

# Legó: un marco para el aprendizaje en el itinerario de Tecnologías de la Información

Óscar Cánovas  
Departamento de Ingeniería y  
Tecnología de los Computadores  
Universidad de Murcia  
ocanovas@um.es

Gabriel López, Gregorio Martínez  
Departamento de Ingeniería de la  
Información y las Comunicaciones  
Universidad de Murcia  
{gabilm, gregorio}@um.es

## Resumen

Se presenta aquí un marco de aprendizaje, denominado “Legó”, aplicado en el itinerario de Tecnologías de la Información del Grado en Ingeniería Informática. Dicho marco tiene como objetivo diseñar una estrategia coordinada de actividades de aprendizaje para los estudiantes que se llevarán a cabo en diversas asignaturas del itinerario. El elemento que vertebra dicha coordinación es un escenario base (una configuración de red realista con múltiples elementos) que puede ser adaptado a las necesidades de las diversas asignaturas. Una de las cualidades de dicho marco es la modularidad, lo cual permite extender la iniciativa a potenciales asignaturas interesadas, así como a las diversas situaciones académicas de los estudiantes, que no tienen que cursar el mismo conjunto de asignaturas para formar parte del proceso de aprendizaje. En el trabajo se exponen las características, ventajas y dificultades de este tipo de iniciativas de coordinación en el contexto del itinerario en Tecnologías de la Información. Se presentarán resultados tanto cuantitativos como cualitativos de los dos años en los cuales se ha desarrollado la experiencia.

## Abstract

In this paper a learning experience called “Legó” is presented. It has been developed for the Information Technology (IT) specialization inside the Computer Science Engineer Degree. The main objective of the experience is the definition of a coordinated strategy of learning activities for students that will be accomplished in different subjects. The cornerstone element of this coordination is a network topology with multiple elements, which is representative of real network environments. It can be adapted and extended taking into account the learning outcomes of the different subjects since it has been designed to be modular, and also to take into account the progression of the different stu-

dents. In this work we introduce the main features, advantages and difficulties of this kind of initiatives in the IT context. We also outline some quantitative and qualitative results obtained in the last two years.

## Palabras clave

Coordinación, Transversalidad, Tecnologías de la Información, Experiencia docente

## 1. Introducción

El contexto laboral y cultural actual está cada vez más marcado por el carácter multidisciplinar, por la integración de conceptos y procedimientos que provienen de múltiples ámbitos. Sin embargo, contrasta con ello la escasa coordinación en los estudios universitarios para que los alumnos integren explícitamente los conocimientos que van aprendiendo a lo largo de su formación. Esta integración es especialmente deseable y necesaria en los últimos cursos de los títulos de grado, por ser la antesala del mundo laboral y por el nivel de afinidad de las asignaturas que se imparten.

Si se realiza un análisis general, hay diversas razones que dificultan este tipo de iniciativas coordinadas en las titulaciones universitarias. En primer lugar, los diseños de muchos planes de estudios se han llevado a cabo en base a compartimentos estancos (asignaturas y materias) a partir de los cuales se articula el conjunto de la titulación. Ese planteamiento atomizado dificulta la integración de actividades que traspasen las barreras de las asignaturas. En segundo lugar, hay que tener en consideración la diversidad de puntos de vista existentes a la hora de plantear las estrategias de aprendizaje, los sistemas de evaluación, etc. Si bien existen ciertas líneas generales de lo que son buenos principios pedagógicos [2, 6], al final siempre existen diferencias metodológicas que plantean un reto a la hora de acordar sistemas más coordinados, puesto que en muchas ocasiones pueden suponer una renuncia o un cambio en

los esquemas habituales de trabajo para el profesorado. En tercer lugar, se podría hablar también de impedimentos derivados de cuestiones administrativas (horarios, calendarios, plan de ordenación docente) o de la progresión de los estudiantes. En las titulaciones de Informática, la mayoría de los estudiantes están matriculados de asignaturas de diversos cursos y ello impide asumir que todos ellos podrán cursar, simultáneamente o en el orden conveniente, las asignaturas que formen parte de una iniciativa coordinada. En último lugar, no se debe descartar la propia reticencia de una parte del alumnado [3] a llevar a cabo su aprendizaje en marcos más amplios y complejos, puesto que ellos también están acostumbrados al sistema tradicional atomizado.

A pesar de estos desafíos, los autores consideran que las ventajas derivadas de iniciativas coordinadas, por la riqueza de la experiencia de aprendizaje resultante y la visión integradora que conlleva, podrían contrarrestar dichas dificultades. Si bien existen ya varias iniciativas coordinadas en el área de la Ingeniería del Software [5], o de la Programación de Videojuegos [7], no es habitual que se realicen en el ámbito de las Tecnologías de la Información, más comúnmente denominado como *Redes*. Quizá sea porque, a diferencia de las otras, aquí la programación (donde la integración y la modularidad es más inherente) no constituye el núcleo central del itinerario, sino que lo son la configuración, despliegue y desarrollo de servicios de red.

