

La competición como mecánica de gamificación en el aula: Una experiencia aplicando aprendizaje basado en problemas y aprendizaje cooperativo

Iván Cantador

Departamento de Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid
28049 Madrid, España
ivan.cantador@uam.es

Resumen

La competición se considera como una de las principales mecánicas de gamificación. Sin embargo, en la literatura sobre enseñanza existe controversia en si la competición como metodología didáctica es beneficiosa o perjudicial para los estudiantes. Existen defensores que argumentan que una competición bien organizada reta a los estudiantes a dar lo mejor de ellos mismos y de este modo incrementa su motivación, y detractores que argumentan que una competición fuerza a los estudiantes a centrarse en los resultados concretos de la contienda en vez de en el proceso de aprendizaje, pudiendo estar sometidos a un nivel de estrés excesivo. Teniendo como objetivo clarificar tal controversia y desarrollar una actividad saludable, útil, estimulante y divertida en el aula, tras varias experiencias previas, se ha desarrollado una competición inspirada en Aprendizaje basado en Problemas y Aprendizaje Cooperativo para abordar posibles perjuicios de un entorno competitivo en el aula, y que incluye varias mecánicas de gamificación para incrementar el grado de entretenimiento, motivación y adicción de los estudiantes. La competición se implementó y evaluó con un grupo de 60 estudiantes de Grado en Ingeniería Química en una asignatura de introducción a la informática y a la programación en ordenador. En este capítulo se describe y analiza la experiencia tratando aspectos metodológicos de aprendizaje considerados, el esquema de trabajo y tareas planteadas, y evaluaciones obtenidas sobre diversos aspectos, como la duración, dificultad y disfrute de la actividad, el alcance de objetivos de aprendizaje, y los efectos del entorno cooperativo y competitivo.

1. Introducción

Una competición es un evento que establece un contexto en el que dos o más personas contienden entre sí aspirando con empeño a alcanzar un objetivo o logro, cuya recompensa no puede ser compartida y da lugar en general a la existencia de un vencedor y un perdedor. Individuos o grupos de individuos se sitúan entonces en una posición donde deben enfrentarse por la consecución de un resultado de la forma más efectiva y eficiente posible. Así, por ejemplo, en la mayoría de las competiciones deportivas, equipos participantes aspiran a ganar los encuentros que les llevan a obtener el primer puesto en el torneo.

Se puede afirmar parcialmente que el mundo es competitivo, siendo difícil evitar competir en un gran número de situaciones de la vida. No obstante, también es cierto que en la mayoría de los casos, la competición es una condición impuesta o al menos elegida de

forma personal; se podría vivir fácilmente una existencia basada más en un comportamiento cooperativo y menos en un entorno competitivo. En este sentido, educadores formando a estudiantes para el mundo laboral, poniéndoles en situaciones competitivas construidas artificialmente, podrían estar imponiéndoles una visión propia del mundo (Shindler, 2007), y se podría argumentar que si se promueve un ambiente de aprendizaje cooperativo, se obtendrían entornos laborales menos competitivos.

La competición en la enseñanza representa un aspecto que ha sido tratado ampliamente en la literatura. Los hermanos Johnson (Johnson & Johnson, 1999), y Kim y Sonnenwald (2002) identifican tres estilos de aprendizaje: individualista, cooperativo y competitivo. El estilo de aprendizaje individualista incita a un estudiante a trabajar de forma autónoma para asegurar que el esfuerzo personal alcanza objetivos de aprendizaje independientes del esfuerzo de otros estudiantes. El estilo de aprendizaje cooperativo indica una preferencia por alcanzar objetivos de aprendizaje individuales mediante trabajo en grupo. Finalmente, el estilo de aprendizaje competitivo promueve un entorno donde estudiantes trabajan enfrentados para alcanzar una buena calificación, y sólo algunos lo consiguen de forma exitosa.

El aplicar metodologías didácticas basadas en competición es de hecho un tema que ha suscitado controversia en la última década. Así, por ejemplo, Verchoeff (1999) es un gran defensor de sus beneficios, argumentando que una competición bien organizada reta a sus participantes a dar lo mejor de ellos mismos, y de este modo incrementa su motivación. Lawrence (2004), en acuerdo con ese argumento, proclama que una competición enriquece el aprendizaje, que pasa a ser un proceso mucho más activo. Fulu (2007) también reconoce ciertos puntos a favor de la competición, como la obtención de reconocimiento y el incremento de autoestima. Es más, Fasli y Michalakopoulou (2005) muestran que elementos competitivos actúan como incentivos para alcanzar calificaciones más altas a los estudiantes que desarrollan un esfuerzo alto, y para persistir en el proceso de aprendizaje a los estudiantes de menor rendimiento académico. En esta línea, Siddiqui et al. (2007) presentan un estudio que demuestra que hay un alto sentimiento competitivo entre los estudiantes. Lam et al. (2001), sin embargo, son partidarios de que una competición daña al aprendizaje forzando a los estudiantes a centrarse en los objetivos específicos de la contienda en vez de en los del proceso de aprendizaje en sí. Vockell (2004) también argumenta que el estrés al que se ven sometidos los estudiantes involucrados en una competición tiene un efecto perjudicial que es mayor que los propios beneficios que se pueden obtener de aquel.

Aparte de esta controversia, existe un acuerdo generalizado en que la competición por equipos es menos nociva para los estudiantes y puede mejorar de forma efectiva las habilidades de aprendizaje. Thousand et al. (1994) establecen que objetivos cooperativos hacen a los estudiantes tomar conciencia y cuidar de sus responsabilidades y tareas por el bien del grupo. Yu et al. (2002), examinando las preferencias de estudiantes por diferentes tipos de competición y evaluando sus grados de satisfacción por el aprendizaje alcanzado, demuestran que los estudiantes prefieren competiciones “anónimas” (i.e., grupales) frente a competiciones “cara a cara” (i.e., individuales), pues las primeras tienden a reducir el estrés y otras emociones negativas. Shindler (2007) concreta más definiendo una competición “saludable” como una actividad de corta duración, en la que quedar vencedor tiene un valor relativamente bajo, y que ha de estar enfocada en el desarrollo (del aprendizaje) más que en el resultado (de la competición).

2. Competiciones saludables en enseñanza

Aunque en la actualidad sigue vigente la discusión sobre si una competición puede ser o no un buen método docente, en lo que sí parece haber consenso es en ciertas características que una actividad competitiva en el aula ha de tener para ser beneficiosa o al menos no ser perjudicial para los estudiantes (Thousand, 1994; Yu et al., 2002; Shindler, 2007). En esta sección se comentan algunas de esas características, que están relacionadas con la definición de “competición saludable” dada por Shidler (2007): una actividad corta en la que los premios de los vencedores no son substanciales y que tiene que estar enfocada en el proceso de aprendizaje en vez de en los resultados (clasificaciones) finales.

En primer lugar, los premios para los vencedores deben ser simbólicos o de baja relevancia (e.g. caramelos y aplausos), con el fin de que los esfuerzos de los estudiantes sean intrínsecos y no dirigidos a ganar en la competición. Cuando se ofrece una recompensa excesivamente valiosa por ganar, se hace que la victoria sea lo importante y que los estudiantes tiendan a centrarse en alcanzarla a toda costa, aunque se provoquen desequilibrios significativos en el esfuerzo y aprendizaje de los miembros de un equipo. En particular, altas calificaciones, objetos de valor y privilegios de cualquier tipo han de evitarse. A pesar de ello, es conveniente mantener un premio para los vencedores, que será visto por los estudiantes como un objetivo a alcanzar de forma colaborativa y que les motivará para poner un esfuerzo extra no sólo por interés personal, sino también por el de los compañeros de sus equipos. Esto no significa que los estudiantes no puedan obtener una calificación en la asignatura por su trabajo en la actividad. Por supuesto, además de los objetivos de aprendizaje, las calificaciones representan un incentivo importante para que los estudiantes den lo mejor de sí mismos. En este sentido, el alcanzar los objetivos de aprendizaje ha de prevalecer sobre la obtención de altas calificaciones. Esto podría conseguirse si los estudiantes están realmente inmersos en la competición, disfrutando de su participación y colaboración con compañeros de equipo, con los que poder ganar el premio (simbólico) final. Por otra parte, para mantener la motivación de aquellos que no están en los primeros puestos de la contienda, el diseño de ésta ha de permitir que los estudiantes de un equipo puedan obtener altas calificaciones independientemente de su posición en la clasificación, y que las calificaciones de los miembros de un mismo equipo puedan ser diferentes en base a algún tipo de evaluación individual.

En segundo lugar, la competición ha de ser corta. Una excesiva duración de la misma haría incrementar la sensación de prominencia y disminuiría la sensación de intensidad y diversión, ambos efectos indeseables. La competición, por otra parte, debe ser lo suficientemente larga para evitar la desmotivación de los estudiantes provocada por unos resultados iniciales malos, y permitir que todos los participantes tengan una buena oportunidad de ganar hasta el final de la actividad. En una experiencia anterior (Cantador & Conde, 2010), se observó que cuatro rondas para un periodo de seis semanas fue una buena elección. Sin embargo, se obtuvo que en tal periodo de tiempo algunos estudiantes acabaron aburriéndose. Se identificó que esto fue debido al hecho de que los estudiantes siempre tenían que resolver el mismo tipo de ejercicios y problemas para todas las rondas. De este modo, la diversidad de temáticas y tareas, así como cambios inesperados en las mismas son importantes aspectos a tener en cuenta cuando se diseña una actividad larga en el aula.

