



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2018/2019

Proyecto nº 30

La gamificación en la educación universitaria: aplicación a asignaturas de programación.

Yolanda Ortega Mallén

Facultad de CC. Matemáticas
Departamento de Sistemas Informáticos y Computación

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Una de las asignaturas que más cuesta a los estudiantes de la Facultad de Informática es “Estructura de Datos y Algoritmos” (EDA de ahora en adelante), obligatoria de 2º curso en todos los grados que se imparten. Año tras año, su tasa de rendimiento es de las más bajas de la facultad a pesar de los esfuerzos tanto del equipo de profesores como del propio decanato con la implantación de algunas medidas propuestas desde su comisión de calidad.

Durante el curso 2018/2019 un equipo de profesores de la asignatura ha puesto en marcha una nueva medida que ha consistido en aplicar técnicas de *gamificación* en la asignatura. La experiencia se ha enmarcado dentro del proyecto de innovación UCM que ha culminado en este documento como memoria final.

El objetivo inicial del proyecto era, como decimos, aplicar las técnicas de *gamificación* en la asignatura EDA. Nuestra motivación principal para querer aplicar estas técnicas a dicha asignatura era mejorar la motivación del alumnado hacia el pensamiento computacional, ya que el método prueba-error-corrección no permite superar la asignatura, siendo imprescindibles el razonamiento y diseño previos a la codificación.

De esta forma, mediante la utilización de un contexto narrativo adecuado, pretendíamos conseguir que los alumnos se involucrasen en su propio aprendizaje e incrementasen su compromiso emocional e intelectual con las asignaturas de programación realizando todos los ejercicios propuestos, imprescindibles para su aprendizaje.

Así, nuestros objetivos más concretos eran:

- Superar el “mito” de que EDA es una asignatura muy difícil y casi imposible de superar la primera vez que se cursa.
- Incentivar nuestro lema: *“Primero resuelve el problema, entonces escribe el código” (John Johnson)*
- Fomentar el trabajo personal.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Favorecer el aprendizaje.
- Mejorar los resultados académicos.

Además, como efecto lateral esperábamos incrementar la motivación del profesorado que, al observar una mejora en la participación de sus alumnos, se sentiría impelido a desarrollar nuevas actividades y retos para ellos.

2. Objetivos alcanzados

El proyecto ha conseguido los objetivos que se propuso, aunque la implantación se llevó a cabo solo en el primer cuatrimestre de la asignatura, en lugar de en los dos cuatrimestres mencionados en la propuesta (los motivos de esta reducción se mencionan al final de la sección).

Se realizó una página web disponible en

<http://eda.fdi.ucm.es/backtrack/1819/index.php>

y cuya página principal puede verse en la Figura 1 del anexo.

En la página web aparece una descripción del juego y sus reglas. Además hay un espacio independiente para cada uno de los grupos, en donde aparece la lista de participantes y equipos así como las puntuaciones alcanzadas y otros elementos del juego como monedas y cartas.

El juego se ofreció a los alumnos de los grupos B, C, F y del doble grado Informática-Matemáticas (DG), siendo estos los grupos en los que el profesor responsable era miembro del proyecto. Teniendo en cuenta que en la facultad se imparten siete grupos, eso significa que el proyecto de gamificación se ha ofrecido a más de la mitad de los grupos (y también de alumnos matriculados) de segundo de la facultad. Con estos grupos se cubren además cinco de las seis titulaciones de grado impartidas en la Facultad de Informática (la excepción es el Grado en Desarrollo de Videojuegos).

La participación fue muy alta en todos los grupos excepto el grupo B. Por ejemplo, en la Figura 2 del anexo se puede observar la masiva participación de los alumnos de los grupos C y F, tanto repetidores como no repetidores, sumando un 86% de jugadores en el grupo C y un 97% en el grupo F. En el caso del grupo DG solo había tres alumnos repetidores y ninguno de ellos se apuntó al juego (tienen un horario muy apretado y les es difícil compaginar horarios de distintos cursos), pero todos los alumnos no repetidores se apuntaron al juego. En el grupo B tuvo una acogida menor, pues solo el 59% de los alumnos matriculados se sumaron a la iniciativa.

Puesto que, excepto en el caso del DG, los alumnos de las distintas titulaciones se reparten entre el resto de grupos de la asignatura, se han comparado los resultados académicos obtenidos en los grupos de cada uno de los profesores involucrados en el proyecto con los grupos que impartieron esos mismos profesores en el curso 17/18 independientemente de la composición de los mismos. En el caso del DG es la misma profesora quien ha impartido ambos cursos. En las Figuras 3 y 4 del anexo se muestran algunas gráficas sobre los resultados obtenidos por los estudiantes de los grupos C y F, donde se observa una notable mejora de las calificaciones obtenidas tanto en el primer cuatrimestre (la evaluación continua aprobada pasa de un 18% en el curso 17/18 a un 34% en el 18/19; y el porcentaje de aprobados en el examen del primer cuatrimestre pasa de un 13,73% a un 36%) como en la convocatoria ordinaria de la asignatura completa (se pasa de un 19% de aprobados a un 25,9%(C) y 32,8%(F), respecto a alumnos matriculados). Además, se pudo observar un leve descenso en los presentados al examen del primer cuatrimestre, pero eso precisamente se debe a que los alumnos, al involucrarse más en su evaluación continua, toman conciencia de su falta de preparación y no se presentan al examen a probar suerte. En el caso de los alumnos del doble grado (ver Figura 5 del anexo) no se experimentó ningún incremento en las calificaciones, sino todo lo contrario: un leve descenso y un porcentaje mayor de suspensos y no presentados en la convocatoria ordinaria. Hay que tener en cuenta que se trata de un grupo pequeño (unos 30 alumnos) y con un número importante de alumnos muy brillantes, por lo que el número de suspensos y de no presentados es usualmente muy bajo y cualquier variación distorsiona mucho los porcentajes. De forma que no se puede concluir que este empeoramiento en las calificaciones se deba a la metodología utilizada. En cuanto al grupo B (ver Figura 6 del anexo), se produjo un descenso no significativo en las

calificaciones del primer cuatrimestre. Recordemos que en este grupo poco más de la mitad de los alumnos se apuntaron inicialmente, y un 25% de jugadores no se presentaron al examen.

