

Gestión del trabajo colaborativo de diseño en ingeniería basada en procesos y usando Google Drive

Collaborative design work management in engineering based on processes and using Google Drive

Alejandro Santos Martínez Sala¹, Juan Carlos Sánchez Aarnoutse¹
alejandros.martinez@upct.es, juanc.sanchez@upct.es

¹Departamento de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
Universidad Politécnica de Cartagena
Cartagena, España

Resumen- Muchas asignaturas en ingeniería usan el trabajo de diseño final y en grupos de varios alumnos para desarrollar las competencias de trabajo en equipo y aplicación de conocimientos a la práctica. Se expone la propuesta y resultados de un proyecto de innovación docente donde se concibe el trabajo de diseño como una gestión por procesos y gestión documental siguiendo las buenas prácticas de sistemas de calidad tipo ISO9000 que emula la labor de una empresa de ingeniería. Los procesos operativos se relacionan con documentos entregables que se gestionan en un espacio colaborativo en la nube de Google Drive. Se logra mayor eficiencia y aprovechamiento del tiempo por parte de los alumnos y mejores resultados de aprendizaje mientras que el equipo de profesores tiene un mayor control sobre el avance y resultados de los alumnos.

Palabras clave: *aprendizaje basado en proyectos, trabajo colaborativo, gestión por procesos, Google Drive.*

Abstract- Many engineering subjects utilize final design work carried out in groups of multiple students to develop teamwork skills and apply knowledge to practical scenarios. This article presents the proposal and results of a teaching innovation project where design work is conceptualized as process management and document control following the best practices of ISO9000 quality systems, emulating the operations of an engineering company. Operational processes are related to deliverable documents that are managed in a collaborative cloud space using Google Drive. This approach achieves greater efficiency and time utilization by students, leading to improved learning outcomes, while providing the team of instructors with increased control over student progress and results.

Keywords: *project-based learning, collaborative work, process management, Google Drive.*

1. INTRODUCCIÓN

La educación en ciencias e ingeniería se ha centrado tradicionalmente en la adquisición de contenidos y el desarrollo de habilidades técnicas. Hoy día, en este mundo hiperconectado y con la inmensa variedad de aplicaciones informáticas, es necesario diseñar enfoques que guíen y encapsulen pautas para facilitar el proceso de aprendizaje, reduciendo la carga mental del alumno, a la vez que estimulen la capacidad de reflexión y el pensamiento crítico.

Muchas asignaturas del ámbito de la ingeniería incluyen la actividad de un trabajo de diseño orientado a resolver una problemática particular de la ingeniería que en muchas ocasiones requiere el trabajo en equipo de varios alumnos para la solución del mismo. Estas actividades refuerzan las competencias de trabajo en equipo y aplicación de conocimientos a la práctica (Blanco, 2019). En particular hay trabajos de diseño aglutinadores de los objetivos de una asignatura por lo que el resultado de aprendizaje esperado es asentar una coherencia y vertebración de la mayor parte de los contenidos y habilidades de una asignatura, pero conseguir resultados de calidad y en equipo se torna una tarea más compleja y propensa a la dispersión (Morais, 2021).

Estos trabajos pueden requerir una importante carga de trabajo tanto para los alumnos como para los profesores, por lo que es necesario ser muy eficientes en su desarrollo (por parte de los alumnos) y en el planteamiento y evaluación (por parte de los profesores) (Noguera, 2018).

Se plantean los resultados de un proyecto de innovación docente en la asignatura Instrumentación Telemática y Laboratorio de Redes (en adelante asignatura ITELAR) del curso 3º del Grado de Ingeniería Telemática en la Universidad Politécnica de Cartagena. Se proponen incorporar conceptos de calidad y gestión documental y adaptar procedimientos basados en las buenas prácticas de sistemas de gestión empresarial (tipo ISO9000) empleando Google Drive como herramienta colaborativa en la nube, lo que supone un beneficio adicional (Ali, 2018; Sein-Echaluce, 2021).

2. CONTEXTO Y DESCRIPCIÓN

Tradicionalmente, todo trabajo de diseño en ingeniería suele versar sobre un caso de uso arquetipo y genérico para el ámbito de la asignatura en cuestión y viene acompañado con una especificación y requisitos de dicho caso de uso. A su vez, es una práctica habitual que en cada curso académico se realicen ligeros cambios y variaciones en las especificaciones para que los alumnos no copien trabajos de cursos previos. Es el denominado enunciado del trabajo que va acompañado de unos plazos y requisitos de entrega. Sin embargo, los requisitos de entrega pueden ser muy genéricos y no se

sistematiza y acotan con precisión los entregables a los estudiantes.