Finalmente, el objetivo de la competición debe ser claramente puesto en el proceso (de aprendizaje) en vez de en los resultados (de la clasificación), mostrando que ganar o perder

tiene muy poca importancia en comparación con lo que se aprenda durante la actividad. Para alcanzar este efecto, el premio simbólico puede considerarse como un prerrequisito, pues uno de valor puede llevar a los estudiantes a centrarse en él. Las tareas de evaluación personal también pueden ayudar a que los estudiantes piensen y se centren en los objetivos de aprendizaje. Un diseño de competición tiene que incluir intervalos de tiempo en los que los estudiantes, individual y colectivamente, han de velar por su correcto progreso en el proceso de aprendizaje. Para tal propósito, las evaluaciones de los estudiantes podrían ser enmarcadas en el contexto de la eficacia colectiva, definida por Bandura (1997) como la creencia compartida de un grupo en su capacidad conjunta de organizar y realizar las acciones requeridas para alcanzar ciertos logros difícilmente alcanzables de manera individual. Así, algunas de las tareas de evaluación en la competición deberían involucrar la valoración grupal de las capacidades de un equipo como conjunto, no simplemente como una agregación de las eficacias individuales de sus miembros (Wing-yi Cheng et al., 2008).

Resumiendo y listando todas las características discutidas, se podría concluir que una competición saludable en enseñanza debería:

- ser emprendida por un premio de valor simbólico,
- ser realizada en un periodo de tiempo relativamente corto,
- proporcionar diversidad de temáticas y tareas a realizar,
- ofrecer y dar la sensación a todos los participantes de tener oportunidad de ganar, y
- asignar un valor visible al proceso, calidad y evaluación del aprendizaje.

En la actividad aquí descrita se procura asegurar una competición saludable siguiendo los principios anteriores. Al ser por equipos, el diseño de la competición cuenta además con elementos característicos del aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje cooperativo, que son descritos en las dos siguientes secciones.

3. Aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas (Schmidt, 1983; Hmelo-Silver, 2004; Schmidt et al., 2011) es una metodología docente en la que los estudiantes abordan temas de una asignatura en el contexto de la resolución de problemas realistas, generalmente complejos y multifacéticos. Es una pedagogía centrada en los estudiantes, en el sentido de que son ellos quienes han de identificar qué saben, qué necesitan aprender, y cómo y dónde obtener la información que les permite resolver el problema planteado. Los estudiantes, de este modo, son expuestos a una situación simulada de trabajo profesional real que involucra aspectos de procedimiento, normativos y éticos que han de ser considerados para alcanzar el resultado esperado. Trabajando mediante la combinación de diferentes estrategias de aprendizaje para entender la naturaleza del problema, y las restricciones y opciones de su resolución, definir las variables de entrada, y analizar los puntos de vista planteados, los estudiantes aprenden a negociar y elegir las decisiones a llevar a cabo. En este contexto, el profesor actúa como facilitador de aprendizaje proporcionando las bases de conocimiento apropiadas para el problema, modelando el proceso de resolución y monitorizando el aprendizaje durante tal proceso. El profesor tiene que animar y apoyar a los estudiantes para aumentar su confianza para afrontar el entendimiento y resolución del problema.

En general, debido a que hay que resolver varias tareas complejas, las actividades de aprendizaje basadas en problemas se desarrollan por grupos de estudiantes. La metodología de aprendizaje basado en problemas es, de este modo, inherentemente social y colaborativa. Los estudiantes toman responsabilidades y tareas concretas dentro de sus grupos, y

organizan y dirigen el proceso de aprendizaje con el soporte del profesor. El aprendizaje basado en problemas se usa para enriquecer el conocimiento de los estudiantes mientras se fomenta en ellos habilidades de resolución de problemas, aprendizaje auto-dirigido, análisis crítico, comunicación y colaboración.

A través del aprendizaje basado en problemas los estudiantes adquieren las siguientes competencias:

- *Resolución de problemas de la vida real*, conllevando objetivos, contenidos, contextos y dificultades cambiantes, que fomentan el desarrollo de habilidades, iniciativas y entusiasmo en entornos de trabajo.
- *Resolución eficiente de problemas*, desarrollando la habilidad de encontrar y usar recursos apropiados.
- *Aprendizaje autónomo*, desarrollando habilidades de aprendizaje auto-dirigido y auto-motivado, y capacidades de análisis proactivo.
- *Auto-monitorización de aprendizaje*, continuamente supervisando y validando la idoneidad del conocimiento y las tareas de resolución sobre los problemas.
- *Trabajo en equipo*, eficientemente colaborando como miembros de un equipo, y desarrollando habilidades de comunicación y liderazgo, además de capacidades sociales y éticas.

Estas competencias difieren de aquellas adquiridas en una metodología docente clásica, y de este modo implican técnicas de evaluación alternativas, entre otras:

- *Evaluación personal*, que ayuda a los estudiantes a pensar más cuidadosamente sobre lo que saben, lo que no saben, y lo que necesitan aprender para completar ciertas tareas planteadas.
- *Evaluación por compañeros*, que ayuda a los estudiantes a experimentar situación del mundo real fuera del aula, en las cuales han de colaborar y evaluar el trabajo de otros.
- *Evaluación por el profesor*, que ayuda a los estudiantes a entender cómo interactuar de forma efectiva en grupo y les anima a explorar diferentes ideas.
- *Presentaciones orales*, que permiten a los estudiantes practicar sus habilidades comunicativas, que serán muy importantes en situaciones laborales futuras.
- *Informes*, que permiten a los estudiantes practicar sus habilidades de redacción.

La actividad aquí presentada consiste en una competición por equipos desarrollada en varias rondas. Como se explicará en la Sección 5, en cada ronda, los grupos de estudiantes han de solucionar un problema durante una semana, y después, en el aula y durante una hora, han de abordar una serie de nuevos requisitos sobre el problema resuelto, realizando extensiones de la solución alcanzada con anterioridad. Los estudiantes también tienen que monitorizar y validar tanto el trabajo propio como el de otros equipos. Se describirá cómo la evaluación de la actividad es realizada usando una combinación de estrategias de evaluación personal, por compañeros y por el tutor, y que las estrategias por compañeros conllevan tanto presentaciones orales como informes escritos a realizar por los estudiantes.

4. Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo (Johnson & Johnson, 1975; Johnson et al., 1988; Brown & Ciuffetelli, 2009) es una metodología docente que consiste en organizar en el aula actividades en las que los estudiantes deben trabajar en grupos para completar tareas de forma colectiva. A diferencia del aprendizaje individual o autónomo, en el aprendizaje cooperativo, el proceso de aprendizaje de un estudiante se enriquece —o incluso es

proporcionado— por los recursos y habilidades de sus compañeros de grupo, y de la comunicación que mantenga con ellos, e.g. pidiendo y compartiendo información, evaluando ideas, y monitorizando el trabajo de cada miembro de grupo (Chiu, 2000; Chiu, 2008). De este modo, un estudiante tiene éxito en el aprendizaje si el resto del grupo también lo tiene. Además, en este escenario, el papel del profesor pasa de proporcionar información a facilitar la adquisición y asimilación de información por parte de los propios estudiantes (Cohen, 1994; Chiu, 2004).

Para que una actividad de aprendizaje cooperativo sea efectiva tiene que tener presentes dos características principales: a) los estudiantes han de trabajar para alcanzar un objetivo o reconocimiento de grupo, y b) tal objetivo o reconocimiento de grupo depende del aprendizaje de cada estudiante (Brown & Ciuffetelli, 2009). De este modo, al diseñar tareas de una actividad de aprendizaje cooperativo, las funciones y responsabilidades de cada miembro de un grupo han de estar bien definidas y delimitadas. Los estudiantes deben saber perfectamente de qué tienen que estar al cargo y responder ante el grupo. Es más, aquello de lo que un estudiante es responsable no puede completarse por cualquier otro de sus compañeros. Así, todos los miembros del grupo, velando por el éxito de este último, deben participar en la actividad dando lo mejor de ellos mismos.

