1</sup>, Ángela Moreno Bazán<sup>1</sup>, Ana Traver Viciano<sup>1</sup> y Juan C. Mosquera<sup>2\*</sup>

1: INGENIERÍA CIVIL: CONSTRUCCIÓN

E.T.S. de Caminos, Canales y Puertos

Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: [marcos.garcia@upm.es](mailto:marcos.garcia@upm.es)

2: Departamento de Mecánica de Medios continuos y Teoría de estructuras

ETSI Caminos, Canales y Puertos

Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: {angela.moreno, juancarlos.mosquera}@upm.es;

ana.traver.viciano@alumnos.upm.es

**Resumen.** *Se presenta un estudio sobre las imparticiones y aprovechamientos de las asignaturas de Organización de Obras perteneciente al grado de Ingeniería Civil y Territorial. Por un lado, la creación de un banco de ejercicios de manera automatizada no solo ahorra tiempo sino que incrementa su calidad, pudiendo crear un amplio sistema de recomendaciones que agilice el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por otro lado, estas innovaciones promueven un esquema de aprendizaje personalizado para cada alumno.*

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en restos, aprendizaje colaborativo, elaboración de material docente.

## 1. Introducción

Los planes de estudio tradicionales se centran en aspectos teóricos y dejan en un segundo plano las aplicaciones prácticas. Además, aunque los créditos presenciales de las asignaturas se han visto reducidos sustancialmente, se ha penalizado el tiempo dedicado a las aplicaciones prácticas. En el caso de asignaturas como Organización de Obras, objeto de este estudio, su influencia es aún mayor, ya que la planificación gráfica de la obra es de gran importancia. Para la programación de proyectos existen herramientas de gran valor ingenieril y pedagógico como son los diagramas realizados por el método del camino crítico, siendo los más conocidos los de Gantt, PERT o Roy. La dificultad de este tipo de técnicas de programación suele ser el establecimiento de matrices de precedencia y la utilización de métodos basados en la teoría de grafos. Sin embargo, la habilidad para resolverlos y el establecimiento de una segunda lógica permite establecer de forma muy visual todo el proceso de desarrollo del proyecto. Esto aporta a los alumnos una visión transversal de la construcción de una obra expandiendo la visión más estrecha que dan las asignaturas individuales y destacando en el proceso de ejecución los procesos más críticos, las holguras, los costes directos e indirectos y la eficiencia en la aplicación de recursos.

Con objeto de mejorar la docencia, se plantea un sistema capaz de generar numerosos ejercicios mediante herramientas informáticas de automatización profesionales como AutoCAD, Microsoft Excel o Matlab que permitan una enseñanza virtual, a nivel teórico y práctico, personalizada en función del ritmo del alumno.

Una clase práctica almacenada en YouTube puede ser la elección inicial de la mayoría, reforzada con una demostración teórica complementaria. Sin embargo, el empleo de aplicaciones profesionales para el desarrollo de ejercicios prácticos como plantillas y su automatización posterior es la clave del éxito del autoaprendizaje. Así, podemos generar ejercicios similares o futuras modificaciones del mismo ejercicio. Dicha generación de un gran banco de ejercicios parametrizados permitiría aumentar los recursos disponibles para el aprendizaje autónomo en la asignatura de Organización de Obras u otras asignaturas. Por otro lado, hemos comprobado que existen diversos estilos y niveles de aprendizaje por lo que la selección de ejercicios propuesta a cada alumno debe seguir un diagrama de flujo personalizado. En este PIE se pretende utilizar Excel y Matlab para poder automatizar la generación de ejercicios de programación de obras. En este documento se comentan las fases iniciales del mismo, estando en desarrollo trabajos más avanzados como son la generación de una aplicación visual en Matlab y el uso de sistemas de recomendaciones.

## 2. Generación de un repositorio de ejercicios

La primera fase consiste en generar diagramas de la manera más automática posible. Existen numerosos programas de pago que facilitan su creación como Microsoft Project, OpenProj o Planner. Entre sus funcionalidades destaca la posibilidad de realizar diagramas de Gantt o calendarios de ejecución de manera rápida y eficaz sin embargo, al ser de pago, no es accesible a todo el alumnado. No obstante, existen otros programas como Gantt Project cuya aplicación es libre y su código es Opensource, siguiendo el principio KISS (Keep It Short and Simple) que surgió en la Universidad de Marne-la-Vallée (Francia). Esta aplicación destaca en diseño gráfico ya que permite la visualización del desglose de tareas en el desarrollo del proyecto, además de las relaciones jerárquicas y de interdependencia entre tareas (Figura 1).