La gestión por procesos en ingeniería busca mejorar la eficiencia y calidad de los proyectos mediante la identificación, diseño, documentación y optimización de los procesos clave. Este enfoque promueve la estandarización, la colaboración entre miembros del equipo, la gestión eficaz de los recursos y orientarse a las necesidades y requisitos del cliente. En suma, la gestión por procesos moderna y normas de calidad tipo ISO 9000, definen pautas para la codificación de la documentación y un flujo de trabajo predecible, se enfoca en la medición y análisis de indicadores de desempeño e incorporan mecanismos de revisión periódica para la mejora continua y aumentar la eficiencia.

Desde esta óptica, se propone sistematizar y procedimentar el proceso de diseño particular, objeto de la asignatura, para que haya un workflow concreto que se mapea con documentos entregables. Un primer reto para el equipo de profesores es proponer un flujo de trabajo que emule de forma simplificada la forma de proceder de ingenieros, integrando conceptos de gestión de proyectos (definición de tareas, objetivos, alcance, recursos, entregables, etc.) pero equilibrando con un enfoque académico y formal para los descriptores de una asignatura. Por tanto, los procesos genéricos de una empresa de ingeniería y marco al que se relacionan los entregables son:

- Especificación, comprensión de los requisitos del cliente y análisis del problema.
- Diseño y cálculos.
- Implementación.
- Pruebas de testeo y validación.
- Documentos de diseño conexión con otras asignaturas (se profundiza en esta idea más adelante).
- Justificación y explicación de resultados.

A. Diseño del workflow de trabajo y secuencia de entregables

Por tanto, el trabajo de diseño se concibe y adapta como el workflow seguido por una empresa moderna, orientada a procesos, donde los pasos del proceso se mapean en documentos entregables:

- Cada documento entregable tiene un número y codificación con palabras clave. Pueden ser tipo documento de texto, hoja de cálculo o presentación power point o cualquier otro tipo de fichero (por ejemplo, un script de Matlab o el fichero resultante de un simulador) que se considere en el flujo de trabajo.
- Dentro de cada entregable se codifica el equipo y un sencillo control de versiones que gestionan los propios alumnos con estados básicos: Pendiente, En curso, En revisión y Finalizado.
- En cada entregable hay unas instrucciones y pautas de los objetivos, alcance y pautas para la elaboración. No es una repetición de los apuntes de teoría, pero se enlazan con los temas de teoría que se abarcan.
- A su vez, se diseñan secciones, apartados y tablas a medida y de guía. Son como los apartados de un formulario que se mejoran con la experiencia acumulada.

En la figura 1 se muestra parte del listado de entregables. Es conveniente un documento 0 con explicaciones genéricas del flujo de trabajo y conceptos básicos y simplificados de la gestión por procesos. También se completa con recomendaciones y pautas muy sencillas del trabajo en equipo.

00	-ITELAR - intrucciones y enunciado trabajo curso 2022-2023
01	- Datos red cliente - requisitos red
02	- Redes lógicas - direccionamiento IPv4 - mapeo VLANs 802.1Q
03	- Diseño y planificación RF redes Wifi
04	- Diseño y planificación redes IoT
05	- Diseño lógico y arquitectura red cliente
06	- itelarXX-sin_config.pkt
06.01	- planos cableado estructurado
06.02	- conexiones switches
06.03	- listado equipos e interfaces Ethernet-Wifi
06.04	- Anexo codificación cableado estructurado
07	- Diseño teórico VLANs IEEE 802.1Q

Figura 1. Estructura de documentos entregables

En la figura 2 se muestra un extracto de ejemplo del entregable 01 donde se observa el código de documento, control de versiones y estado y resumen de instrucciones.

01 - Datos cliente y requisitos red
Versión 0 - PENDIENTE
ITELARX

Cambia al código **ITELARX** de tu equipo y lleva un control de versiones (0,1,2) y un código de estado sencillo: **PENDIENTE, EN CURSO, EN REVISIÓN, FINALIZADO.**

Instrucciones para este documento (borrar este párrafo de instrucciones al entregar el trabajo)

- Este trabajo es como un juego de rol donde tu equipo recibe el encargo de diseñar la red de una empresa cliente.
 - Considera que tu empresa está participando en varios proyectos en paralelo, cada cliente es distinto y los datos y requisitos no se pueden llevar de memoria para todos los clientes.
- El enunciado del trabajo son las notas "a mano" que se han definido en las reuniones con el cliente y también, el alcance técnico de las redes que implementa tu empresa.
- Hay que completar el **documento 01** recopilando la información relevante "traducida a lenguaje técnico telemático" para consulta de todo el equipo y que sirva como documento de partida para el diseño de la red.
- IMPORTANTE:** ¿Cuál debe ser el alcance del documento 01? Como ejemplo, supón que acaban de asignar un ingeniero a tu equipo, le dices que se lea el documento 01 para ponerse al día y empezar con el **02- Redes lógicas - direccionamiento IPv4 - VLANs 802.1Q** y una propuesta del **05-diseño lógico y arquitectura de la red**.