Al final del cuatrimestre se pasó a los alumnos una encuesta sobre el juego, para conocer su opinión sobre esta nueva metodología y sobre la implantación que habíamos llevado a cabo. En las Figuras 7 y 8 del anexo se muestran algunas gráficas referentes a la valoración de los alumnos sobre distintos aspectos del juego. Aunque en los cuatro grupos en los que se implantó el juego, los encuestados coincidieron en una muy buena valoración general de la página web del juego, y en que les ha ayudado a aprender los conceptos de la asignatura, hay muchas diferencias de opinión entre unos y otros grupos con respecto al resto de cuestiones. Así, por ejemplo, mientras los jugadores de los grupos B, C y F en general se han sentido motivados y les gustaría que se realizase en otras asignaturas, los del grupo DG no se mostraron tan de acuerdo con dichas afirmaciones, si bien muchos de ellos recomendarían el juego a futuros alumnos de EDA. Muy interesantes fueron los comentarios libres que añadieron los alumnos en las encuestas, donde unos cuantos se quejaron de tener que trabajar en equipo (lo cual demuestra que se debe incidir más en este aspecto desde el primer curso) y otros del *"flipped learning"*, pues pretenden que el profesor siga el método tradicional donde ellos puedan mantener una actitud pasiva. Por su parte, algunos alumnos del grupo DG indicaron que no necesitan motivación y que el esfuerzo requerido les resulta incompatible con su carga discente. Pero nos produjo gran satisfacción recibir numerosos comentarios que, a pesar de criticar algunos aspectos concretos de la metodología, reconocían y apreciaban el esfuerzo realizado por los profesores implicados y el intento de buscar métodos alternativos. Por último, debemos resaltar la opinión de los jugadores repetidores de la asignatura, los cuales en general mostraron su preferencia por esta nueva metodología.

Como hemos dicho antes, aunque en nuestro ánimo estaba aplicar la gamificación en ambos cuatrimestres de la asignatura, finalmente solo fue aplicada durante el primer cuatrimestre. Los motivos para esta reducción han sido principalmente dos. Por un lado, al no recibir financiación, no se pudo contratar un diseñador gráfico que nos proporcionase soporte para la creación de la página web de la gamificación, pieza fundamental para llamar la atención de los alumnos y conseguir que se involucren con mayor interés en la propuesta. Así, tuvimos que emplear mucho tiempo y esfuerzo en desarrollar la página web mencionada antes y, aunque nos sentimos muy satisfechos con el resultado (los alumnos también apreciaron este trabajo), no tuvimos tiempo de preparar con antelación al comienzo del primer cuatrimestre las actividades que se iban a proponer a los alumnos participantes. Esto provocó una acumulación de tareas a los profesores que estaban impartiendo la asignatura en los grupos en los que se aplicó la gamificación, los cuales debían diseñar nuevas actividades más acordes con la nueva metodología, adaptar al contexto narrativo las actividades de años anteriores, crear recursos para la gamificación y llevar al día las puntuaciones y clasificaciones de los participantes y de los equipos (punto clave para que tenga éxito la gamificación) y, por supuesto, supervisar y evaluar las actividades realizadas por los alumnos que, al estar estos más motivados, suponían un volumen superior al usual. Con todo ello, no quedaba tiempo para pensar en (y desarrollar) un nuevo contexto narrativo para el segundo cuatrimestre.

Por otra parte, los alumnos se iban dando cuenta gradualmente de la cantidad de trabajo personal y continuo que debían realizar. No es que este volumen de trabajo fuese excesivo para los objetivos de la asignatura, simplemente la mayoría de los alumnos no están acostumbrados a llevar sus asignaturas al día y muchos se limitan a preparar en serio una asignatura cuando tienen cerca alguna evaluación. No resulta fácil convencer a este tipo de alumnos de que su método no es válido para obtener un conocimiento profundo de las materias impartidas y, aunque la gamificación pretendía ser una forma de atraerles a una forma más adecuada de aprendizaje, no teníamos claro si al final podía llegar a ser contraproducente y preferimos limitarnos al primer cuatrimestre para poder así comparar resultados.

Debemos aclarar que la gamificación en el primer cuatrimestre solo afectaba, desde el punto de vista de evaluación, a la parte de evaluación continua de la asignatura, que supone un 30% de la nota final (es decir, un 15% para la parte del primer cuatrimestre).

3. Metodología empleada en el proyecto

Como hemos mencionado en la sección anterior, hemos aplicado la gamificación a la parte de evaluación continua del primer cuatrimestre de la asignatura "Estructuras de Datos y Algoritmos" (EDA), en los grupos B, C, F y de doble grado en Informática-Matemáticas (DG).

Esta gamificación consistía en que cada jugador podía conseguir hasta 150 puntos (lo que supondría 1,5 puntos en la calificación de la evaluación continua, es decir, la calificación máxima). Como en el primer cuatrimestre de EDA se aprenden 6 temas, se estableció que cada jugador podía conseguir hasta 20 puntos para cada tema, lo que hacía un total de 120 puntos. Los 30 puntos restantes debían conseguirlos a través de su equipo (los jugadores se agrupaban en equipos de 5-6 jugadores). Para cada tema se establecieron tres niveles: principiante (5 puntos), avanzado (12 puntos) y experto (20 puntos). En cuanto a los puntos adicionales "de equipo", se establecieron tres condiciones:

1. Si todos los componentes del equipo al menos son principiantes en cada uno de los seis temas, cada miembro del equipo recibe 5 puntos adicionales.
2. Si el equipo posee al menos un experto en cada uno de los temas, se otorgan 10 puntos adicionales a cada miembro del equipo que sea al menos principiante en todos los temas.
3. Si cada componente del equipo es experto en al menos dos temas, o es experto en uno y avanzado en otros dos, o es avanzado en cuatro temas, cada miembro del equipo (que sea al menos principiante en todos los temas) recibe 15 puntos adicionales.

De esta forma, la puntuación máxima (150 puntos) solo era alcanzable por un jugador si conseguía que su equipo cumpliera las tres condiciones. Con estas condiciones queríamos fomentar que los miembros de un equipo se ayudasen entre sí para conseguir unos niveles mínimos en todos los temas. Y aunque se premiaba tener un experto en todos los temas, se premiaba más si los niveles máximos no se concentraban en unos pocos miembros del equipo.

Los puntos se obtenían realizando *misiones*, que podían ser individuales, en pareja, de todo el equipo, realizadas en clase, en casa, etc. (en la Figura 9 del anexo se puede ver un gráfico con porcentajes de los distintos tipos de misiones). Por cada misión completada se obtenían puntos para uno, dos o más temas. Había misiones suficientes para obtener mucho más de los 20 puntos por tema, aunque a un jugador solo se le podía contabilizar hasta 20 puntos por tema. En la Figura 10 del anexo se puede ver una tabla de las misiones y los puntos ofertados en los grupos C y F, donde se puede apreciar que en todos los temas se ofrecieron al menos casi el doble de los puntos necesarios, y en algunos se llegó casi al triple, por su especial dificultad para los alumnos.