El marco propuesto en este artículo, denominado Lego, tiene como eje transversal la definición de un escenario diseñado de forma modular que, desde la perspectiva del alumno, crecerá y se irá integrando a través de varias asignaturas; de ahí el nombre con el que fue bautizado. En esencia es una topología de red y una distribución de servicios telemáticos lo suficientemente rica y representativa como para vertebrar gran cantidad de actividades de aprendizaje de las asignaturas, principalmente en su aspecto práctico. Como se verá, en nuestro caso se usan varios de los principios del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) [8] para organizar y planificar el trabajo a desarrollar por los estudiantes, los cuales trabajarán en equipo, con el fin de desarrollar tanto competencias cognitivas como interpersonales. Como se expondrá, a tenor de los resultados obtenidos y de las valoraciones de los estudiantes, la iniciativa está resultando un éxito en cuanto al cumplimiento de expectativas y objetivos.

## 2. Motivación y contexto

La iniciativa Lego surge como consecuencia de un proceso de análisis tanto externo como interno. Por un lado, durante las reuniones periódicas de coordinación se había estado trabajando mucho en la coordinación de las asignaturas desde el punto de vista del diseño

de prácticas complementarias, evitar solapamiento de contenidos, etc. Por otro lado, se han estado siguiendo con interés durante los últimos años las distintas iniciativas que en otras universidades se han realizado en materia de coordinación de múltiples asignaturas.

La experiencia empieza a tomar forma en su definición durante el curso 2014/15 como un modo de poner decididamente el foco en un marco común integrado por varias asignaturas. Dicho marco asigna prioridad al diseño de actividades de aprendizaje que pudieran construir un proyecto de prácticas de mayor envergadura que el realizado hasta el momento de forma individual. Tras unas primeras reuniones para lanzar la iniciativa, una parte del profesorado del itinerario decide diseñar una propuesta que pueda servir como prototipo en el cual probar las ideas, y que esté preparada para ir incorporando progresivamente más asignaturas.

El marco Lego se plantea dentro del itinerario de Tecnologías de la Información del Grado en Ingeniería Informática en la Facultad de Informática de la Universidad de Murcia. Dicho itinerario, ubicado en el cuarto curso de la titulación, engloba a las asignaturas que, en palabras del propio título, *capacitan para seleccionar, diseñar, desplegar, integrar y gestionar redes e infraestructuras de comunicaciones en una organización*.

El estudiante debe cursar 48 créditos ECTS a partir del conjunto de asignaturas que aparecen en la Figura 1, de las cuales algunas son obligatorias y otras optativas, todas de 6 créditos ECTS. Se pueden ver también los principales tópicos abarcados por cada asignatura.

Las asignaturas que han participado hasta ahora en Lego han sido las de Servicios Telemáticos Avanzados (STA), Tecnologías de Comunicaciones Inalámbricas (TCI), ambas de primer cuatrimestre, y Seguridad (de segundo cuatrimestre). Los cursos durante los cuales se ha aplicado Lego han sido 15/16 y 16/17, durante los cuales el profesorado de las asignaturas se ha mantenido estable, con 3 profesores involucrados en total.

El perfil común de dichas asignaturas es que muchos de los resultados esperados versan sobre la capacidad para administrar y configurar equipos y servicios de red, tanto desde el punto de vista de la conectividad, como de los servicios proporcionados, o la seguridad de los sistemas. En esta primera fase de Lego se persigue que, al integrar las actividades de las distintas asignaturas, el aprendizaje sea más rico por estar basado en múltiples aspectos que están interconectados y que se refuerzan por su integración. A continuación se describen algunos resultados esperados.

## 3. Resultados de aprendizaje

Es conveniente, aunque sea a grandes rasgos, comentar los resultados de aprendizaje esperados a partir del desarrollo de esta experiencia, lo que ayudará a

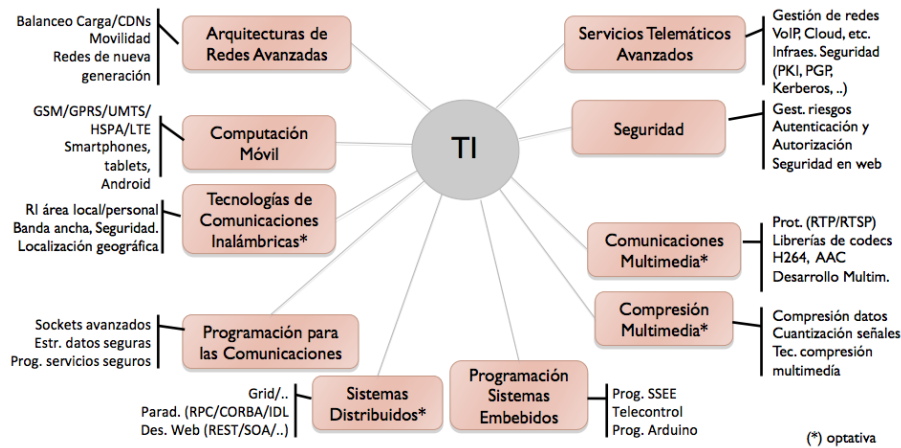


Figura 1: Itinerario de Tecnologías de la Información

comprender las actividades de aprendizaje que se han diseñado para ello [4]. Haremos uso de la clasificación en tres dominios a la que hace referencia Pellegrino et al. [10]: cognitivo, intrapersonal e interpersonal.