Brown y Ciuffetelli (2009) plantean cinco elementos básicos esenciales que una actividad de aprendizaje cooperativo (formal) ha de tener:

- *Interdependencia positiva*. Un estudiante ha de sentir que está ligado con los miembros de su grupo de manera tal que no puede lograr el éxito si ellos tampoco lo logran (y viceversa). En otras palabras, los estudiantes deben percibir que “se salvan o se hunden juntos”. En una sesión de resolución de problemas, la interdependencia positiva se estructura por el acuerdo de los miembros del grupo de consensuar las estrategias de resolución y resultados de cada problema (interdependencia de objetivos) y de cumplir las responsabilidades de los roles asignados (interdependencia de roles). Otras maneras de estructurar la interdependencia positiva consisten en la existencia de recompensas colectivas, la dependencia de los recursos de otros o la división del trabajo.
- *Interacción cara a cara*. Los estudiantes han de explicarse oralmente cómo resolver un problema, analizando conceptos y estrategias que se aprenden, y enseñando lo que saben. Esta interacción promueve que los estudiantes se ayuden, se asistan, se animen y se apoyen en su esfuerzo para estudiar.
- *Exigibilidad individual/responsabilidad personal*. El profesor ha de asegurar que se evalúan los resultados de cada estudiante individualmente y que estos resultados se comunican al individuo y al grupo. El grupo necesita saber quién necesita más ayuda para terminar la tarea, y los miembros del grupo necesitan saber que no pueden tener éxito sólo con el trabajo de otros. Algunas estrategias de estructurar la exigibilidad individual incluyen la realización de exámenes individuales a cada estudiante, la elección al azar de un estudiante para presentar los resultados de un grupo, o la realización de preguntas individuales mientras se supervisa el trabajo de grupo.
- *Habilidades cooperativas*. Los estudiantes han de tener y utilizar el necesario liderazgo y capacidades de decisión, de generar confianza, de comunicación y de gestión de conflictos.
- *Autoanálisis de grupo*. El grupo ha de discutir cuánto de bien se están logrando los objetivos y cuánto de bien se mantiene una relación de trabajo efectiva entre los

miembros. Al final de cada sesión de trabajo el grupo analiza su funcionamiento contestando dos ejercicios: a) ¿qué hizo cada uno que sea de utilidad al grupo? y, (b), ¿qué podría hacer cada uno para que el grupo funcionara mejor? Estas reflexiones posibilitan que los estudiantes se centren en su mantenimiento como grupo, facilitando el aprendizaje de habilidades cooperativas.

El aprendizaje cooperativo requiere por tanto que los estudiantes se involucren en actividades de grupo que no sólo hacen incrementar el aprendizaje, sino que también producen otros beneficios, como la mejora del desarrollo de relaciones y habilidades sociales. Investigaciones recientes demuestran resultados abrumadoramente positivos del aprendizaje cooperativo. Así, por ejemplo, el estudio realizado por Tsay y Brandy (2010) reporta que estudiantes que participaron en actividades cooperativas exhibiendo comportamientos colaborativos y proporcionando retro-alimentación constructiva tuvieron mejores calificaciones académicas en exámenes finales. Slavin (2010) refuerza los resultados de Tsay y Brandy demostrando que el aprendizaje cooperativo aumenta la autoestima de los estudiantes, enriquece la percepción de ellos sobre compañeros, y rompe barreras étnicas e ideológicas, fomentando interacciones positivas y relaciones de amistad.

La actividad aquí presentada es una competición por equipos diseñada con los cinco elementos esenciales del aprendizaje cooperativo arriba descritos. Los miembros de cada equipo tendrán asignados roles y tareas diferentes, con dependencias unas de otras de tal modo que se salvaguardará la interdependencia positiva y la exigibilidad personal. Tendrá fases de trabajo en grupo promoviendo la cooperación y la interacción cara a cara entre los estudiantes, así como una fase de autoevaluación al final de cada ronda, para que los estudiantes identifiquen aspectos favorables y aspectos a mejorar tanto a nivel individual como grupal en rondas posteriores.

5. Competición propuesta

5.1. Caso de estudio: Asignatura de Informática Aplicada

La competición que se describirá a continuación se organizó en un ambiente “hostil”. Se realizó en una asignatura llamada Informática Aplicada, que se imparte a estudiantes de primer curso del Grado en Ingeniería Química, en la Universidad Autónoma de Madrid. Es una asignatura cuatrimestral de 6 ECTS, con 3 horas de clase de teoría semanales y 2 horas de clase de prácticas cada 2 semanas. El temario de la asignatura está dividido en dos bloques. El primer bloque trata temas introductorios a la informática: definición, conceptos generales e historia de la informática, hardware y software, aspectos sobre la representación digital de la información, y temas sobre la nueva era de la sociedad de la información (redes de comunicaciones, Internet, la Web). El segundo bloque está dedicado a la programación en ordenador y más específicamente al lenguaje de programación M, propio de la herramienta MATLAB¹. En general, la asignatura está considerada por los estudiantes como poco relacionada/relevante a su formación profesional, y es caracterizada por ellos como de dificultad alta debido a que suelen tener pocos conocimientos de informática y no los refuerzan con otras asignaturas. Por todo ello, la motivación y expectativas sobre la asignatura son bajas en general.

¹ MathWorks, <http://www.mathworks.com>

La creación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) a raíz de los Acuerdos de Bolonia, y su aplicación en las universidades españolas, hace que sea necesario organizar actividades específicas para proporcionar procedimientos de evaluación continua. Con el fin de cumplir con los objetivos del EEES, la motivación del estudiante es considerada un elemento clave (Regueras et al., 2008). Desafortunadamente, para la asignatura en cuestión el número actual de estudiantes en el aula es muy elevado (80 de media), la gestión de actividades en grupo consume mucho tiempo al profesor, y los estudiantes no reciben toda la atención y motivación que podrían tener si el grupo fuese más pequeño.

A pesar de estos obstáculos, como se mostrará en los resultados expuestos en la sección 6, la competición organizada en la asignatura se puede considerar exitosa tanto a nivel de aprovechamiento académico y adquisición de competencias transversales, como a nivel de motivación, entretenimiento y enriquecimiento de habilidades sociales de los estudiantes. Antes de reportar y analizar dichos resultados, en las siguientes sub-secciones se describen las fases y tareas de la competición, así como su forma de puntuación.

5.2. Descripción de la competición

La competición contó con la participación voluntaria de 60 estudiantes que fueron distribuidos por el profesor en 10 equipos de 6 miembros. El proceso de registro a la actividad se realizó por Internet completando un formulario web creado con la herramienta Google Docs². La asignación de estudiantes a los equipos se hizo de manera equilibrada atendiendo a calificaciones previas de los estudiantes en la asignatura. Una vez creados los equipos, los estudiantes firmaron un acuerdo de compromiso para trabajar tanto dentro como fuera del aula con sus compañeros durante el desarrollo de la competición. Firmado el acuerdo, sin haber renunciado a la intención de participación, cada miembro de un equipo recibió un número identificativo del 1 al 6. Estos identificadores se mantendrían fijos y deberían ser recordados por los estudiantes en todo momento de la actividad. Así mismo, los miembros de cada equipo se reunieron y acordaron entre ellos un nombre de equipo.

Como en una experiencia predecesora, la competición tuvo una duración de 6 semanas, quedando dividida en 4 rondas de 1,5 semanas. En cada ronda se planteó un problema a resolver mediante el desarrollo de un programa informático. Los temas de los problemas que se trataron fueron: el control de las turbinas de una central hidroeléctrica, la gestión del almacén de una empresa farmacéutica, la implementación de algoritmos sobre el grafo de una red social, y el acceso y explotación de información sobre la red de carreteras de un dispositivo GPS. Aparte de la diversidad de las temáticas, la naturaleza de los problemas fue diferente entre las dos primeras y las dos últimas rondas. En las primeras dos rondas, el profesor sólo proporcionaba el enunciado del problema en cuestión, y los estudiantes diseñaban y desarrollaban un programa informático que lo solucionase. En las últimas dos rondas, el profesor, además del enunciado, entregaba fragmentos de código que los estudiantes debían analizar, usar y extender para desarrollar el programa que solucionase el problema planteado. De este modo, la complejidad de las dos últimas rondas fue mayor.

² Google Docs, <https://docs.google.com>

Cada ronda consistió en las siguientes 4 fases:

1. **Entrega del enunciado del problema.** En una clase de teoría se entrega la primera parte del enunciado de un problema a resolver, y se hace público el día de clase en el que se tratará la segunda parte del enunciado.
2. **Resolución del problema.** Fuera del horario de clase, a lo largo de 1,5 semanas, cada equipo resuelve el problema planteado, cuya solución consiste en un programa informático de varias rutinas.
3. **Extensión del problema.** En la clase de teoría establecida en la fase 1 se plantea la segunda parte del enunciado con 2 ejercicios que son una ampliación del problema original. Cada equipo es dividido en 2 sub-equipos que se encargan de resolver por separado dichas ejercicios. A través de los números identificativos de los estudiantes, el profesor asigna a cada miembro de un sub-equipo uno de los siguientes roles: evaluador, orador o escribano. Cada uno de estos roles tiene asignadas unas tareas que se explican abajo.
4. **Evaluación de la actividad.** Fuera del horario de clase se completa de forma individual un formulario web con preguntas de evaluación y reflexión sobre el desarrollo de la ronda.