En la página web del juego cada jugador podía consultar las misiones ofertadas en su grupo (con los puntos para cada tema y los plazos establecidos para su realización). También se podía consultar la clasificación de los jugadores de cada grupo y la de equipos (cada jugador era conocido en la web únicamente por su avatar).

La gamificación se completó con *cartas* de ayuda (como conseguir una demora de 24 o 48 horas en la realización de una misión o una segunda oportunidad de completarla). En la Figura 11 del anexo se muestran algunos ejemplos de cartas. Estas cartas se compraban con monedas (que se conseguían con actividades extras) o se obtenían como premio por realizar alguna actividad.

También se repartían *insignias* por diversos motivos, como ser el primero en completar una misión, conseguir la máxima puntuación en un cuestionario de clase o acumular demasiadas monedas (se puede ver una muestra de insignias en la Figura 12 del anexo). Si bien estas insignias no tenían ningún efecto en la puntuación del juego ni en la evaluación continua, añadían cierta gracia a la gamificación y han sido muy apreciadas por los jugadores.

4. Recursos humanos

El equipo para este proyecto ha estado formado por seis profesores (PDI), una persona de apoyo a la investigación (PAS) y cinco estudiantes (de doctorado, máster y grado). Si bien el grueso del trabajo ha recaído en los tres profesores que han implantado la gamificación en sus grupos de EDA (uno de ellos era responsable de dos grupos), pues son ellos los que han tenido que desarrollar las actividades concretas para sus grupos y gestionar a sus jugadores, la colaboración del resto del equipo ha sido imprescindible para poner en marcha el juego. Por ejemplo, casi al comienzo del proyecto, cuando tuvimos que elegir y desarrollar un contexto narrativo, fue fundamental contar con la opinión de los estudiantes, para saber qué podía resultar más atrayente para los alumnos de EDA. También recabamos su opinión con respecto a la web del juego, cuando estuvo terminada y, más adelante, sobre las encuestas de valoración que debíamos pasar a los alumnos jugadores.

Como se ha comentado en una sección anterior, no pudimos contratar a un diseñador gráfico para que nos ayudase con el diseño de la página web. Afortunadamente, uno de los estudiantes del equipo posee una excelente destreza en este tipo de desarrollos y brindó un apoyo impagable al equipo de profesores (no solo los involucrados en la docencia) que diseñaron la página web del juego y sus diversos elementos (cartas, insignias, etc.). Finalizado el primer cuatrimestre, este estudiante también colaboró con los profesores que habían utilizado el juego en sus grupos para extraer gráficas de las encuestas de valoración del juego.

Por último, hay que destacar la labor esencial del resto de profesores participantes en el proyecto en la fase de programación web, que permitió a los profesores de los grupos de la asignatura mantener actualizados, de forma suficientemente “cómoda”, el estado del juego en cada grupo y las clasificaciones de jugadores y equipos.

5. Desarrollo de las actividades

El proyecto comenzó con la introducción a la gamificación de los colaboradores más noveles, facilitándoles artículos, vídeos y otros materiales que describen en qué consiste la gamificación y las técnicas que se pueden emplear. Si bien en la solicitud del proyecto se contemplaba una tarea de análisis de las herramientas disponibles para la gamificación en la educación y su adecuación a los objetivos de nuestras asignaturas, decidimos que era mejor centrarse en la definición y el desarrollo del marco narrativo y de las componentes de nuestro juego, y hacer el análisis cuando tuviésemos más claras nuestras necesidades concretas. Por eso, pasamos directamente a la definición de un marco narrativo que encajase con el programa del primer cuatrimestre de EDA.

Tras varias reuniones con la mayor parte del equipo, se eligió basar nuestro juego en la trilogía cinematográfica *Regreso al futuro*, denominándolo *Back-track to the future* como un guiño a uno de los temas de EDA: la técnica de Vuelta-atrás (*Backtracking* en inglés). Dentro de este contexto narrativo, el profesor se convierte en el *Doctor Emmett Brown (Doc)* y cada jugador será un *Marty McFly* que retrocede en el tiempo para conseguir que sus padres aprendan conceptos de diseño de algoritmos. Además, los puntos de la evaluación continua se convierten en *Gigavattios*.

Desde el primer momento tuvimos claro que, a pesar de carecer de financiación para contratar al diseñador gráfico que teníamos previsto, no debíamos renunciar a diseñar una página web que acompañase al juego y resultase atractiva para nuestros alumnos. Así que la fase siguiente fue desarrollar dicha página web, que debía incluir al menos los siguientes ingredientes: una página inicial que ilustre la historia y permita el registro de los alumnos que deseen participar, otra página que explique en qué consiste el juego y sus reglas, y otra en la que aparezca la descripción de los personajes del juego. Todo esto sería común a los cuatro grupos en los que se iba a implementar el juego. Además, cada grupo tendría su propio espacio en la web para poner reglas adicionales (si lo estimaba necesario), las misiones a completar y las clasificaciones de los jugadores, tanto individuales como por equipos, donde poder consultar la puntuación y los niveles alcanzados. Precisamente, una de las cuestiones que nos dio más quebraderos de cabeza, fue cómo conseguir que las clasificaciones en la web se actualizaran a partir de la información que fuese guardando cada profesor sobre los jugadores en su grupo. Al final se decidió que cada profesor llevaría un archivo Excel con toda la información sobre misiones, insignias, jugadores y equipos de su grupo. A partir de dicho archivo se generaría otro archivo de texto JSON que permitiría, aplicando un código JavaScript, actualizar las clasificaciones del grupo de forma automática.

Uno de los estudiantes del equipo sugirió basar la web de nuestro juego en la del juego *HearthStone*, de Blizzard Entertainment, Inc., porque contenía muchos de los ingredientes que nosotros necesitábamos y así se hizo. El resultado puede verse en <http://eda.fdi.ucm.es/backtrack/1819/index.php> aunque también puede verse en la Figura 1 del anexo una captura de la página inicial.

Incorporamos ingredientes extras al juego como las cartas de ayuda (que se comprarían con monedas llamadas *dolarians*) y las insignias. Tuvimos que diseñar también estos componentes.

Con el objetivo de atraer a los alumnos a nuestro juego, elaboramos un breve vídeo que se incorporó a la página inicial del juego. Además, se realizó una versión todavía más breve, que se proyectó en las pantallas informativas de la Facultad de Informática durante los días anteriores a la matrícula de los estudiantes, puesto que podían escoger entre los diferentes grupos de EDA.