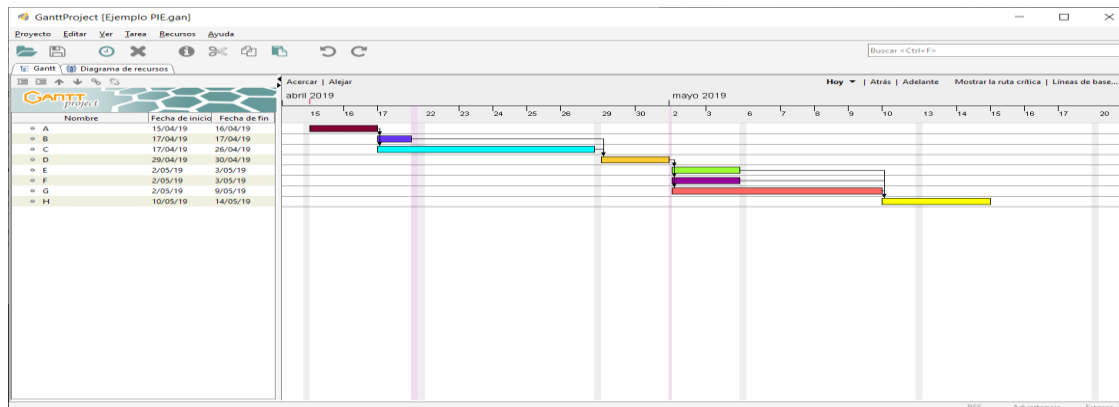


Figura 1. Diagrama de Gantt en el programa Gantt Project

En la pestaña de Gantt a la izquierda de la Figura 2 se pueden añadir actividades asociadas a una duración determinada y a una mano de obra determinada, así como las diferentes correlaciones. Pero la funcionalidad más interesante es que genera automáticamente un diagrama PERT asociado. Esta representación gráfica adicional facilita a los alumnos la visión más clara de la progresión del proyecto. Aunque ambos son ampliamente conocidos, los diagramas de Gantt se centran en la duración de las actividades mientras que los gráficos PERT inciden en las relaciones que se establecen, por lo que se ilustran de manera más efectiva las dependencias, aunque su creación puede llegar a ser más compleja.

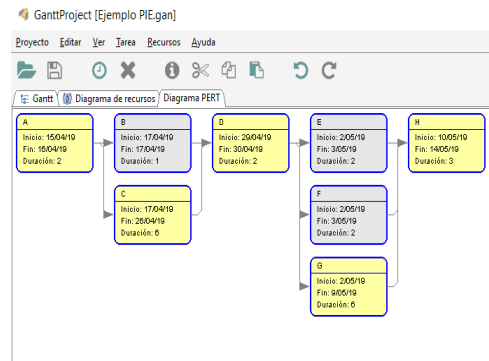
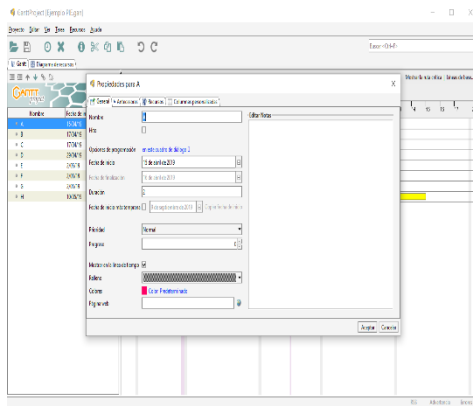


Figura 2. Actividades (izquierda) y PERT en Gantt Project (derecha).

Si bien Microsoft Excel no es un programa específico de organización de obras, su interfaz resulta mucho más familiar para los alumnos y su obtención es realmente sencilla, ya que cuentan con una licencia UPM de Office 360. Su utilización requiere aplicar fórmulas, macros y gráficos. La grabadora de macros genera un código de Visual Basic para Aplicaciones (VBA), cuyo código se genera automáticamente al capturar los movimientos realizados [1]. Se ha realizado variantes de gráficos Gantt (Figura 3). Los pasos para crear el diagrama de Gantt son: 1) Matriz que indica el horizonte temporal del proyecto indicando mes, fecha y día. 2) Tabla mediante fórmulas que indican el ID, tarea, fecha de inicio, fin y duración. 3) Generación de la macro VBA.