Figura 2. Extracto del documento 01

Es muy interesante concebir que el conjunto de documentación del trabajo forma un sistema interconectado y con interdependencias de entregables pero hay que buscar una unidad de entregable mínima y coherente para el alumno, sin llegar a una atomización donde se pierde el contexto. Por tanto, cada entregable obliga al equipo de alumnos a estar muy centrados y focalizados en aspectos concretos de la asignatura, que se corresponden con unidades didácticas del temario, pero sin perder el contexto del flujo de trabajo orientado a procesos.

La ejecución del trabajo busca construir una visión holística e integradora de un workflow de empresa, aunque sea simplificado y adaptado a unos resultados de aprendizaje académicos, si es realista y marca una narrativa de la problemática de un cliente y las soluciones adoptadas. En la parte final del proceso, cada alumno ha madurado una visión sistémica del trabajo y los fundamentos de gestión por procesos, abriendo la oportunidad a establecer conexiones con otras asignaturas y áreas de conocimiento. Cuando un alumno participa en la génesis, toma de decisiones de diseño y desarrollo, ha asimilado un caso práctico donde es más fácil

comprender la aplicación de otras tecnologías, servicios o conocimiento. Aquí se aprovecha las virtudes de la metodología del aprendizaje basado en proyectos. En el caso de la asignatura, el núcleo del trabajo se corresponde con los descriptores de la asignatura ITELAR de 3º, aunque se ha comprobado que es una oportunidad excelente para establecer puentes con asignaturas de 3º y 4º del Grado de Ingeniería Telemática. En la figura 3 se muestran los entregables finales, de los cuales del 16 al 19 son para relacionar con otras asignaturas. Por ejemplo, los alumnos reflexionan en el 16 sobre la gestión y monitorización de la red de la empresa una vez que entre en funcionamiento y se pone en valor los propios entregables por su utilidad para tener documentación de calidad y detalle suficiente para el mantenimiento de la red durante los años de uso. Otro ejemplo sería relacionarlo con Gestión de Proyectos ya que al tener asimilado los resultados del diseño del trabajo, les resulta más fácil la abstracción de visualizar y ver la coherencia del plan de tareas e iniciarse en conceptos básicos de definición de tareas, alcance, objetivos, recursos y plazos.

Finalmente, el último entregable es una presentación powerpoint porque es esencial trabajar la competencia de comunicación oral y saber explicar y defender el proceso de diseño y los resultados obtenidos. Además de unas instrucciones y pautas para elaborar la presentación, es muy útil plantear un esquema índice de la presentación para que el equipo de alumnos tenga que focalizarse en explicar y argumentar los puntos clave en un tiempo limitado.

14	- Implementación maqueta final y checklist pruebas validación
15	- Comandos configuración electrónica de red
16	- planteamiento Gestión y Monitorización de la Red
17	- planteamiento Seguridad red - servicios y sistemas
18	- Proyecto de instalación y puesta en marcha red cliente
18.01	- Diagrama Gantt tareas proyecto red empresa cliente
19	- Presupuesto instalación y puesta en marcha
20	- presentación trabajo diseño red

Figura 3. Documentos entregables finales

B. Justificación y recomendaciones de uso de Google Drive

Para crear un espacio de trabajo colaborativo se necesita crear una carpeta del equipo donde sólo tienen permisos de acceso y de edición los profesores y los alumnos miembros del equipo. Dentro de esa carpeta se suben las plantillas de documentos entregables. Se ha escogido el uso de Google Drive porque crear una carpeta y compartirla, usando los correos personales de Gmail de los alumnos, es muy sencillo y rápido. Una de las ventajas que aporta la suite de Google Drive es que hay un histórico de versiones de cada documento y, si es necesario, el propietario puede ver las fechas de edición y qué ha realizado cada alumno en particular. A su vez, se pueden hacer comentarios contextualizados de secciones o apartados concretos de los documentos entregables que agiliza la resolución de dudas y la supervisión por parte de los profesores. Además, Google Drive es muy eficiente y permite la edición simultánea del equipo de alumnos. Se ha estudiado la opción de usar Office 365 de Microsoft, pero en la versión actual no es posible esta flexibilidad de creación de carpetas de los equipos y la gestión de los permisos de edición por los profesores.