Todo este trabajo de puesta a punto de la página web hubo de realizarse antes del comienzo de las clases, que tuvo lugar el 10 de septiembre, lo que dejó muy poco margen para la preparación de las misiones. Si bien sí que se habían tenido algunas reuniones para discutir sobre el tipo de misiones que se iban a proponer a los jugadores, no hubo tiempo de elaborar una planificación detallada de las mismas y no se pudo proporcionar a los jugadores un calendario de plazos de entrega. Esto motivó que, al principio, los jugadores intentasen completar todas las misiones que se iban proponiendo, ya que ignoraban cuántas misiones se iban a proponer y qué puntos podrían conseguir, aunque habían sido advertidos por los profesores de que habría misiones y puntos más que suficientes.

El primer día de clase en cada grupo participante se proyectó el vídeo promocional del juego y se explicaron la historia, las reglas y los personajes. Para dar un poco de ambientación, algunos profesores del proyecto se disfrazaron de personajes de *Regreso al futuro* (se pueden ver algunas fotos en el anexo). Se animó a los alumnos a que se apuntasen, para lo que debían completar y entregar un compromiso como el de la Figura 14 del anexo: debían elegir un *nick* (nombre por el que se le conocería en el juego) y un *avatar* (imagen que sería su representación en la web del juego). Terminado el plazo para la entrega de compromisos, se procedió a formar los equipos, ya fuesen propuestos por los jugadores o por el profesor. Cada equipo debía tener un nombre, un lema y un escudo (imagen representativa). Se puede ver un ejemplo en la Figura 13 del anexo.

Los tipos y el contenido de las misiones han sido distintos en cada uno de los grupos pero en todos ellos se han realizado misiones individuales, en pareja y en equipo. Algunas misiones eran aplicables a varios temas y se les asignó un título genérico para que los alumnos las identificasen:

- Misión “**Pardillo**”: (individual) consistía en la realización de un Kahoot con 10 preguntas sobre el tema. Los alumnos debían consultar previamente los apuntes del tema correspondiente para poder responder a las preguntas en clase. Después de cada pregunta se establecía un diálogo en clase para aclarar las dudas sobre dicha cuestión.
- Misión “**Preguntón**”: (individual) cada alumno debía elaborar dos preguntas nuevas tipo Kahoot sobre el tema en curso. Al final del curso se elaboró con dichas preguntas un Gran Kahoot Final para repasar toda la asignatura.
- Misión “**Condensador de fluzo**”: (individual) consistía en preparar una infografía-resumen del tema. Posteriormente el profesor elegía de cada clase las cuatro que reflejaban mejor el contenido del tema y los alumnos votaban entre ellas la que consideraban la mejor de la clase, la cual obtenía cartas especiales.
- Misión “**Al Juzgado**”: (pareja) consistía en la realización de ejercicios de programación en el laboratorio utilizando un juez automático, el mismo que se utiliza en el examen final de la asignatura. Era requisito que fuesen cambiando de pareja en las sucesivas misiones.
- Misión “**Explica como puedes**”: (equipo) consistía en la preparación de un tema adicional relacionado con los contenidos de la asignatura y la generación de un vídeo con la explicación/presentación del mismo.
- Misión “**Ponte en mi lugar**”: (individual) consistía en proponer un ejercicio de programación del tema correspondiente y casos de prueba en un formato similar al de los ejercicios propuestos por el profesor para las misiones “Al Juzgado”.
- Misión “**A la Carta**”: (individual o en equipo): esta misión se utilizó al final como última oportunidad para aquellos equipos o jugadores que querían mejorar su nivel en un determinado tema y se diseñaba de manera específica para el/los solicitantes.

Con todas estas misiones se buscaba que los alumnos fuesen capaces de:

- trabajar de manera autónoma pero también en equipo;
- extraer la información más relevante de cada tema;
- ser conscientes de si han comprendido en profundidad los distintos conceptos de cada tema y reflexionar sobre sus propios errores para poder rectificar;
- aplicar dichos conceptos a la resolución de los problemas de programación planteados;
- completar su formación con contenido adicional relacionado con la asignatura y transmitir dicho aprendizaje a sus compañeros;
- ser innovadores y creativos al ponerse en el lugar del profesor e intentar proponer sus propias preguntas, problemas o presentaciones.

Otras misiones se realizaron de forma puntual a lo largo del cuatrimestre:

- Misión “**Doce Uvas**”: consistió en participar en el concurso de programación online *Las Doce UVas* (<http://las12uvas.es/2018/>) organizado desde la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid y que tiene lugar cada 31 de diciembre.

- Misión “**Líder McFly**”: consistía en realizar una sesión de resolución de dudas sobre un conjunto de ejercicios al que solamente podía asistir un representante de cada equipo, el cual era responsable de transmitir al resto de su equipo lo aprendido en dicha sesión.
- Misión “**Exposición de arte digital**”: consistió en la programación de arte digital utilizando recursión (uno de los temas de la asignatura) y su exposición en la página web del juego.
- Misión “**Copiando obras de arte**”: asociada a la misión anterior, consistió en seleccionar una obra de otro estudiante y recrearla utilizando recursión. De esta forma se ponía a prueba la capacidad del alumno de identificar estructuras recursivas y programarlas.

Durante el desarrollo del juego, las tareas fundamentales de los profesores fueron:

- **Diseño, publicación y ejecución de las misiones:** Cada misión se publicaba en la página web con antelación suficiente con una descripción de la misma, los gigavatios de cada tema que se podían obtener con ella y los plazos para su realización. Una vez finalizada su ejecución y corregidas las entregas realizadas por los jugadores, se publicaban en la página web las puntuaciones actualizadas de jugadores y equipos, así como los niveles conseguidos en cada tema.
- **Gestión de los dolarians y de las cartas:** las monedas del juego (dolarians), podían obtenerse por la realización de diversas tareas como participar en clase, resolver ejercicios en la plataforma “Acepta el Reto” (<https://www.aceptaelreto.com/>), etc. Los dolarians obtenidos por los jugadores se mantenían constantemente actualizados en la página web. Con dichos dolarians los jugadores podían comprar cartas de ayuda que también se publicaban en el estado de cada jugador. La gestión de la compra de las cartas se realizó en algunos grupos a través del e-mail y en otros mediante un grupo de Telegram.