El dominio cognitivo es el que tradicionalmente acapara casi toda la atención. Hace referencia a aquellas competencias relacionadas con el razonamiento, resolución de problemas o la memoria. En nuestro caso, los estudiantes tendrán que hacer uso de los distintos conocimientos técnicos adquiridos en las distintas asignaturas para ir configurando y desplegando el escenario de red planteado. Por tanto, esto requerirá acceder a información teórico/práctica de cada tecnología involucrada, el análisis de aplicaciones y herramientas existentes, la realización de pruebas y su documentación. Un aspecto a resaltar sobre el resto será la capacidad para abordar problemas complejos y para plantear soluciones que podrán ser desplegadas en entornos reales, lo cual pretendemos que sirva también para afianzar los conceptos teóricos vistos en las asignaturas.

Sin embargo, hay otros dominios del aprendizaje que requieren especial atención por ser igualmente importantes para los estudiantes. Por ejemplo, en el dominio intrapersonal, es conveniente que los estudiantes tengan la capacidad de controlar de forma efectiva su proceso de aprendizaje. Eso implicará que deban conocer con anterioridad las fases de la experiencia Lego con el fin de que puedan adaptar su tiempo y dedicación a los requisitos de cada etapa. También deben conocer las condiciones en las cuales se va a desarrollar, por ejemplo, el requisito del trabajo en equipo, para que puedan definir cuál es su papel en el proceso.

Por último, con el fin de lograr resultados en el dominio interpersonal, los estudiantes trabajarán en equipos (de 2 personas principalmente). Esto implicará el diseño de actividades, y su seguimiento, relacionadas con la comunicación efectiva, colaboración, resolución

de conflictos e interdependencia.

## 4. Metodología utilizada

El desarrollo de la experiencia Lego involucra varios aspectos metodológicos:

- Difusión de la iniciativa en los cursos previos.
- Coordinación académica y dedicación del profesorado.
- Planificación temporal de la experiencia.
- Elementos pedagógicos para el aprendizaje.
- Seguimiento del aprendizaje.
- Sistema de evaluación del aprendizaje.
- Circunstancias diversas de matriculación.

El primer aspecto clave de Lego es la *fase de difusión y de comunicación* realizada principalmente en tercer curso. Es fundamental que los estudiantes conozcan la iniciativa para incentivar que, llegado el momento, se matriculen en todas las asignaturas implicadas en el mismo año académico, dado que es lo idóneo. Además, esta etapa de difusión también ayuda a dar una visión más integradora y clara de cuál es el propósito del itinerario de Tecnologías de la Información.

En segundo lugar, se han definido los calendarios y los procedimientos de *coordinación del profesorado*. Hay una primera fase, antes del comienzo de cada curso académico, en la que se presentan al resto del profesorado que no participa en Lego las principales conclusiones obtenidas de la experiencia y se indaga acerca de su posible interés en sumarse a la misma. Una vez en marcha la iniciativa, los profesores participantes fijan la planificación temporal, definen el sistema común de evaluación, acuerdan aspectos pedagógicos y el sistema de seguimiento. Durante el desarrollo del curso se producen reuniones de seguimiento tanto con

los equipos de trabajo que forman los estudiantes como entre los profesores (dos reuniones por cuatrimestre) y se llevan a cabo las pruebas de evaluación. Finalmente se analizan los resultados obtenidos y se valoran las encuestas de los estudiantes acerca de la experiencia. La dedicación del profesorado que participa en Lego es ligeramente superior, una media de 10 horas superior, a la que sería necesaria con un enfoque tradicional, principalmente debido a la coordinación y al diseño de actividades. No obstante, dicho incremento en la dedicación sólo es sustancial el primer año, o con la incorporación de nuevas asignaturas.

Al principio del curso se establece para el conjunto de Lego una *planificación semanal* que abarca tanto las actividades a realizar en el laboratorio como las pruebas de evaluación. Cada asignatura cuatrimestral toma esta planificación como base para adaptar los contenidos y actividades específicas de la misma, respetando los hitos comunes a todo Lego. Dicha planificación tiene elementos propios del Aprendizaje Basado en Proyectos, ya que los distintos equipos deben acordar un diseño del escenario a resolver que diferirá muy probablemente entre los distintos equipos. Además hay periodos en los que los estudiantes tienen autonomía para planificar su desarrollo. Sin embargo, el marco general en el que se desarrolla está fijado por el profesorado, mediante una serie concreta de laboratorios específicos.