La fase 3 transcurre en el aula a lo largo de una clase de teoría de 50 minutos, y es la más dinámica. Cada equipo lleva a clase su solución al problema planteado 1,5 semanas antes en la fase 1. En la clase, cada equipo tiene que ampliar su solución para resolver 2 nuevos ejercicios, extensiones del problema original de la ronda. En concreto, se realizan las siguientes tareas:

- 3.1. **Asignación de sub-equipos, roles y ejercicios.** El profesor divide cada equipo en 2 sub-equipos de 3 estudiantes a través de los números identificativos de miembro. Los sub-equipos son nombrados 'A' y 'B', y cada uno de ellos recibe a) el enunciado de una cuestión a resolver, b) la asignación de un espacio dentro del aula para mantener reuniones en las que desarrollar las tareas subsecuentes, y c) unas fichas impresas en las que reportar soluciones y evaluaciones de los ejercicios. A su vez, cada miembro de un sub-equipo es asignado un rol diferente: evaluador, orador o escribano. Toda esta información (enunciados de los ejercicios, asignaciones de miembros a sub-equipos, asignaciones de ejercicios y espacios en el aula a sub-equipos, asignaciones de roles a miembros de sub-equipo, fichas de soluciones y evaluaciones) son entregadas por el profesor a los equipos en carpetas al comienzo de la clase.
- 3.2. **Resolución de ejercicios.** [20 minutos]. Cada sub-equipo se reúne para resolver en grupo su cuestión asignada.
- 3.3. **Evaluación de ejercicios I.** [10 minutos]. En paralelo se hacen 3 sub-tareas:
 - Reuniones de los evaluadores de sub-equipos A de 3 grupos diferentes. Cada evaluador expone y argumenta brevemente la solución obtenida por su sub-equipo A. Además, evalúa con una nota numérica entre 0 y 10 las soluciones de los otros 2 evaluadores. Esta nota numérica es secreta y se proporcionará al profesor al final de la ronda.
 - Reuniones de los evaluadores de sub-equipos B de 3 grupos diferentes. Cada evaluador expone y argumenta brevemente la solución obtenida por su sub-equipo B. Además, evalúa con una nota numérica entre 0 y 10 las soluciones de

los otros 2 evaluadores. Esta nota numérica es secreta y se proporcionará al profesor al final de la ronda.

- Reuniones entre los otros 4 miembros (oradores, escribanos) de cada equipo. Los escribanos redactan unos informes con las resoluciones de los 2 ejercicios propuestos.

3.4. **Explicación de ejercicios.** [5 minutos]. Se reúnen los 2 sub-equipos de cada equipo. Los oradores (A y B) explican de forma cruzada a los evaluadores (B y A) y los escribanos acaban de redactar la resolución de los ejercicios de sus sub-equipos.

3.5. **Evaluación de ejercicios II.** [15 minutos]. En paralelo se hacen 3 sub-tareas:

- Reuniones de los evaluadores de sub-equipos A de 3 grupos diferentes. Cada evaluador expone y argumenta brevemente la solución obtenida por su sub-equipo B. Además, evalúa con una nota numérica entre 0 y 10 las soluciones de los otros 2 evaluadores. Esta nota numérica es secreta y se proporcionará al profesor al final de la ronda.
- Reuniones de los evaluadores de sub-equipos B de 3 grupos diferentes. Cada evaluador expone y argumenta brevemente la solución obtenida por su sub-equipo A. Además, evalúa con una nota numérica entre 0 y 10 las soluciones de los otros 2 evaluadores. Esta nota numérica es secreta y se proporcionará al profesor al final de la ronda.
- Reuniones entre los otros 4 miembros (oradores, escribanos) de cada equipo. Los escribanos redactan unos informes con las resoluciones de los 2 ejercicios propuestos.

La asignación de sub-equipos y roles a los miembros de un equipo se realizó de forma rotativa a lo largo de las rondas de la competición, de tal modo que al finalizar la actividad, cada estudiante ha trabajado con todos sus compañeros de equipo y ha asumido cada rol al menos en una ocasión. La Tabla 1 muestra las asignaciones específicas realizadas.

Tabla 1. Asignaciones de sub-equipo y rol a cada miembro (1-6) de un equipo en las rondas de la competición. Los estudiantes trabajan en sub-equipos diferentes y toman los diversos roles de forma rotativa.

	Miembros de sub-equipo A			Miembros de sub-equipo B		
	Evaluador	Orador	Escribano	Evaluador	Orador	Escribano
Ronda 1	1	2	3	4	5	6
Ronda 2	2	3	4	5	6	1
Ronda 3	3	4	5	6	1	2
Ronda 4	1	3	5	2	4	6

De forma análoga, como se muestra en la Tabla 2, la asignación de los equipos que se evaluaron entre sí también se realizó de forma rotativa, de forma que no coincidiesen los mismos equipos en más de una reunión.

Tabla 2. Asignaciones de reunión de evaluadores a cada equipo (1-10) en las rondas de la competición.

	Equipos de la reunión 1			Equipos de la reunión 2			Equipos de la reunión 3			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ronda 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ronda 2	1	6	2	7	3	8	4	9	5	10
Ronda 3	1	8	5	2	9	6	3	10	7	4
Ronda 4	1	6	4	9	2	7	5	10	3	8

De especial interés fue el hecho de que en la ronda 4, de forma no premeditada, el profesor no se vio obligado a supervisar la ejecución de las tareas de la fase 3. Los estudiantes de manera autónoma supieron en todo momento las tareas que tenían que hacer, y cómo, cuándo, dónde y con quien debían hacerlas. El profesor fue un mero espectador en esta última ronda de la actividad.

Una vez concluidas las 4 rondas de la competición, en el aula se celebró una pequeña ceremonia de entrega de premios, donde el profesor anunció el equipo ganador. Los estudiantes vencedores recibieron premios sorpresa por parte del profesor, que consistieron en mini-juegos de mesa y bolsas de caramelos, y felicitaciones y aplausos por parte del resto de estudiantes. Como ocurrió en una experiencia previa, los vencedores repartieron sus caramelos entre todos los estudiantes de clase, evidenciando el buen ambiente social y relaciones de compañerismo fomentadas durante la actividad.

5.3. Puntuaciones y ranking en la competición

El rendimiento (puntuación) de un equipo en una ronda de la competición se computó como sigue. Sea E el conjunto de equipos que participaron en la competición. El número total de equipos es $|E|$ (10 en el caso de estudio tratado). Sea p el profesor de la asignatura que evalúa las respuestas/soluciones entregadas por los diferentes equipos. Se define $S = G \cup p$ como el conjunto de sujetos involucrados en la contienda, i.e., los equipos y el profesor.

Sean P , A y B los ejercicios principal, ‘A’ y ‘B’ planteadas en la ronda, y sea R el conjunto de respuestas a esas ejercicios, con $r_{e,i} \in R$ la respuesta a la cuestión i -ésima ($i=P, A, B$) entregada por un equipo e . Se define $eval(s,r): S \times R \rightarrow [0,10]$ como una función de evaluación dada por el sujeto s a la respuesta r . Finalmente, sea e_a el equipo activo, i.e., el equipo cuya puntuación se quiere computar. La puntuación obtenida por e_a es una función $score(e): E \rightarrow [0,10]$ definida como:

$$\begin{aligned} score(e_a) = & \theta_{eval_p} \left(\lambda_P \cdot eval(p, r_{e_a,P}) + \lambda_A \cdot eval(p, r_{e_a,A}) + \lambda_B \cdot eval(p, r_{e_a,B}) \right) + \\ & + \theta_{eval_e} \left(\frac{\sum_{e \neq e_a} \sum_{i=A,B} eval(e, r_{e_a,i})}{2 \cdot (|E| - 1)} \right) + \\ & + \theta_{dif} \left(10 - \frac{\sum_{e \neq e_a} \sum_{i=A,B} |eval(p, r_{e_a,i}) - eval(e, r_{e_a,i})|}{2 \cdot (|E| - 1)} \right) \end{aligned}$$

donde $\theta_{eval_p}, \theta_{eval_e}, \theta_{dif} \in [0,1]$, $\sum_i \theta_i = 1$, son parámetros fijos que ponderan la influencia de tres factores considerados en el cómputo de la puntuación: la evaluación del equipo activo dada por el profesor, θ_{eval_p} , las evaluaciones del equipo activo dadas por el resto de equipos, θ_{eval_e} , y las diferencias entre las anteriores evaluaciones dadas por el profesor y por el resto de equipos, θ_{dif} . En la fórmula las evaluaciones dadas por el profesor vienen a su vez ponderadas para los diferentes ejercicios a través de parámetros $\lambda_P, \lambda_A, \lambda_B \in [0,1]$, $\sum_i \lambda_i = 1$. En el experimento llevado a cabo los valores de los parámetros fueron $\theta_{eval_p} = 0.5, \theta_{eval_e} = 0.3, \theta_{dif} = 0.2$, y $\lambda_P = 0.5, \lambda_A = 0.25, \lambda_B = 0.25$. Esta elección de valores permitió que se diesen diferencias significativas en las puntuaciones de los equipos de una ronda a otra, provocando cambios en la clasificación hasta la conclusión de la competición.

La puntuación final de un equipo en la competición se calculó como la suma de sus puntuaciones (*scores*) en las diferentes rondas. La elección de parámetros anterior aseguró

que no hubiese evaluaciones injustas entre estudiantes. Debido a que las evaluaciones de estudiantes se comparan con las evaluaciones del profesor, las resoluciones verdaderamente buenas obtuvieron altas calificaciones. La elección de los parámetros también permitió que se diesen cambios en el ranking de equipos hasta la última ronda de la competición. Así, prácticamente todos los estudiantes sintieron que habían tenido oportunidad de ganar. Esto se muestra, entre otras observaciones y conclusiones, en el análisis y discusión presentadas en secciones siguientes.