En la Sección 2 ya se han proporcionado datos sobre el impacto del juego en el examen cuatrimestral y la convocatoria ordinaria. A la hora de valorar los resultados del juego propiamente dicho realizamos las siguientes consideraciones:

- **Puntuaciones obtenidas por los jugadores:** en la Figura 15 del anexo se pueden observar las puntuaciones conseguidas por los jugadores en los grupos C, F y DG, que ponen de relieve desigualdades entre los grupos: mientras que en el DG un 93% han conseguido al menos la mitad de los puntos ($\geq 75Gw$), en el grupo C lo ha conseguido un 46% y en el F solamente un 24,19%.
- **Niveles conseguidos:** en la Figura 16 del anexo se muestra (para los grupos C y F) el porcentaje de alumnos que ha conseguido ser al menos principiante en un cierto número de temas. Observamos que más de la mitad de los jugadores han conseguido ser principiantes en 5 de los 6 temas y cerca de un 30% en todos ellos.
- **Niveles conseguidos por temas:** las Figuras 17 y 18 del anexo muestran los niveles conseguidos distribuidos por temas. Se observa claramente que en el último tema del cuatrimestre hay un empeoramiento en los niveles conseguidos por los jugadores. Esto es debido a la concentración de la entrega de trabajos o prácticas del resto de asignaturas.

Una vez finalizado el primer cuatrimestre elaboramos una encuesta utilizando la plataforma Moodle del Campus Virtual. Con ella pretendíamos evaluar la opinión de los alumnos acerca de:

- **Los elementos concretos del juego:** los personajes involucrados, la utilidad de las cartas, las formas de conseguir monedas, los distintos tipos de misiones propuestas, la página web, las insignias etc.
- **El impacto de la metodología empleada:** la mejora de la motivación y de la comprensión de los conceptos de la asignatura, la cantidad de esfuerzo/tiempo empleado en la realización de las misiones, la recomendación de esta metodología en otras asignaturas o para otros estudiantes de la misma etc.

Adicionalmente desarrollamos algunas preguntas específicas para los alumnos repetidores con objeto de comparar su experiencia con la de cursos anteriores. En la Sección 2 se describen algunas de las conclusiones obtenidas a partir de estas encuestas.



Participantes

Perfil alumnos

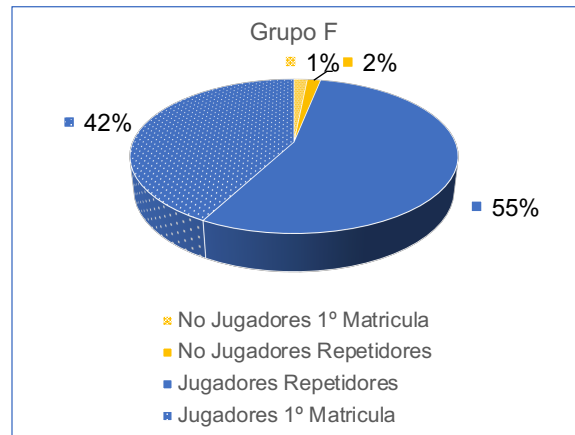
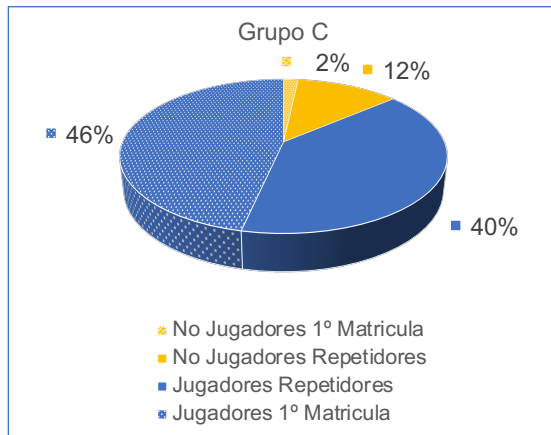
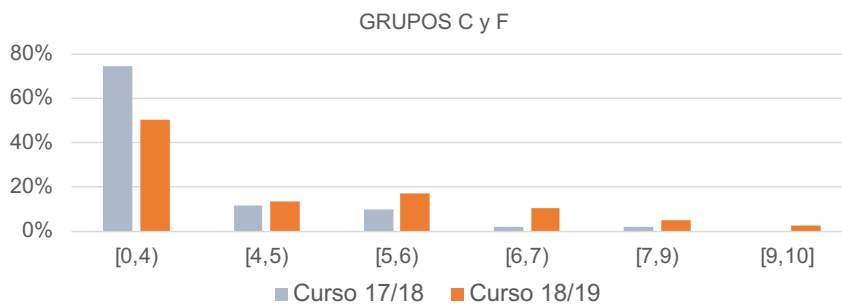


FIGURA 2: Perfil de los alumnos participantes en los grupos C y F



Examen cuatrimestre

Resultados



- Porcentaje ≥ 4 : 25% 49,33%
- Porcentaje ≥ 5 : 13,73% 36%
- Porcentaje Evaluación continua aprobada: 18% 34%