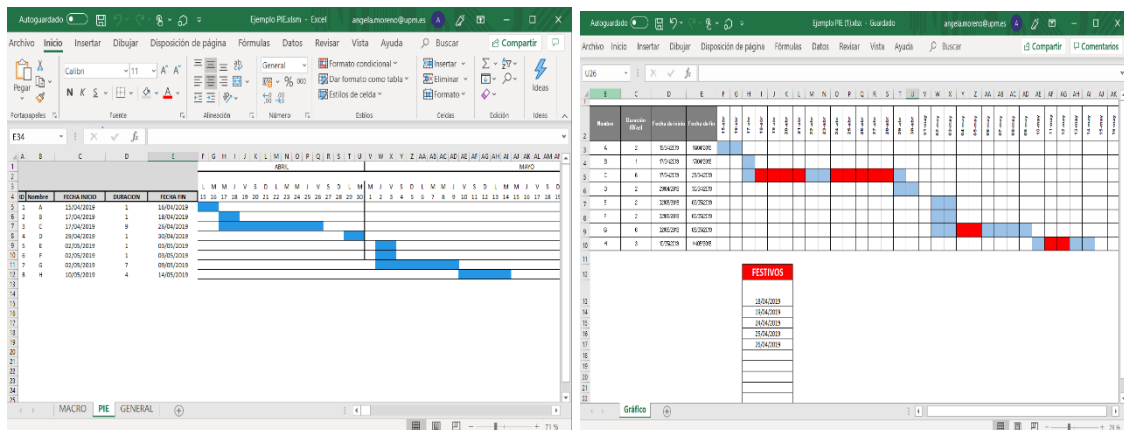
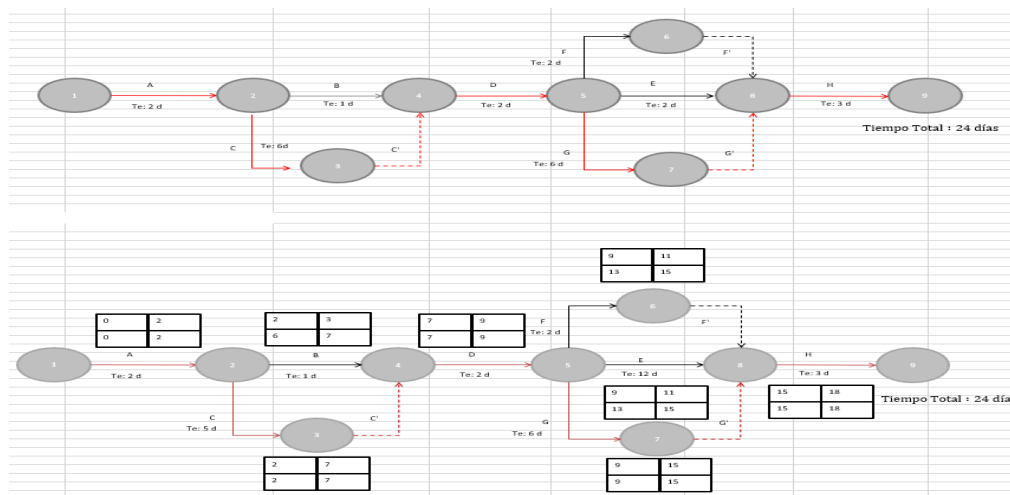


Figura 3. Diferentes diagramas de Gantt en Excel. Incorporan parámetros como por ejemplo los días festivos.

También se ha comenzado a crear diagramas PERT en Excel (Figura 4); junto con VBA se podrían generar ejercicios similares o futuras modificaciones del mismo. Se ahorraría tiempo, se incrementaría la calidad de los ejercicios y se reduciría la posibilidad de errores humanos. Además, se han introducido métodos determinísticos como el CPM cuyo objetivo principal es controlar el progreso mediante la asignación de recursos para que el tiempo total no se modifique. Es este caso (Figura 6) se trata de macros codificadas con VBA mucho más complejas.



**Figura 4.** Diagrama PERT y CPM en Excel

### 3. Sistemas de recomendaciones

Su utilización puede contribuir a agilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en clase y a aumentar la motivación. Actualmente estamos trabajando en un sistema de recomendaciones en Moodle mediante el recurso Lección, aunque solo permite mostrar los diagramas en formato JPG. Existe un control de flujo que proporciona la opción de ir hacia atrás si los conceptos no están claros e incluso permite añadir teoría al respecto. Dicho sistema de recomendaciones es aún bastante lineal; se espera que Moodle mejore los recursos para utilizar este repositorio en toda su extensión.

### 4. Conclusiones

Se ha mostrado la versatilidad de Excel para automatizar diagramas mediante macros y VBA para generar un repositorio de ejercicios de diferentes dificultades, de Gantt, PERT o CPM. Una vez agrupados por niveles, podremos crear el sistema de recomendaciones. Moodle no cuenta con una herramienta que pueda aplicar estas macros en toda su extensión, si bien estamos trabajando con el recurso Lección, que aplica estos conceptos. Los trabajos actualmente en desarrollo son una app en Matlab que genere diagramas de programación de proyectos para su utilización en el aula y la aplicación avanzada de los sistemas de recomendaciones para su implementación.

### Referencias

- [1] Padín, L. (2008). Macros en Excel. USERSHOP.
- [2] Team, G. (2015). GanttProject: free desktop project management app.
- [3] López Valera, P. (2007). Planificación, programación y control de proyectos mediante técnicas de camino crítico. S. Iglesias Baniela, Planificación, Programación y Control de Proyectos. Santiago de Compostela. Perú: Andavira Editora.
- [4] J. Blazewicz, D. Kobler. "Review of properties of different precedence graphs for scheduling problems". European Journal of Operational Research. Vol. 142. 2002. pp. 435-443.
- [5] Caballero Villalobos, J. P., Jarro Sanabria, S. P., & García Cáceres, R. G. (2011). Activity scheduling through gantt charts in an ms excel spreadsheet. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, (61), 132-145.
- [6] Méndez Vázquez, R. M. (2013). Algoritmo para la asignación automática de tareas de los procesos en las fabricas de software.