5.4. Competición saludable con mecánicas de gamificación

Para concluir la sección, a continuación se listan los principios seguidos para el diseño de la estructura y tareas de la competición. Estos principios se basaron en a) la definición de “competición saludable” dada por Yu et al. (2002) y Shindler (2007), b) las características de competición positivas obtenidas de una primera edición de la competición (Cantador & Conde, 2010), c) elementos fundamentales de Aprendizaje Cooperativo (Johnson & Johnson, 1975; Johnson et al., 1988; Brown & Ciuffetelli, 2009), y d) mecánicas de gamificación.

Las siguientes serían las características y elementos considerados sobre competición saludable y aprendizaje cooperativo:

- Ser emprendida por un premio de valor simbólico: premios sorpresas consistentes en mini-juegos de mesa y bolsas de caramelos
- Ser realizada en un periodo de tiempo relativamente corto: 6 semanas; 4 clases de teoría.
- Proporcionar diversidad de temáticas y tareas a realizar: problemas de la vida real; tareas diversas de dificultad creciente en las 4 rondas.
- Ofrecer y dar la sensación a todos los participantes de tener oportunidad de ganar: estrategia de puntuación y ranking flexible.
- Asignar un valor visible al proceso, calidad y evaluación del aprendizaje: tareas de auto-evaluación durante la actividad.
- Evitar una carga de trabajo desequilibrada entre estudiantes: tareas individuales en todo momento de la actividad y cambios de roles de forma rotativa.
- Promocionar interacciones “cara a cara” y habilidades sociales: tareas específicas para trabajo en equipo y comunicación oral.
- Controlar la responsabilidad de cada estudiante y correcto funcionamiento de los equipos: cuestionarios grupales.

Además de los elementos anteriores, para hacer la actividad más entretenida, motivante y adictiva a los estudiantes, en ella se han incorporado diversas mecánicas de gamificación. De hecho, una competición es en sí misma una mecánica. Para presentar las mecánicas utilizadas, antes se describen los 6 tipos de jugadores principales que se han identificado en la literatura sobre gamificación (Bartle 1996; Marczewski, 2013).

- Socializadores (del inglés *socializers*). Motivados por las relaciones sociales, buscan interactuar y crear conexiones sociales con otras personas.
- Filántropos (del inglés *philanthropists*). Motivados por el propósito y significado de las acciones, son altruistas, queriendo dar, ayudar y enriquecer la vida de otras personas sin esperar nada a cambio.
- Exploradores o espíritus libres (del inglés *explorers, free spirits*). Motivados por la

autonomía e independencia, desean explorar, crear e innovar.

- Triunfadores (del inglés *achievers*). Motivados por la maestría, buscan aprender nuevas cosas y mejorar a nivel personal.
- Jugadores (del inglés *players*). Motivados por la recompensa, harán todo lo que sea necesario para conseguir reconocimientos (premios, certificados, etc.).
- Ambiciosos (del inglés *killers, disrupters*). Motivados por el cambio, en general buscan distorsionar el sistema, directamente por ellos mismos o indirectamente a través de otros, para forzar cambios positivos o negativos.

A cada uno de estos jugadores se le ha asociado una serie de mecánicas existentes en juegos que se asumen les motivan más a jugar. En concreto, en la competición desarrollada se han incorporado las siguientes mecánicas.

- Mecánicas generales: *ofrecer información de progreso y retro-alimentación*, tanto sobre las dificultades y resoluciones de los tareas planteadas como sobre los resultados de la contienda; *proporcionar curiosidad*, tanto en las temáticas en rondas y fases futuras como en el premio sorpresa final; y *fomentar cierta presión temporal*, al tener que acabar tareas asignadas de manera individual en periodos temporales cortos establecidos en el aula.
- Mecánicas asociadas a socializadores: *trabajo en equipo*; *interacciones en diversos grupos sociales*; *descubrimiento social*, de otros estudiantes y de sus habilidades y conocimientos; *competición*; y *presión social*, al tener los estudiantes asignados roles y tareas individuales de obligado cumplimiento cuya resolución influye en el trabajo y puntuaciones de los equipos.
- Mecánicas asociadas a filántropos: *compartición de conocimiento*, tanto dentro como fuera de un equipo.
- Mecánicas asociadas a exploradores: *exploración*, al tener la opción de indagar sobre la naturaleza de los problemas de la vida real planteados, y al poder plantear y analizar diferentes alternativas a la resolución de los problemas planteados para fuera del horario lectivo.
- Mecánicas asociadas a triunfadores: retos por tener que resolver problemas de considerable complejidad.
- Mecánicas asociadas a jugadores: recompensas físicas con los premios sorpresa finales y tablas de clasificación/ranking de los equipos.

Destacar no sólo que existen otras mecánicas de gamificación que se podían incorporar a la competición, sino también que las mecánicas aplicadas se han hecho de forma no adaptativa, es decir sin tener en cuenta el tipo de jugador y personalidad de cada estudiante. Esto es un tema de especial interés a investigar en futuras ediciones de la contienda o en otras actividades “gamificadas” en enseñanza.

6. Resultados

La evaluación de la competición se llevó a cabo mediante cuestionarios completados por los estudiantes al comienzo, transcurso y finalización de la actividad. Las preguntas planteadas en estos cuestionarios estaban enfocadas a evaluar diferentes aspectos o componentes, que se describen y analizan en las siguientes sub-secciones.

6.1. Duración

La primera componente que se analiza es la adecuación de la duración de la competición. Siguiendo la implementación de los acuerdos de Bolonia en España, un estudiante debería emplear como mucho 8 horas semanales en una asignatura cuatrimestral de 6 ECTS. Teniendo en cuenta que la asignatura en cuestión tiene asignadas 5 horas de clase semanales (3 de teoría y 2 de prácticas), y que una ronda conlleva 1,5 semanas, un estudiante no debería emplear más de 4,5 horas trabajando en una ronda de la competición.

La Tabla 3 resume las respuestas dadas por los estudiantes en relación al tiempo empleado en cada ronda. Se puede observar que entorno al 75% de los estudiantes reportaron que habían dedicado menos de 4 horas por ronda, y la mayoría del resto, entre 4 y 6 horas. Como se esperaba, los estudiantes emplearon más tiempo en las rondas 3 y 4, donde los problemas a resolver incluían fragmentos de código a comprender y usar.

Tabla 3. Tiempo empleado por estudiante en cada ronda.

Pregunta	Respuestas	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4
¿Cuánto tiempo empleaste en la fase de resolución de problema?	Entre 1 y 2 horas	23%	34%	24%	34%
	Entre 2 y 4 horas	56%	50%	52%	34%
	Entre 4 y 6 horas	19%	16%	24%	29%
	Más de 6 horas	2%	0%	0%	3%

En la Tabla 4 se resume la opinión de los estudiantes acerca de la duración de la actividad. Alrededor del 75% se sintieron satisfechos con el tiempo empleado. El resto admitieron que el tiempo que emplearon fue insuficiente, pero reconocieron que no hubieran necesitado mucho más tiempo para completar las tareas adecuadamente. Con los datos de las Tablas 3 y 4 se puede concluir que se alcanzó el objetivo de realizar una actividad no excesivamente larga.

Tabla 4. Opinión de los estudiantes acerca de la duración de la actividad.

Pregunta	Respuestas	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4
¿Cómo de adecuado fue el tiempo empleaste en la fase de resolución de problema?	Insuficiente	0%	0%	6%	3%
	Insuficiente, pero hubiéramos necesitado sólo un poco más de tiempo	8%	28%	24%	19%
	Adecuado	92%	72%	70%	75%
	Excesivo, pero podríamos haber hecho las tareas bastante bien en un poco menos de tiempo	0%	0%	0%	3%
	Excesivo	0%	0%	0%	0%

6.2. Dificultad

Relacionada con la adecuación de la duración de la competición, a continuación se analiza la dificultad de la misma en base a varios aspectos: dificultad de los problemas a resolver, dificultad de trabajar en equipo, y dificultad de entender y gestionar la organización de tareas en el aula.

La Tabla 5 resume las respuestas dadas por los estudiantes en relación a los aspectos anteriores. Respecto a los problemas principales propuestos, alrededor del 50% de los estudiantes dijeron que su grado de dificultad fue adecuado y el 35% expresaron que los problemas fueron difíciles. En las rondas 3 y 4 estos porcentajes se invirtieron. Respecto a los ejercicios extendidos, cerca del 50% de los estudiantes dijeron que su dificultad fue adecuada en todas las rondas, y el porcentaje (entorno al 10%) de estudiantes que admitieron que los ejercicios fueron fáciles o muy fáciles fue mayor que en la fase de resolución de problemas. En cualquier caso, debido a que muy pocos estudiantes expresaron que los problemas fueron excesivamente difíciles, y que el 45-60% estuvieron muy satisfechos con la complejidad de los problemas y ejercicios extendidos, el grado de dificultad establecido se puede considerar como aceptable.

Tabla 5. Opinión de los estudiantes sobre el grado de dificultad de los problemas ejercicios extendidos.