FIGURA 3: Comparativa examen cuatrimestral Grupos C y F

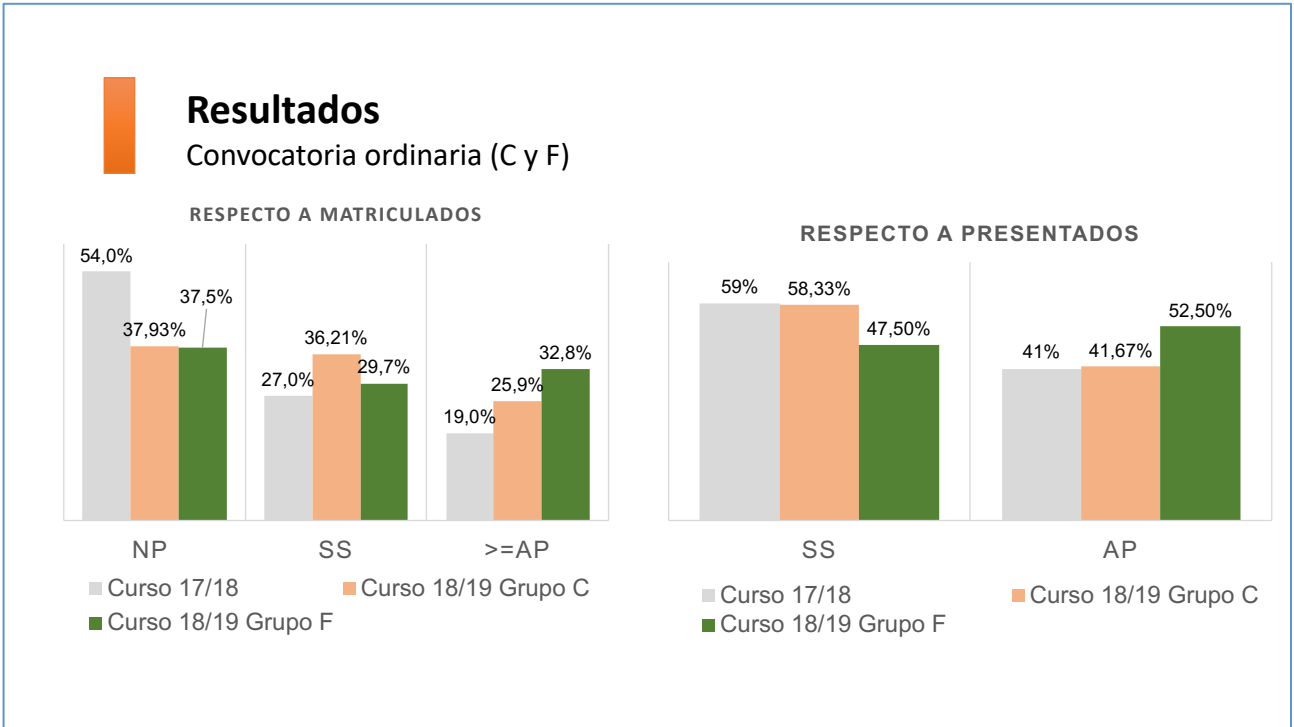


FIGURA 4: Comparativa convocatoria ordinaria Grupos C y F

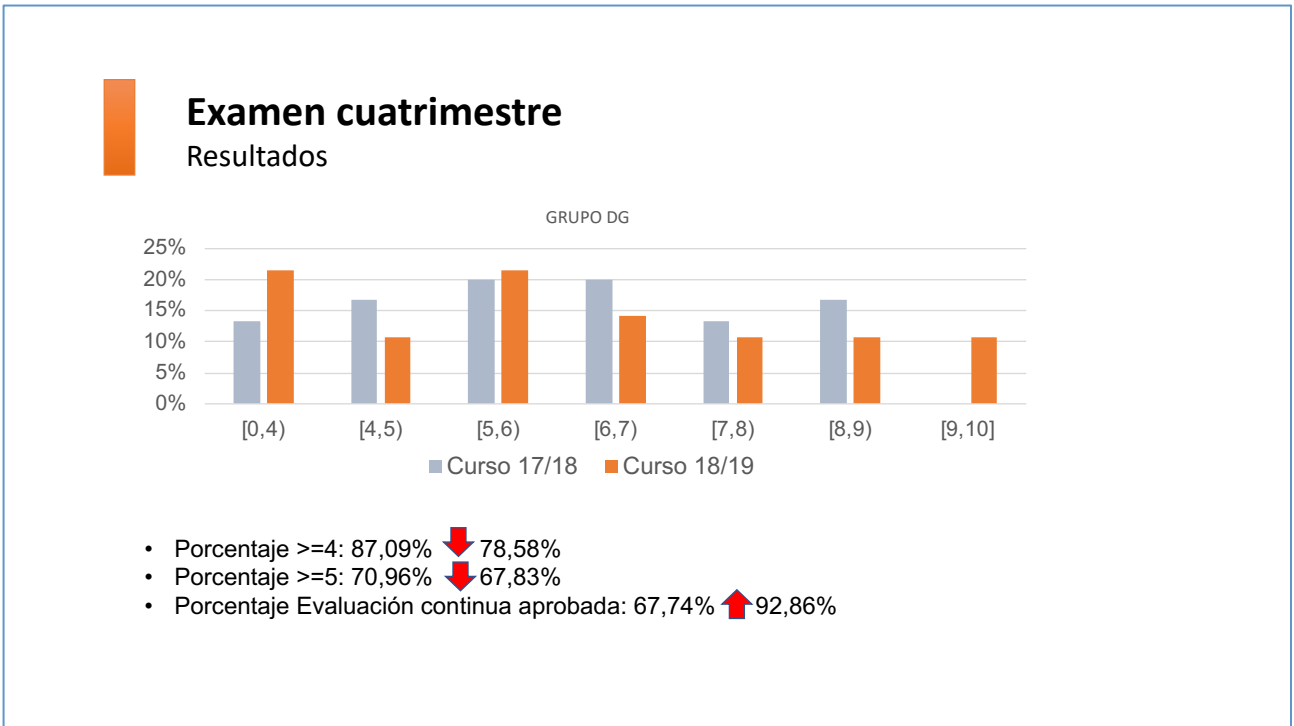
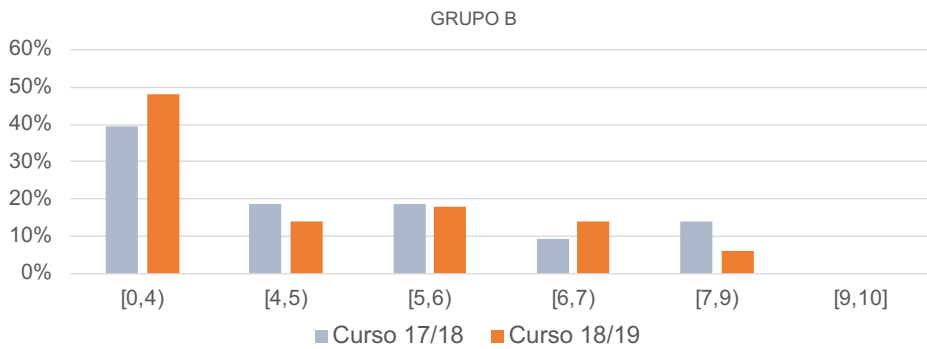


FIGURA 5: Comparativa examen cuatrimestral grupo Doble Grado



Examen cuatrimestre

Resultados



- Porcentaje ≥ 4 : 60,47% \downarrow 52%
- Porcentaje ≥ 5 : 41,86% \downarrow 38%