El procedimiento que tiene que seguir un profesor para habilitar el espacio de trabajo colaborativo es el siguiente:

- El equipo de profesores tiene una cuenta de correo de Gmail para la asignatura y gestión del espacio gratuito en Google Drive. Para todas las carpetas y documentos que haya, el propietario estará vinculado a este correo de Gmail de los profesores.
- Durante la primera semana del curso se definen los equipos de tres alumnos y se recopila su correo institucional y su correo personal de Gmail.
- Se crea la carpeta maestra del curso académico sólo con permisos para los profesores. Se crean las carpetas con código del grupo: ITELAR01, ITELAR02, etc. En el caso particular de la asignatura ITELAR se suelen gestionar entre 15 a 18 trabajos.
- En cada carpeta ITELARXX, se comparte con permisos de edición de los mails Gmail personales de los alumnos.
- Un profesor tiene una copia de los entregables en su PC local. Selecciona y entra en la carpeta ITELARXX, selecciona todos los documentos entregables y se hace una copia a la carpeta. Hay que tener en cuenta el detalle que en la importación a Google Drive hay que configurar y habilitar la opción de conversión de documentos de Microsoft (Word .docx, Excel .xlxs y Power Point .pptx) al formato particular de Google. Este detalle es importante para aprovechar la edición simultánea en la nube y el control del histórico de versiones.

Este proceso de creación del espacio de trabajo, que a priori puede parecer tedioso, conlleva únicamente entre 30'- 45' para una medida de 15 grupos de prácticas. Todos los equipos de alumnos parten de las mismas plantillas entregables, sólo pueden editar y modificar las que tienen permisos, no pueden visualizar los trabajos de otros compañeros. Sólo la cuenta de Gmail de los profesores es la propietaria y puede visualizar todas las carpetas y su contenido. Por tanto, enfatizar que un profesor puede ver en todo momento las modificaciones. Con el histórico de versiones se puede trazar lo que ha hecho un alumno concreto y en qué fecha.

Una vez que está creado el espacio de trabajo, durante las sesiones de prácticas se dedican unos minutos a confirmar que todos los alumnos tienen acceso y se van dando explicaciones breves de su uso y la forma de proceder. Cuando se avanza suficiente en la asignatura, se comienza oficialmente con el trabajo de diseño y se enfatiza que van a adoptar el rol de un equipo de ingenieros de una empresa y se les introduce en la gestión por procesos y en la filosofía del flujo de trabajo de la empresa y la dinámica de los documentos entregables. Es necesario acotar y definir hitos de revisión de entregables críticos para asegurar que el trabajo está correctamente enfocado aunque, en el caso particular de la asignatura ITELAR hay una fecha máxima de entrega donde cada equipo tiene que confirmar la finalización y que solicita la evaluación final del trabajo.

En un curso académico, durante el proceso de ejecución del trabajo, se recopilan las dudas, fallos o dificultades más frecuentes de los alumnos y se contextualizan a un entregable y punto del flujo de diseño. De una forma ágil y sencilla, el

equipo de profesores lleva un registro compartido de ideas de mejora. Siguiendo las buenas prácticas de gestión empresarial, los documentos entregables y flujo de trabajo se revisan y mejoran al finalizar cada curso académico.

3. RESULTADOS

A los equipos de alumnos de ámbito de las telecomunicaciones se les introduce en una gestión por procesos empresarial y se les motiva para que asuman el rol de un equipo de diseño de una ingeniería. Las mejoras sustanciales que se han encontrado se sintetizan en los siguientes puntos:

- Los alumnos están centrados desde el lanzamiento del trabajo con procedimientos sencillos de trabajo. Pueden ir paso a paso focalizados en pequeños objetivos marcados por cada documento entregable.
- Mejora de la competencia de trabajo en equipo, porque este esquema encapsula directrices y pautas previamente meditadas. Hoy día hay un exceso de herramientas informáticas y canales de comunicación, se considera imprescindible sintetizar y restringir con procedimientos qué herramientas usar y cómo usarlas.
- Los profesores tienen un procedimiento centralizado de revisión. Se ha logrado eliminar emails con documentos adjuntos que son enormemente difíciles de gestionar, llevar un control de versiones y de responder.
- Los profesores pueden hacer un seguimiento periódico y ágil para observar el avance; por ejemplo, en la semana X se planifica una revisión rápida de cierto documento de diseño crítico y se navega por las carpetas de los alumnos en pocos minutos.