Con el fin de que cada asignatura pueda diseñar las actividades de aprendizaje que sean más convenientes para sus objetivos, no se impone ninguna *pedagogía* concreta para cada asignatura. Por ejemplo, en TCI muchos de los conceptos se desarrollan mediante clases invertidas [9] mientras que en otras se sigue un modelo más tradicional. Sin embargo, sí hay ciertos principios [6] que todas las asignaturas aplican, como la realimentación inmediata (mediante la supervisión en el laboratorio) o el trabajo en grupo.

También están programadas *reuniones de seguimiento* de todo el profesorado con los estudiantes, al menos una por cuatrimestre, para recabar información sobre posibles incidencias, carga de trabajo, y para resolver cuestiones técnicas.

En relación con la *evaluación del aprendizaje*, hay definidas dos evaluaciones, una parcial, con más fin de evaluación formativa que sumativa, y una evaluación final. Ambas evaluaciones se realizan conjuntamente por el profesorado, es decir, son pruebas únicas que abarcan aspectos de las distintas materias involucradas. Se han definido rúbricas que aclaran qué aspectos se van a valorar y en qué medida. Las evaluaciones se materializan en entrevistas personales con cada grupo durante las cuales los estudiantes exponen el diseño y despliegue realizado, y posteriormente se llevan a cabo pruebas específicas de verificación.

Por último, es conveniente mencionar cómo se abordan aquellos casos en los que los estudiantes no están matriculados de todas las asignaturas de Lego en un mismo curso académico. Si bien, como se verá más adelante, el número de casos va en descenso, aún se producen estas situaciones. Todos los alumnos aprenden a través del marco de Lego, aunque sea cursando menos asignaturas. La solución adoptada depende de la combinación específica de asignaturas que se da en cada caso, pero normalmente se recurre bien a eliminar aquellas actividades relacionadas con las asignaturas que no se cursan, o bien a proporcionarles a los estudiantes una solución estándar (caja negra) con la cual pueden progresar igual que los estudiantes que sí han elaborado la solución por su cuenta. De hecho, este aspecto es clave para que la iniciativa pueda ser modular y se adapte a un número variable de asignaturas e incorporaciones futuras. A continuación se ve de qué manera concreta se articula este escenario modular.

## 5. Escenario técnico

El aspecto unificador de las asignaturas que conforman Lego es el escenario o topología de red sobre la cual deben configurar, desplegar y analizar los distintos servicios y protocolos vistos en éstas. Se ofrece a los estudiantes un escenario físico que les permite realizar las prácticas de un modo lo más parecido posible a un escenario real, desplegando cada grupo de prácticas un escenario compuesto por, al menos, dos dominios distintos conectados entre sí a través de la red. Sobre este escenario los grupos deberán desarrollar todos los aspectos prácticos de las tres asignaturas. Pongamos un ejemplo representativo de una parte de las prácticas.

Por un lado, en TCI los estudiantes deben instalar y configurar puntos de acceso WiFi para dar servicio de red a los usuarios de cada organización a través de sus terminales móviles. Además, se debe desplegar un servicio de *roaming* de modo que un usuario perteneciente a uno de los dominios puede acceder a la red desde el otro dominio. Por otro lado, en STA, los estudiantes deben implantar un servicio de VoIP multi-dominio, desplegando centralitas de voz y permitiendo el establecimiento de llamadas de voz entre ambos dominios. Como parte de la integración en Lego, en este ejemplo concreto, los estudiantes deben realizar llamadas de voz (STA) interdominio a través de sus terminales móviles conectados a la red WiFi desplegada (TCI). Una vez desplegado el servicio, los estudiantes tienen que aplicar medidas de seguridad para proteger el tráfico entre organizaciones, configuración de firewalls (STA), despliegue de un sistema de detección de intrusiones o una auditoría sobre el estado de la red (Seguridad).

Para ofrecer a cada grupo una topología indepen-

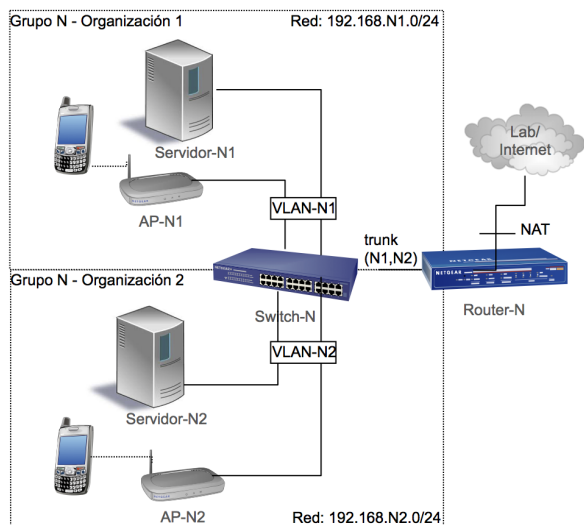


Figura 2: Topología de red física para Lego

diente capaz de permitir este tipo de escenarios se proponen dos soluciones: la primera es ofrecer a los estudiantes una topología física lo más cercana posible a la ideal; la segunda es un entorno totalmente virtualizado.