Pregunta	Respuestas	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4
¿Cuál fue el grado de dificultad del problema?	Muy difícil	0%	5%	3%	9%
	Difícil	35%	37%	51%	50%
	Ni difícil ni fácil	59%	47%	43%	31%
	Fácil	4%	11%	3%	10%
	Muy fácil	2%	0%	0%	0%
¿Cuál fue el grado de dificultad de los ejercicios extendidos?	Muy difíciles	2%	3%	6%	3%
	Difíciles	35%	40%	39%	31%
	Ni difíciles ni fáciles	55%	44%	49%	44%
	Fáciles	6%	13%	6%	13%
	Muy fáciles	2%	0%	0%	9%

La Tabla 6 refleja la opinión de los estudiantes acerca de la dificultad de trabajar en equipo. En todas las rondas más del 80% dijo que el trabajo en equipo no supuso problemas, aunque en el caso de los ejercicios extendidos un número significativo de estudiantes admitió ciertas dificultades. Esto es comprensible pues esos ejercicios requerían más esfuerzo y coordinación dentro y entre los equipos, además de añadir cierta presión al tener que completarse acabado el periodo de 50 minutos de clase.

Tabla 6. Opinión de los estudiantes acerca del grado de dificultad de trabajar en equipo.

Pregunta	Respuestas	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4
¿Cuál fue el grado de dificultad de trabajar en grupo durante la fase del problema?	Muy difícil	0%	0%	0%	0%
	Difícil	8%	16%	18%	9%
	Ni difícil ni fácil	84%	79%	76%	88%
	Fácil	6%	5%	6%	0%
	Muy fácil	2%	0%	0%	3%
¿Cuál fue el grado de dificultad de trabajar en grupo durante la fase de resolución de ejercicios extendidos?	Muy difícil	0%	0%	0%	0%
	Difícil	10%	29%	24%	9%
	Ni difícil ni fácil	77%	60%	58%	72%
	Fácil	11%	11%	12%	9%
	Muy fácil	2%	0%	6%	9%

Como se explicó en la Sección 5, en la fase de resolución de ejercicios extendidos los estudiantes se repartían en sub-equipos, resolvían un par de ejercicios, asistían a diferentes reuniones para explicar y discutir las resoluciones alcanzadas, e integraban las observaciones y conclusiones de esas reuniones, en tan sólo 50 minutos. La fase era por tanto muy dinámica, obligando a los estudiantes a moverse entre varios sitios en el aula. A pesar de estos obstáculos, como se muestra en la Tabla 7, sólo alrededor del 5% de los estudiantes opinaron que los aspectos organizativos en clase fueron complicados, haciendo que el profesor tuviese que controlar exhaustivamente el proceso, supervisando el trabajo de los estudiantes y anunciando el cambio de tareas y lugares de la clase donde hacerlas. Como se esperaba, el porcentaje de estudiantes que encontraron los aspectos organizativos fáciles o muy fáciles creció en el tiempo. En la ronda 4 no hubo estudiantes que dijese que la fase fuese difícil, y el 81% admitió que fue fácil o muy fácil. De hecho, como se comentó anteriormente, durante esta última ronda el profesor no tuvo que controlar y gestionar las tareas, que fueron realizadas por ellos de forma totalmente autónoma.

Tabla 7. Opinión de los estudiantes acerca del grado de dificultad de los aspectos organizativos en el aula.

Pregunta	Respuestas	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4
¿Cuál fue el grado de dificultad de los aspectos organizativos (cambios de tareas, reuniones, etc.) en clase durante la fase de resolución de ejercicios extendidos?	Muy difícil	0%	0%	0%	0%
	Difícil	4%	5%	6%	0%
	Ni difícil ni fácil	69%	39%	24%	19%
	Fácil	21%	51%	64%	69%
	Muy fácil	6%	5%	6%	12%

6.3. Utilidad

Una de las componentes a evaluar más importantes de la competición es su utilidad o contribución al proceso de aprendizaje de los estudiantes. Sin centrarse en la evaluación explícita de (la cantidad y calidad de) los objetivos de aprendizaje, conceptos y habilidades, alcanzados por los estudiantes en/con la actividad, se analiza la influencia de la actividad en el propio proceso de aprendizaje, delegando el otro tipo de evaluación a resultados en los diferentes exámenes y ejercicios posteriores de la asignatura. Esta última evaluación se tratará en la Sección 7. Aquí se propone evaluar la utilidad de la competición de dos modos: primero, en términos de cómo los estudiantes sintieron que habían contribuido al proceso de aprendizaje de sus compañeros, y segundo, de acuerdo a como percibieron que sus compañeros habían contribuido a sus procesos de aprendizaje personales.

La Tabla 8 muestra la satisfacción de los estudiantes acerca de su contribución y colaboración con sus compañeros de equipo. En general, casi todos (alrededor del 90%) se mostraron satisfechos o muy satisfechos. En las últimas 2 rondas el grado de satisfacción fue un poco más bajo para algunos casos. Debido al mayor grado de dificultad, aquellos estudiantes con más conocimientos y experiencia asumieron más responsabilidades dentro de sus equipos, y algunos de los otros estudiantes sintieron que su contribución fue menor con respecto a rondas previas. Se detectaron casos de liderazgo en el aula y en algunos de los comentarios proporcionados por ellos en los cuestionarios intermedios. Es importante destacar que la aparición de “líderes” fue positiva gracias al diseño de la actividad basado en Aprendizaje Cooperativo. Los líderes estaban muy interesados en que las tareas de sus

equipos se hiciesen lo mejor posible. Debido a que el éxito de un equipo dependía del trabajo de todos sus miembros, cada líder se preocupaba por y ayudaba a sus compañeros, en general explicándoles cómo hacer las tareas correctamente y resolviéndoles dudas. De manera recíproca, los miembros de un equipo, motivados por el interés y esfuerzo de su líder, procuraban dar lo mejor de ellos mismos por el bien del equipo.

Tabla 8. Satisfacción de los estudiantes en relación a su contribución y colaboración dentro de sus equipos.

Pregunta	Respuestas	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4
¿Cuál es tu grado de satisfacción con tu contribución y colaboración en tu equipo?	Muy insatisfecho	0%	0%	2%	2%
	Insatisfecho	2%	7%	10%	13%
	Satisfecho	63%	57%	54%	47%
	Muy satisfecho	35%	36%	34%	38%

Como complemento al análisis anterior, se preguntó a los estudiantes acerca de su satisfacción con la competición como una actividad que les permitió y/o ayudó a alcanzar sus objetivos de aprendizaje personales. La Tabla 9 muestra las valoraciones promedio de los estudiantes en una escala de 5 valores: *actividad inútil y contraproducente* (valor igual a 1), *actividad inútil* (2), *útil* (3), *bastante útil* (4) y *muy útil* (5). Se puede observar que en general la utilidad de la actividad se percibió como bastante alta en todas las rondas y fases, sin diferencias significativas entre tareas (fases).

Tabla 9. Valoraciones promedio de los estudiantes acerca de la utilidad de la competición en el proceso de aprendizaje.

	Fase de resolución de problema	Fase de resolución de pregunta extendida	Ronda (promedio)
Ronda 1	3.83	3.87	3.85
Ronda 2	3.53	3.68	3.61
Ronda 3	3.70	3.73	3.72
Ronda 4	3.72	3.91	3.82
Promedio	3.69	3.80	3.75

En este caso, es importante analizar si las valoraciones de los estudiantes diferían en función de la posición de sus equipos en el ranking, pues en caso positivo se tendría un indicio de que la competición no fue del todo saludable. En cada ronda se calcularon los valores de utilidad promedios para los equipos, y en base a estos valores de forma decreciente se ordenan los equipos. La Tabla 10 muestra los resultados obtenidos. Cada fila, asociada a una ronda, contiene una lista de 1 a 10 cuyos elementos se corresponden con las posiciones en el ranking de los equipos. Por ejemplo, en la ronda 1, el equipo que declaró el mayor grado de utilidad de la actividad fue el cuarto en el ranking. Si el ranking de la competición hubiese afectado a la percepción de los estudiantes sobre la utilidad de la actividad, se podría esperar que por ejemplo los equipos en las últimas (octava-décima) posiciones en el ranking asignasen los valores de utilidad más bajos. Como se muestra en la Tabla 10, éste no parece ser el caso. Es cierto que hay una ligera tendencia a que los equipos en los primeros puestos del ranking asignasen unos valores de utilidad ligeramente superiores a los del resto de equipos –la posición de ranking promedio para los 5 valores de utilidad más altos fue 4.6 y 4.8, y que la posición de ranking promedio para los 5 valores de

utilidad más bajos fue 6.5 y 6.2 en las dos fases de cada ronda. Sin embargo, se puede considerar que estas diferencias no son lo suficientemente significativas para representar una evidencia de actividad dañina. Esta declaración se apoyará con sucesivos análisis sobre otras componentes de evaluación.

Tabla 10. Posiciones en el ranking de los equipos ordenadas de mayor a menor valoración de utilidad de la actividad por parte de los estudiantes.