Por tanto, un beneficio encontrado es que se reduce la dispersión y la carga cognitiva y mental del alumno, lo que le permite ir abordando y asimilando incrementalmente cuestiones técnicas complejas. Con respecto al alumno, el hecho de tener que trabajar con un sistema de archivos entregables diseñado y preestablecido por los profesores les ayuda a ir tomando la perspectiva de organización de documentación en la empresa. No basta con hacer un trabajo en un documento único y entregarlo; tienen que trabajar en equipo en el mismo llevar un control de versiones.

Por otro lado, al tratarse de un trabajo de cierta envergadura les obliga a tener que repartir la carga de trabajo y la responsabilidad de los documentos, sin perder de vista nunca la visión global del trabajo, ni poder desvincularse del trabajo que hacen los demás compañeros del trabajo. Por parte de los profesores es importante establecer mecanismos de chequeo y planificar alguna entrevista intermedia y breve con todos los miembros del equipo para confirmar que hay un buen clima de trabajo y que los alumnos se están comunicando y organizando entre sí. A su vez, se ha encontrado mayor motivación por parte de los alumnos por la percepción de hacer algo relacionado con una empresa real de ingeniería, se motivan al ver la utilidad y la aplicabilidad de su conocimiento.

Es cierto que estos beneficios se evidencian claramente cuando se han madurado los procesos y el mapa de entregables, pero desde el primer curso que se ha implantado este proyecto de innovación se han encontrado resultados muy positivos, así como mejores resultados de aprendizaje frente a

un esquema tradicional de dar una especificación de requisitos y que los alumnos propongan su propia estructura y apartados del trabajo. Se constata que, en sólo dos cursos académicos, conforme se ha mejorado la estructura y contenido de los entregables, la calidad de los resultados y nivel de exigencia hacia los equipos de alumnos ha aumentado significativamente. El propio proceso de mejora por parte de los profesores se basa en los principios de la ISO9000, recopilando las dudas y fallos frecuentes de los alumnos, así como la exposición oral y evaluación.

4. CONCLUSIONES

Las encuestas de satisfacción de los alumnos y la coordinación horizontal en asignaturas de 3º del Grado de Ingeniería Telemática indican que la asignatura es apreciada y que la carga de trabajo es exigente, pero con la percepción de que aprenden y es útil el conocimiento adquirido. Además, hay una alta correlación entre una buena calificación en el trabajo de diseño y la calificación en el examen de teoría. La metodología propuesta puede ser de interés a muchas asignaturas con trabajos en equipo en el ámbito de la ingeniería. Los objetivos logrados han sido facilitar y agilizar la ejecución del trabajo en equipo y la obtención de mejores resultados de aprendizaje y adquisición de competencias. Se les introduce en la gestión por procesos moderna de una empresa y se les guía en buenas prácticas de gestión documental. Desde el punto de vista del profesor, se mejora y facilita el control y supervisión del proceso de desarrollo de trabajos y se logra una detección temprana de fallos o desviaciones de la planificación. Generar un relato integrador del corpus teórico de la asignatura y desarrollar y fortalecer una visión sistémica y mejorar la aplicación de conocimientos a la práctica ha sido el principio que ha guiado este proyecto de innovación docente y los resultados son muy satisfactorios. Como trabajos futuros, se va a profundizar en definir y medir indicadores del proceso de trabajo en equipo y adquisición de la competencia en un alumno usando este enfoque.

REFERENCIAS

- Ali, M. B., Wood-Harper, T., & Mohamad, M. (2018). Benefits and challenges of cloud computing adoption and usage in higher education: A systematic literature review. *International Journal of Enterprise Information Systems*, 14(4), 64-77.
- Blanco, Á. F., Lacleta, M. L. S. E., & García-Peñalvo, F. J. (2019). Indicadores de participación de los estudiantes en una metodología activa. In *Aprendizaje, innovación y cooperación como impulsores del cambio metodológico. Actas del V congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y cooperación, CINAIC 2019* (pp. 596-600). Servicio de Publicaciones.
- Morais, P., Ferreira, M. J., & Veloso, B. (2021). Improving student engagement with Project-Based Learning: A case study in Software Engineering. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 16(1), 21-28.
- Noguera, I., Guerrero-Roldán, A. E., & Masó, R. (2018). Collaborative agile learning in online environments: Strategies for improving team regulation and project management. *Computers & Education*, 116, 110-129.
- Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, A., García-Peñalvo, F. J., & Fonseca, D. (2021). Impact of transparency in the teamwork development through cloud computing. *Applied Sciences*, 11(9), 3887.