FIGURA 6: Comparativa examen cuatrimestral grupo B



Valoración alumnos

Encuesta

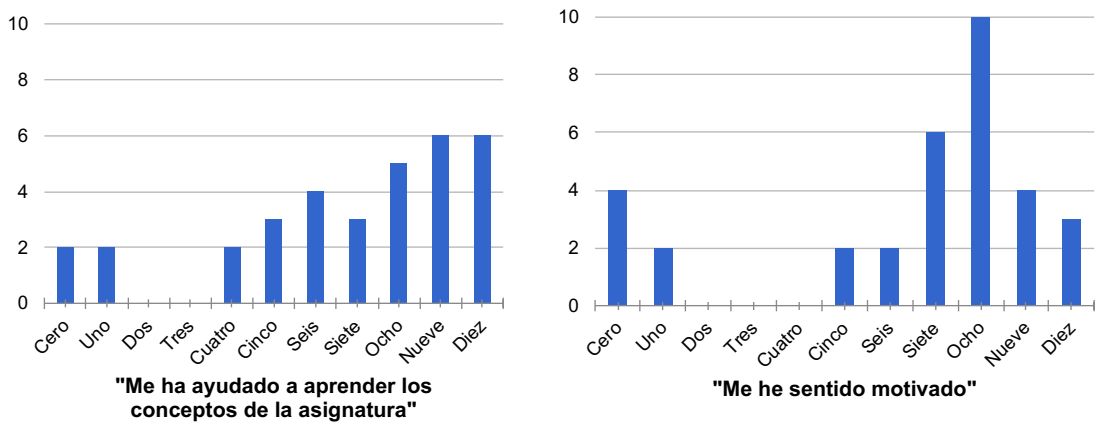


FIGURA 7: Encuesta de valoración a los alumnos



FIGURA 8: Valoración de alumnos repetidores

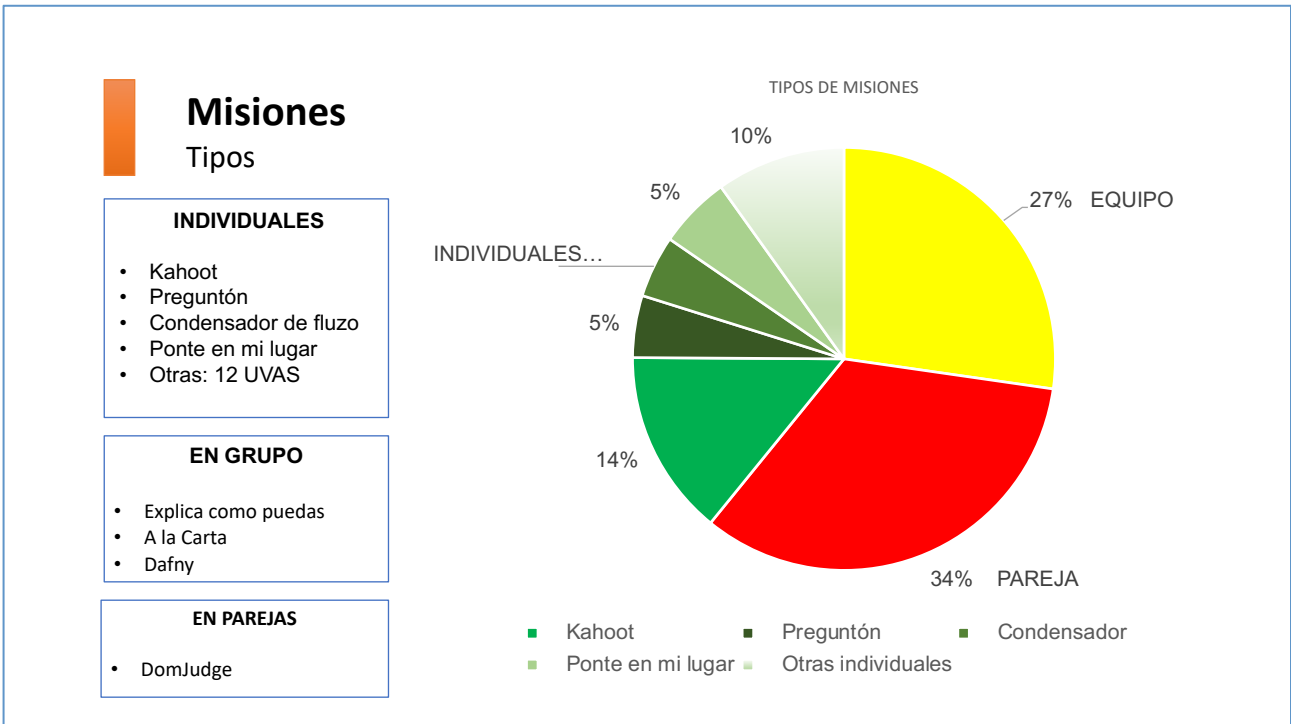


FIGURA 9: Tipos de misiones

Misiones

Gigavatios ofertados

TEMA 20 GW POR TEMA	GIGAVATIOS OFERTADOS	PORCENTAJE ADICIONAL
Tema 1: Coste	36	+80%
Tema 2: Especificación	49	+145%
Tema 3: Verificación, iterativos	54	+120%
Tema 4: Recursivos	36	+80%
Tema 5: Divide y vencerás	37	+85%
Tema 5: Vuelta atrás	41	+105%
Total	253	+111%

FIGURA 10: Misiones ofertadas

Ayudas del juego

Cartas



FIGURA 11: Ejemplos de cartas

Para coleccionar Insignias

El primero en..

Ganadores

Hitos ACR

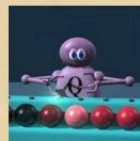
Otros



FIGURA 12: Ejemplos de insignias



Información detallada de Sort



Tenemos métodos para ver en R4

Miembros

#	Nombre	Gigavatios	Niveles	Insignias
1	BubbleSort	150		
2	BogoSort	150		
3	QuickSort	150		
4	MergeSort	150		
5	RadixSort	150		
6	Bucketsort	138.3		

FIGURA 13: Información detallada de un equipo

Quiero ser un McFly

Compromiso del jugador

*Your future hasn't been written yet. No one's has.
Your future is whatever you make it, so make it a
good one.*

Doc



Yo,.....,
más conocido como

.....

Decido libremente participar en **Back-track to the future**, convirtiéndome en un **McFly** y conduciendo el **DeLorean** hacia el pasado y de regreso al presente.

Me comprometo a respetar las reglas del juego y a seguir las indicaciones del **Dr. Emmett Brown** para intentar alcanzar la máxima puntuación.

También me comprometo a colaborar con mi equipo hasta el final del juego para conseguir los puntos adicionales.

Firma:

Fecha:/..../....

Principios

- Honestidad** No haré trampas al realizar las misiones.
- Compañerismo** Ayudaré a mis compañeros.
- Superación** Intentaré completar todas las misiones.
- Respeto** Hacia los compañeros y los profesores.
- Espíritu crítico** No me conformaré con un aprendizaje superficial.



Este compromiso podrá ser revocado por el firmante hasta un mes desde la fecha de la firma.