En el primer caso la topología que se diseña para cada grupo puede verse en la Figura 2. Cada grupo (Grupo N) administrará dos organizaciones (Organización N1 y N2), cada una compuesta por un equipo físico (PC) que actuará de servidor (Server-N1 y Server-N2 respectivamente), un Punto de Acceso WiFi para su despliegue y un direccionamiento de red distinto (mediante el uso de VLANs). Finalmente, para conectar las organizaciones entre sí, y ofrecer conectividad al exterior, cada grupo hará uso de otro PC del laboratorio que hará las funciones de router (Router-N).

No es competencia de las asignaturas de esta intensificación el saber poner en marcha esta topología, dado que se estudia en cursos anteriores. Sin embargo, la primera sesión de prácticas de cada cuatrimestre se dedica a ayudar a los estudiantes en su despliegue. Se ha observado que los estudiantes agradecen este repaso de conceptos y la puesta en marcha de los mismos en un entorno real que usarán durante todo el curso.

Para facilitar a los estudiantes el trabajo de prácticas y no depender de la presencia física en el laboratorio, se proporciona también un entorno totalmente virtualizado. El escenario consiste en el uso de VMs que juegan el rol de Servidor-N1 y Servidor-N2, y la configuración necesaria para que, a través de la herramienta VirtualBox, puedan lanzar y comunicar estas VMs. Este entorno no puede ofrecer la funcionalidad completa (por ejemplo, el despliegue de los Puntos de Acceso se dificulta), pero ayuda a los grupos en la configuración de los servicios, que luego deben desplegar para

la evaluación sobre la topología física. También es interesante destacar que los grupos pueden extender esta topología añadiendo más redes y servidores, tanto de modo físico como virtual.

El uso de este escenario ofrece dos ventajas fundamentales a Lego. En primer lugar es lo suficientemente flexible como para poder ser usado por grupos que pertenezcan a una, dos o las tres asignaturas. Supongamos, por ejemplo, que los estudiantes de un grupo están matriculados de STA, pero no de TCI. En este caso la configuración del servicio de acceso a la red WiFi se le da previamente configurado por los profesores (caja negra), mientras que los grupos que pertenecen a las dos asignaturas deben hacerlo por sí mismos. Supongamos también que los estudiantes de un grupo están solo matriculados de Seguridad. En este caso los estudiantes despliegan sus propios servicios de seguridad y aplicaciones vulnerables sobre la misma topología.

La segunda ventaja es que permite a los grupos plantear diferentes alternativas de diseño para su solución. Este diseño puede basarse en dos organizaciones totalmente independientes que establecen algún tipo de acuerdo de colaboración, en diferentes sedes de una misma organización, o incluso añadir nuevos dominios que permitan extender el escenario de partida.

## 6. Análisis de resultados

Con el fin de comprobar si la experiencia ha tenido una incidencia positiva en el aprendizaje de los estudiantes, en esta sección se analizan varios aspectos.

En primer lugar se considera la evolución del número de estudiantes matriculados en las asignaturas que participan en Lego. La evolución de este comportamiento puede verse en la Figura 3. En cursos anteriores la tendencia no era homogénea entre asignaturas. Una conclusión que se puede obtener de estos datos es que antes de Lego los estudiantes no tenían una visión global de la intensificación, y seleccionaban las asignaturas a matricular en función de aspectos como su planificación personal, carga de asignaturas de otros cursos, etc. Tras la aplicación de Lego en el curso 15/16 las tres asignaturas aumentan el número de matriculados durante el curso 16/17.

Sin embargo, uno de los objetivos de Lego no es tanto que el número de matriculados por asignatura se incremente, circunstancia que quizá es sobrevenida, como el hecho de que el diseño conjunto de las actividades ayude a que el aprendizaje sea percibido como conjunto y coordinado. En el curso 15/16, cuando se implanta Lego, los estudiantes aún no son conscientes de las ventajas de éste. Durante el curso 16/17, una vez conocidas entre los estudiantes las bondades de Lego, la situación mejora respecto al número de estudiantes que se matriculan de las tres asignaturas, pasando a al-

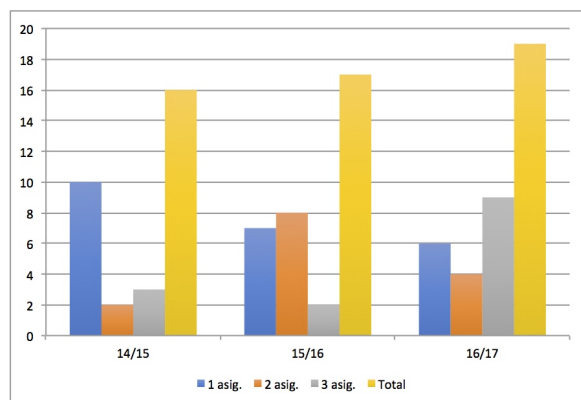


Figura 3: Número de estudiantes por asignaturas

canzar casi el 50%. Además, el número de matriculados en una única asignatura sigue disminuyendo año tras año, quedándose en el 31,59%.