Fase de resolución de problema (fuera del horario lectivo)										
	Utilidad mayor					Utilidad menor				
<i>Ronda 1</i>	4	2	7	3	8	10	1	5	9	6
<i>Ronda 2</i>	4	9	6	2	5	8	10	1	3	7
<i>Ronda 3</i>	4	2	1	5	10	3	6	8	7	9
<i>Ronda 4</i>	4	2	9	3	1	8	6	7	10	5
Promedios	4.0	3.8	5.8	3.3	6.0	7.3	5.8	5.3	7.3	6.8
	4.6					6.5				

Fase de resolución de ejercicios extendidos (en clase)										
	Utilidad mayor					Utilidad menor				
<i>Ronda 1</i>	1	4	10	9	3	8	2	7	5	6
<i>Ronda 2</i>	4	2	8	1	9	5	7	10	6	3
<i>Ronda 3</i>	1	7	3	2	9	4	5	10	6	8
<i>Ronda 4</i>	9	2	1	5	6	8	10	4	7	3
Promedios	3.8	3.8	5.5	4.3	6.8	6.3	6.0	7.8	6.0	5.0
	4.8					6.2				

6.4. Motivación

La motivación de los estudiantes, su evolución durante la competición, y su dependencia con las posiciones de los equipos en el ranking, son componentes importantes a ser evaluadas. Después de cada ronda, se preguntó a los estudiantes sobre su grado de motivación para continuar participando en la competición. Afortunadamente, como se muestra la Tabla 11, en todas las rondas, sólo en torno a un 5% de los estudiantes tuvieron una motivación baja, mientras que en promedio un 75% aproximadamente declaró que había tenido una motivación alta o muy alta, siendo este porcentaje creciente a medida que avanzó la contienda, especialmente en la ronda 3. Esto pudo ser debido al cambio en el tipo de enunciado de problema planteado para la segunda mitad de la actividad. De hecho, algunos estudiantes comentaron en los cuestionarios que les gustó mucho tener que entender y reutilizar el código proporcionado por el profesor para poder implementar programas más realistas, en cuanto a mayor complejidad y utilidad.

Tabla 11. Motivación de los estudiantes por continuar participando en la competición.

Pregunta	Respuestas	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3
¿Cuál es el grado de motivación para afrontar la siguiente ronda?	Muy baja	0%	2%	0%
	Baja	4%	5%	5%
	Ni baja ni alta	23%	26%	21%
	Alta	66%	56%	62%
	Muy alta	8%	11%	12%

Como se hizo en el análisis de la percepción de utilidad de la competición para el proceso de aprendizaje (Sección 6.3), a continuación se analiza la motivación de los estudiantes en función de la posición en el ranking de cada equipo. La Tabla 12, afortunadamente, muestra que no hay divergencias en la motivación de estudiantes en las primeras y últimas posiciones del ranking. Nótese que la posición promedio para los 5 valores de motivación más altos es 5.3, y que la posición promedio para los 5 valores de motivación más bajos es 5.7. Los estudiantes de equipos en últimas posiciones del ranking siguieron motivados incluso en la última ronda, aunque fueran conscientes de la dificultad/imposibilidad de poder ganar la contienda en ese punto. Esto evidencia que se alcanzó el objetivo de organizar una competición saludable en la que los estudiantes se centraron en sus objetivos de aprendizaje en vez de en la victoria. En la sección siguiente se mostrará que los estudiantes también se divirtieron con la actividad.

Tabla 12. Posiciones en el ranking de los equipos ordenadas de mayor a menor valoración de motivación en la actividad por parte de los estudiantes.

Fase de resolución de problema (fuera del horario lectivo)										
	Motivación mayor					Motivación menor				
Ronda 1	4	2	3	7	5	8	10	1	6	9
Ronda 2	4	9	1	5	6	3	8	2	7	10
Ronda 3	8	3	6	10	7	4	1	2	5	9
Promedios	5.3	4.7	3.3	7.3	6.0	5.0	6.3	1.7	6.0	9.3
	5.3					5.7				

Con el fin de clarificar mejor si la mayor motivación de los estudiantes para seguir participando en la competición fue el alcance de sus objetivos de aprendizaje y no la victoria en la contienda, se les pidió evaluar 3 razones de su motivación relacionadas con el aprendizaje –aprender a programar en ordenador, aprobar la asignatura y obtener una calificación alta en la asignatura– y 2 motivaciones relacionadas con la victoria y el premio sorpresa de la competición. La Tabla 13 muestra las valoraciones promedio en una escala de 5: *muy insignificante* (1), *insignificante* (2), *ni insignificante ni importante* (3), *importante* (4) y *muy importante* (5). Se puede observar que las motivaciones más importantes para los estudiantes fueron aprobar la asignatura (4.71) y aprender a programar en ordenador (4.54), mientras que ganar la competición o el premio sorpresa no se consideraron importantes, aunque no despreciables, con valoraciones promedio de 3.15 y 3.02 respectivamente. Nótese también que a lo largo del tiempo la motivación por el proceso de aprendizaje aumentó y la motivación por la victoria disminuyó.

Tabla 13 Valoraciones promedio de los estudiantes acerca de diversas razones para continuar participando.

	Aprender a programar	Aprobar la asignatura	Sacar una calificación alta en la asignatura	Ganar el premio sorpresa	Ganar la competición
<i>Ronda 1</i>	4.42	4.69	4.51	3.29	3.12
<i>Ronda 2</i>	4.65	4.68	4.39	2.92	3.26
<i>Ronda 3</i>	4.54	4.76	4.54	2.84	3.06
Promedio	4.54	4.71	4.48	3.02	3.15

Adicionalmente se analiza las motivaciones anteriores respecto a las posiciones en el ranking de los equipos. La Tabla 14 muestra las valoraciones promedio por cada equipo atendiendo a sus posiciones en el ranking. No se observan diferencias significativas en las motivaciones relacionadas con el aprendizaje para primeros y últimos equipos en el ranking, aunque obviamente la motivación por ganar fue positiva para los primeros equipos en el ranking.

Tabla 14 Valoraciones promedio de los equipos acerca de diversas razones para continuar participando, ordenadas por posiciones en el ranking.

Posición en el ranking	Aprender a programar	Aprobar la asignatura	Sacar una calificación alta en la asignatura	Ganar el premio sorpresa	Ganar la competición
<i>1</i>	4.61	4.81	4.46	3.31	3.62
<i>2</i>	4.32	4.67	4.30	3.43	3.55
<i>3</i>	4.88	4.76	4.57	3.08	3.01
<i>4</i>	4.74	4.67	4.53	2.64	2.82
<i>5</i>	4.39	4.78	4.89	2.61	2.72
<i>6</i>	4.22	4.44	4.83	2.89	2.39
<i>7</i>	4.20	4.60	4.43	2.67	2.33
<i>8</i>	4.47	4.92	4.13	2.45	2.13
<i>9</i>	4.44	4.78	3.78	2.22	2.11
<i>10</i>	4.73	4.67	4.65	2.54	2.28
<i>1-3</i>	4.60	4.75	4.44	3.27	3.39
<i>4-6</i>	4.45	4.63	4.75	2.71	2.64
<i>7-10</i>	4.46	4.74	4.25	2.47	2.21

6.5. Diversión

Como se ha mostrado hasta este punto, la competición se realizó de manera equilibrada en término de duración y dificultad, y fue considerada como útil y estimulante para los estudiantes en su proceso de aprendizaje. A continuación se analiza si los estudiantes se divirtieron en la actividad. En promedio, sólo un 14% de los estudiantes no disfrutaron. La Tabla 18 resume las valoraciones promedio al respecto en una escala de 1 a 5 (*muy aburrida, aburrida, ni aburrida ni divertida, divertida, muy divertida*). Se puede observar

que los estudiantes disfrutaron más en la primera y última rondas, cuyas temáticas fueron respectivamente el control de las turbinas de una central hidroeléctrica y el acceso y explotación de información sobre una red de carreteras en un GPS. También hubo un alto disfrute en la tercera ronda, en la que tuvieron que implementar varios algoritmos de grafos sobre una red social, aunque la dificultad de esta ronda fue mayor. Finalmente, el disfrute de la segunda ronda fue el menor; su temática fue la gestión del stock de una empresa farmacéutica. Finalmente, destáquese que el disfrute fue algo mayor en la fase de resolución de ejercicios extendidos, realizada en el aula, en comparación con la fase de resolución de problemas, realizada fuera del horario lectivo. Esto también fue expresado explícitamente por algunos estudiantes en los cuestionarios.

Tabla 15. Valores promedio acerca del disfrute de los estudiantes en las diferentes fases y temáticas.

	Fase de resolución de problema	Fase de resolución de ejercicios extendidos	Ronda (promedio)	Temática
<i>Ronda 1</i>	3.83	3.87	3.85	2.95
<i>Ronda 2</i>	3.53	3.68	3.61	3.05
<i>Ronda 3</i>	3.70	3.73	3.72	3.18
<i>Ronda 4</i>	3.72	3.91	3.82	3.07
Promedio	3.69	3.80	3.75	3.06

En este caso también se comprobó el disfrute de los estudiantes respecto a los roles adquiridos. Como se podría esperar, los “evaluadores” fueron aquellos que más se divirtieron, teniendo una valoración promedia de 3.12, en contraste con los “oradores” y “escribanos”, cuyas valoraciones promedias fueron 3.02 y 3.04 respectivamente. El “evaluador” era el rol más dinámico y, aunque conllevaba la mayor carga de trabajo en clase, fue el mejor valorado por los estudiantes. A pesar de ello, se puede afirmar que las diferencias anteriores no son significativas.