FIGURA 14: Compromiso del jugador

Resultados

Gigavatios conseguidos

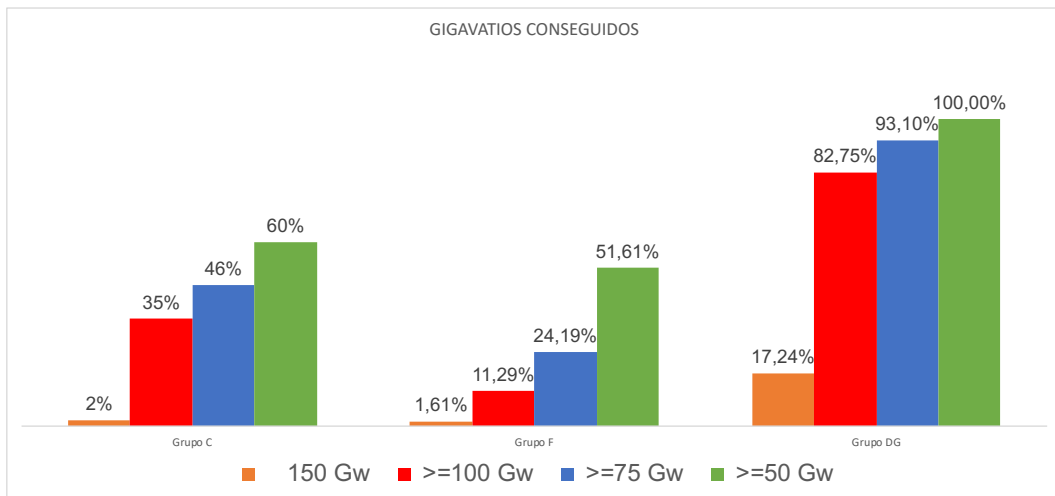


FIGURA 15: Puntuaciones conseguidas

Resultados juego

Niveles

- Ningún nivel conseguido: 6,25%
- Experto en todo: 2,68%

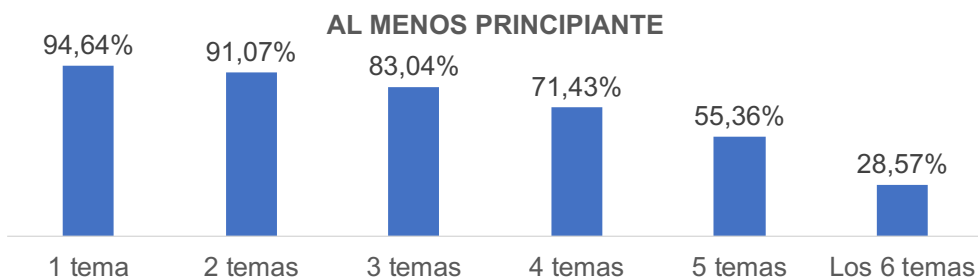


FIGURA 16: Niveles conseguidos (grupos C y F)



Resultados juego

Niveles por temas

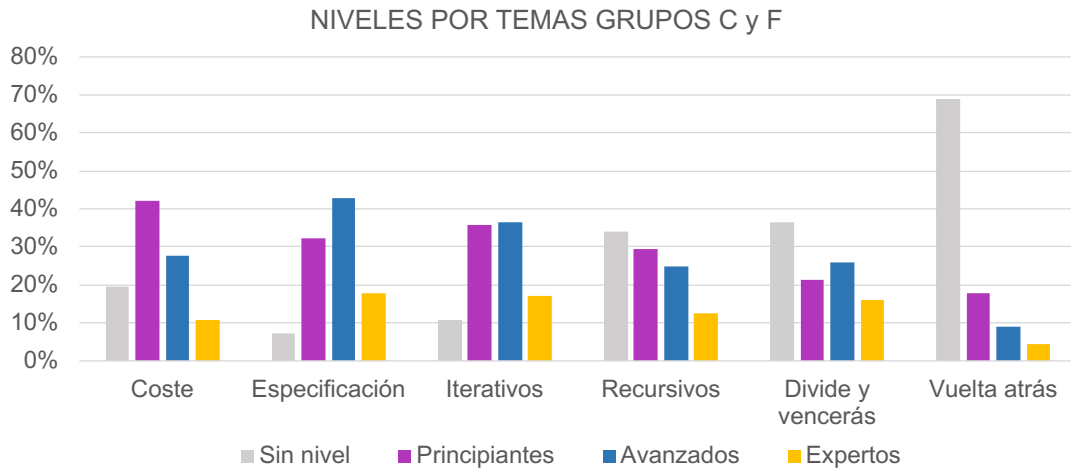


FIGURA 17: Niveles por temas en Grupos C y F



Resultados juego

Niveles por temas

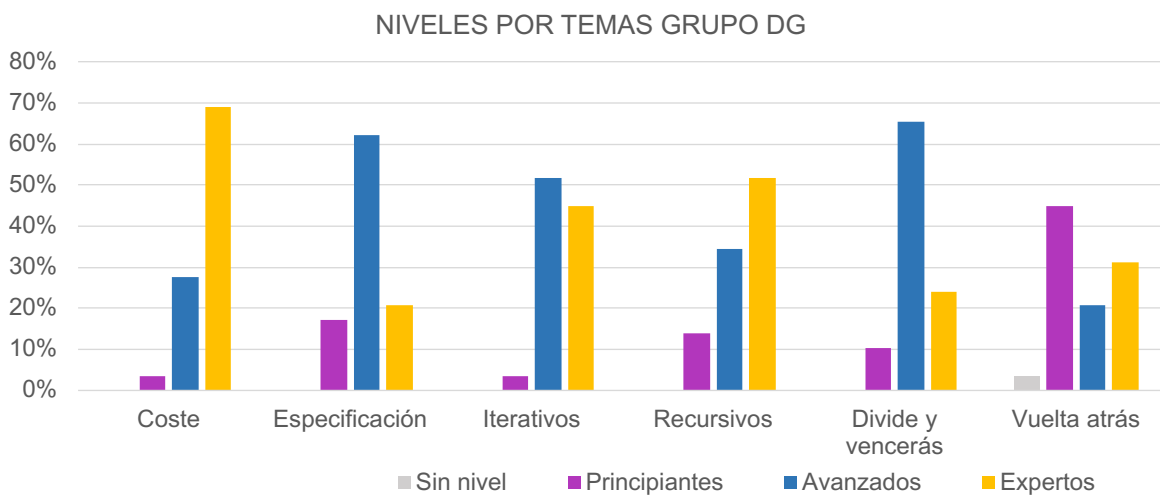


FIGURA 18: Niveles por temas en Doble Grado



Fotos del día de presentación del juego