En segundo lugar, es importante saber si la implantación de Lego tiene algún efecto sobre las calificaciones de los estudiantes en las asignaturas y, por tanto, en una mejora de su aprendizaje. Hay que tener en cuenta que, aunque hay elementos de evaluación que son comunes, cada asignatura asigna una nota independiente a los estudiantes y no hay una nota global que involucre a las tres. Antes de la implantación de Lego la nota media era muy dispar entre las asignaturas y sin una tendencia definida. Mientras que en STA y Seguridad la nota media estaba próxima al 6, en TCI la nota media era de más de 8. Es a partir del curso 15/16, con la incorporación de Lego, cuando se ve una clara tendencia positiva tanto en las asignaturas STA (8,32 en 16/17) y TCI (9,5 en 16/17). En Seguridad la nota media sube al 6,5 en 15/16<sup>1</sup>. Desde el punto de vista de los resultados de aprendizaje esperados en el dominio cognitivo, comentados en la Sección 3, el profesorado ha apreciado una mejora significativa en las destrezas relacionadas con las habilidades técnicas para la resolución de problemas, lo cual se ha traducido en calificaciones más altas.

Finalmente, se analizan los resultados obtenidos a partir de las encuestas de satisfacción rellenas por los estudiantes al final de cada cuatrimestre durante los cursos en los que se ha impartido Lego. El conjunto de cuestiones puede dividirse en dos bloques. En primer lugar, aquellas cuestiones que pueden valorarse de modo cualitativo usando la siguiente escala de valores: 0=en blanco, 1=Nada de acuerdo, 2=Poco de acuerdo, 3=De acuerdo, 4=Bastante de acuerdo y 5=Enormemente de acuerdo. Las cuestiones que siguen esta

<sup>1</sup>Los datos para el curso 16/17 no están disponibles en el momento de la redacción de este artículo al tratarse de una asignatura de segundo cuatrimestre

escala pueden verse en la Tabla 6.

La gráfica superior de la Figura 4 muestra los resultados acumulados (para las tres asignaturas) de esta encuesta durante el curso 15/16. En este gráfico se observa que las respuestas con valores entre 3 y 5 (representadas en tonos fríos), es decir, aquellas en las que el estudiante está de algún modo de acuerdo con la metodología empleada, representan la mayoría de las respuestas, en concreto un 87,27% (144/165). Más aún, un 42,42% (79/165) del total de las respuestas representa un *Bastante de acuerdo* por parte del estudiante.

De esta figura se puede concluir, en general, Lego fue bien recibido por los estudiantes en su primer año. La capacidad de trabajo en equipo, uno de los resultados de aprendizaje del dominio interpersonal que se esperaban, fue lograda y bien valorada mayoritariamente. En el plano cognitivo, el uso de una topología física en el laboratorio ayudó a mejorar y entender las actividades de aprendizaje. También hay que destacar que los estudiantes ya solicitaban la incorporación de más asignaturas a Lego. Sin embargo, era necesario mejorar el grado de comunicación entre el profesorado y los estudiantes, así como hacer un mejor ajuste de la carga de la parte práctica de las asignaturas.

En la gráfica inferior de la Figura 4 se pueden observar los resultados la misma encuesta para el curso 16/17. Los valores positivos han ganado terreno en la distribución de porcentajes<sup>2</sup>. Se puede destacar que del total de repuestas, casi un 50% de estas corresponden a un valor 5 (*Enormemente de acuerdo*).

Tras el segundo año de aplicación de Lego los estudiantes han valorado mucho mejor la percepción sobre las competencias adquiridas en las asignaturas, así como ha mejorado considerablemente la valoración de la comunicación entre estudiantes y profesores, el uso de la topología física, y la relación entre contenidos teóricos y prácticos. También crece el interés por aplicar esta metodología al resto de asignaturas de la intensificación. Sin embargo, se puede ver también como la carga de trabajo en las prácticas sigue considerándose elevada y el alumnado espera todavía una mejor supervisión del trabajo por parte del profesorado.

La encuesta de satisfacción también incluye preguntas cualitativas más específicas. Estas preguntas, así como un resumen de los puntos fuertes y débiles que se pueden obtener de éstas puede verse en la Tabla 6 (resultados acumulados durante los cursos 15/16 y 16/17).

De estos resultados se puede concluir que el *Diseño del sistema* y *Realizar la documentación* son los aspectos más complejos según los estudiantes, mientras un aspecto clave para Lego como la *Integración de contenidos* de distintas asignaturas no ha sido visto como un

<sup>2</sup>En este caso el número de respuestas es menor porque aún no estaban disponibles los resultados de las encuestas de Seguridad para el curso 16/17, ya que es asignatura de segundo cuatrimestre. Estos valores se pueden incorporar al estudio más adelante.

| Item | Pregunta  |
|------|---|
| 1    | Nivel de satisfacción con resultado del proyecto  |
| 2    | Valoración del trabajo sobre la topología física  |
| 3    | El proyecto ayuda a afianzar los conceptos teóricos de las distintas asignaturas                      |
| 4    | Valora el funcionamiento general de tu grupo de trabajo   |
| 5    | El enfoque basado en Lego ha sido más adecuado que un enfoque más clásico                             |
| 6    | Te gustaría que la metodología basada en proyectos se utilizara en otras asignaturas de la titulación |
| 7    | Frecuencia y la calidad con la que el profesorado ha supervisado el desarrollo del proyecto           |
| 8    | Valora el grado de comunicación entre el profesorado y el alumnado                                    |
| 9    | Las competencias adquiridas en esta asignatura te han parecido necesarias para tu perfil profesional  |
| 10   | La carga de trabajo de las prácticas se adecua a la carga de trabajo estimado para las asignaturas    |

Cuadro 1: Encuesta de satisfacción, preguntas cuantitativas

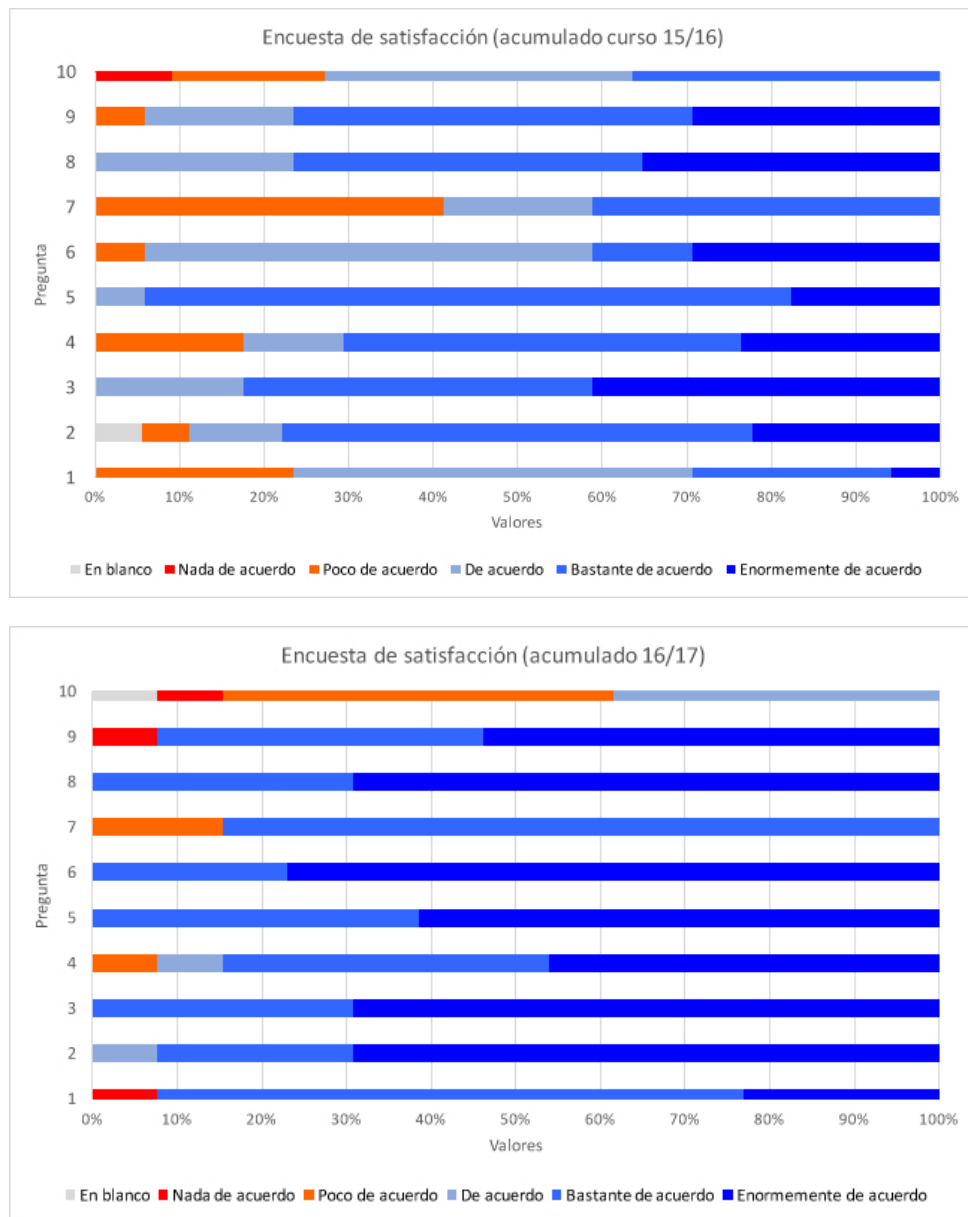


Figura 4: Resultados acumulados de encuestas de satisfacción para los cursos 15/16 y 16/17



| Valoración                                 | Puntos fuertes  | Puntos débiles                                  |
|--|---|---|
| Aspectos generales del proyecto            | Integración contenidos<br>Coordinación profesores   | Diseño del sistema<br>Realizar documentación    |
| Trabajo en grupo                           | Capacidad gestionar conflictos<br>Ambiente de trabajo<br>Comunicación entre miembros<br>Calidad resultado final | Cumplimiento de plazos                          |
| Grado de contribución personal al proyecto | Apropiado<br>en la mayoría de los casos   | Algo más de lo necesario<br>en unos pocos casos |

Cuadro 2: Encuesta de satisfacción, valoraciones específicas

problema. También se puede concluir que los estudiantes no están satisfechos con su *Cumplimiento de los plazos* marcados internamente dentro de cada grupo, mientras que el *Ambiente de trabajo*, la *Comunicación entre miembros*, la *Resolución de conflictos* o la *Calidad del resultado final* han sido bien valoradas. Podría considerarse por tanto que se trata principalmente de un problema de gestión del tiempo y posiblemente esté ligado a su percepción de una carga elevada de trabajo. Finalmente se aprecia que la mayoría de los estudiantes (en concreto 17/30) considera *Apropiada* su contribución al grupo, mientras que 10/30 indican *Algo más de lo que considera justo*, lo cual indica que estos estudiantes tienen la sensación de haber contribuido más al trabajo que el resto de miembros del grupo.

## 7. Conclusiones y vías futuras

Se ha presentado en este artículo el marco de aprendizaje Lego para un conjunto de asignaturas del itinerario de Tecnologías de la Información. En vista de los resultados, una primera conclusión a extraer es la satisfacción general con la implantación de Lego, tanto desde el punto de vista de los resultados académicos como de la valoración por parte del profesorado y el alumnado. Los autores consideran que el valor de esta experiencia trasciende los resultados académicos, ya que plantea a los estudiantes un escenario de experimentación real y la oportunidad de evaluar su capacidad para afrontar proyectos informáticos de envergadura.

Respecto a las líneas futuras de actuación, el enfoque modular de nuestra propuesta y su grado de adaptación a diversas situaciones curriculares de los estudiantes nos invitan a creer que el número de asignaturas que participan en la iniciativa crecerá cada año. También hemos identificado la necesidad de seguir mejorando las actividades de supervisión, especialmente las relacionadas con el diseño del proyecto, con el fin de facilitar aspectos que a la larga pueden plantear una carga excesiva de trabajo para los estudiantes.

## Referencias

- [1] Elliot Aronson y Shelley Patnoe *Cooperation in the Classroom: The Jigsaw Method* Ed. Pinter and Martin Ltd, 2001.
- [2] Ken Bain. *What the best college teachers do*. Harvard University Press, 2011.
- [3] Cristina Barrado, Raúl Cuadrado, Luis Delgado, Fernando Mellibovsky, Enric Pastor, Marc Pérez, Xavier Prats, Jose I. Rojas, Pablo Royo y Miguel Valero. Una experiencia de unificación de asignaturas para desplegar PBL (y las quejas que originó). *Actas de las XIX JENUI*, 2013.
- [4] John B Biggs. *Teaching for quality learning at university: What the student does*. McGraw-Hill Education (UK), 2011.
- [5] José Miguel Blanco, Alfredo Goñi, Jon Iturrioz, Imanol Usandizaga y José Ángel Vadillo. Diseño de una propuesta de proyecto transversal para la especialidad de Ingeniería del Software del Grado en Ingeniería Informática. *Actas del simposio-taller sobre estrategias y herramientas para el aprendizaje y la evaluación*. Universitat Oberta La Salle, 2015.
- [6] Arthur W Chickering y Zelda F Gamson. Seven principles for good practice in undergraduate education. *AAHE bulletin*, vol. 3(7), 1987.
- [7] Faraón Llorens. ABPgame: un videojuego como proyecto de aprendizaje coordinado para varias asignaturas. *II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad*, 2013.
- [8] Thom Markham. *Project based learning handbook: A guide to standards-focused project based learning for middle and high school teachers*. Buck Institute for Education, 2003.
- [9] Mercedes Marqués. Qué hay detrás de la clase al revés (flipped classroom). *Actas de las XXII JENUI*, 2016.
- [10] James W Pellegrino y Margaret L. Hilton. *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. National Academies Press, 2013.