Finalmente, en la Tabla 16 se extiende el análisis del disfrute de la actividad teniendo en cuenta las posiciones en el ranking de los equipos. De forma análoga a otras componentes, en el disfrute no se aprecian diferencias significativas en función de la posición en el ranking.

Tabla 16. Posiciones en el ranking de los equipos ordenadas de mayor a menor valoración de disfrute de la actividad por parte de los estudiantes.

Fase de resolución de problema (fuera del horario lectivo)										
Mayor disfrute						Menor disfrute				
Ronda 1	4	8	3	2	5	10	7	9	6	1
Ronda 2	8	4	6	5	1	3	10	2	9	7
Ronda 3	10	6	5	2	1	8	3	4	7	9
Ronda 4	5	3	2	10	8	1	9	6	4	7
Promedios	6.8	5.3	4.0	4.8	3.8	5.5	7.3	5.3	6.5	6.0
	4.9					6.1				

Fase de resolución de ejercicios extendidos (en clase)										
Mayor disfrute						Menor disfrute				
Ronda 1	4	10	7	6	3	2	8	5	9	1
Ronda 2	4	3	6	5	9	2	8	10	1	7
Ronda 3	8	10	3	6	5	2	4	1	7	9
Ronda 4	5	6	9	1	2	4	3	10	8	7
Promedios	5.3	7.3	6.3	4.5	4.8	2.5	5.8	6.5	6.3	6.0
	5.6					5.4				

6.6. Entorno social, trabajo cooperativo y contexto competitivo

Como con otras componentes, se hicieron diversos análisis sobre el entorno social, el trabajo cooperativo (en equipo) y el contexto o entorno competitivo. Por limitaciones de espacio, a continuación sólo se reportan resultados destacables de forma resumida.

En relación al entorno social que mantuvieron y percibieron los estudiantes, el resultado fue rotundo. En torno al 89% declaró que el trato entre los compañeros fue bueno o muy bueno en todas las rondas y fases. El 11% restante expresó que no fue ni malo ni bueno; ninguno dijo que el ambiente fuera malo o muy malo.

En relación al trabajo cooperativo, se analizan varias cuestiones. En primer lugar, los estudiantes en general se sintieron bastante satisfechos con el trabajo que realizaron sus equipos: una valoración promedio de 3.24 (en una escala de 5), sin diferencias significativas entre las rondas. Hubo una ligera disminución en la satisfacción durante las rondas 2 y 3, que coincide con la opinión de los estudiantes de no haber dedicado el suficiente tiempo reportada en la Sección 6.1. En cuanto a la carga de trabajo entre los miembros de un equipo, los estudiantes admitieron que fue equilibrada: 3.15 en una escala de 1 a 4 (*muy desequilibrado, desequilibrado, equilibrado, muy equilibrado*). Por otra parte, según los estudiantes, el grado de colaboración entre equipos también fue alto (3.56) en una escala de 1 a 5 (de muy bajo a muy alto). Se plantea que estos últimos resultados se mejoraron con respecto a una experiencia previa (Cantador & Conde, 2010) al haber introducido elementos de Aprendizaje Cooperativo dentro de la competición. A pesar de ellos, se detectó una debilidad en el diseño de la actividad: la valoración de cooperación en la fase de resolución de problemas fuera del horario lectivo fue 3.38, considerablemente

más baja que 3.75, la valoración de cooperación en la fase de resolución de ejercicios extendidos en el aula. En la primera fase no se establecieron mecanismos para asegurar el Aprendizaje Cooperativo fuera de clase, posibilitando la existencia de casos en los que algún estudiante trabajó menos lo deseado por sus compañeros de equipo, como se reflejó en algún cuestionario. Con respecto al ranking, no se observaron indicadores de diferencias en las valoraciones sobre el trabajo cooperativo.

Finalmente, en relación al contexto competitivo al que fueron sometidos los estudiantes, estos en el cuestionario final de la actividad expresaron explícitamente su opinión. Un 57% de los estudiantes declararon que el estar en un entorno competitivo fue beneficioso o muy beneficioso para ellos, mientras que el 41% dijo que no fue ni perjudicial ni beneficioso. Sólo un estudiante (el 2% restante) expresó que lo consideraba perjudicial. En el cuestionario de la segunda ronda comentó que tuvo ciertos conflictos con su equipo. Quizás fueron estos conflictos los que le llevaron a tener esa valoración negativa sobre la competición. En cualquier caso, éste fue un incidente aislado, y en general los estudiantes se sintieron a gusto con la competición planteada. De hecho, en últimas preguntas del cuestionario final, el 100% de los estudiantes sugirió mantener la competición en la asignatura para cursos sucesivos, y el 93% estaría de acuerdo en realizar actividades competitivas similares en otras asignaturas.

7. Discusión

La competición que aquí se ha presentado fue diseñada a partir de lecciones aprendidas en experiencias previas (Cantador & Conde, 2010), en las que se obtuvieron resultados prometedores. La duración y dificultad de las tareas propuestas en la edición previa fueron valoradas como adecuadas por el 81% y 69% de los estudiantes, respectivamente, satisfaciendo el requisito establecido por Shindler (2007) acerca de llevar a cabo una actividad no demasiado larga y compleja. La utilidad de la actividad para alcanzar objetivos de aprendizaje individuales fue valorada como positiva por un 71% de los estudiantes, y los entornos cooperativo y competitivo fueron evaluados positivamente por un 94% y 71% respectivamente. Los estudiantes declararon que la competición les resultó una actividad estimulante para dar lo mejor de ellos mismos no sólo para alcanzar sus intereses personales, sino también en beneficio de sus equipos. Esto confirma las observaciones de Thousand et al. (1994) y Verhoeff (1999) a favor de realizar competiciones en enseñanza. Un resultado adverso en la edición previa fue que el 41% de los estudiantes no se divirtió en la competición, especialmente en las últimas rondas de la misma. A pesar de este hecho, al final, el 82% recomendó continuar organizando la actividad en la asignatura. Sólo dos estudiantes afirmaron que habían sentido estrés, lo cual puede considerarse como un dato significativo de que se había evitado tal efecto negativo, discutido por Vockell (2004).

En la segunda (presente) edición de la competición se han obtenido mejores resultados. Alrededor del 75% de los estudiantes quedó satisfecho con el tiempo empleado en la actividad, y el resto admitió que el tiempo empleado fue insuficiente, pero reconoció que no habría necesitado mucho más tiempo para completar las tareas apropiadamente. Sólo unos pocos estudiantes expresaron que los problemas planteados fueron demasiado difíciles, y entorno al 60% estuvo muy satisfecho con la dificultad de las tareas. En relación a la utilidad de la actividad para el proceso de aprendizaje, alrededor del 90% de los estudiantes (frente al 71% de la edición previa) se mostró satisfecho o muy satisfecho. En esta edición, los entornos cooperativo y competitivo fueron valorados de forma positiva por

prácticamente todos los estudiantes (frente al 94% y 71% de la edición previa), y el 86% se declaró haberse divertido (frente al 41% de la edición previa). Al finalizar la actividad todos los participantes sugirieron continuar organizando la competición en la asignatura.

En los años académicos en los que se realizó la competición, hubo un incremento significativo en el número de estudiantes que aprobaron la asignatura, en concreto, del 71% al 77% aproximadamente, y un incremento en el número de estudiantes que regularmente asistió a las clases (posteriores a la competición), del 60% al 80% aproximadamente. No se puede asegurar que estos hechos fueron causados por la competición, aunque sí se cree que fueron influenciados por ella, pues no se alteraron otros aspectos en la asignatura.

Independientemente de las mejoras obtenidas en relación a un mayor número de aprobados en la asignatura, de acuerdo a los resultados reportados en este estudio, se podría afirmar que los cambios propiciados por la competición fueron realmente beneficiosos para los estudiantes. Algunos de estos cambios estuvieron basados en elementos y características del Aprendizaje Cooperativo, que pueden resumirse como sigue. En primer lugar, a los estudiantes se les asignaron diferentes roles y tareas dentro de sus equipos durante las rondas de la contienda, y el éxito –puntuación– de cada equipo dependió de la correcta realización de tareas individuales entre los miembros del equipo (*inter-dependencia positiva*). Esto originó la colaboración y ayuda entre los estudiantes. En segundo lugar, los estudiantes tuvieron que realizar tareas específicas presentando, discutiendo y evaluando soluciones (*interacción cara a cara y habilidades cooperativas*). Esto fomentó el desarrollo de competencias transversales como el trabajo en grupo y la comunicación oral efectiva. En tercer y último lugar, los estudiantes tuvieron que completar cuestionarios de evaluación individual y grupal durante toda la competición (*exigibilidad individual/responsabilidad personal*). Esto ayudó a motivar y enganchar a los estudiantes en la actividad, centrándose en el proceso y objetivos de aprendizaje en vez de los resultados de la contienda –victoria y premios. Otros cambios fueron el desarrollo de varios tipos de problemas y ejercicios para evitar la disminución de motivación y diversión de los estudiantes, y la asignación de equipos a estudiantes por parte del profesor, procurando que no hubiese desequilibrios en la carga de trabajo entre los miembros de cada equipo.

Los análisis realizados, por otra parte, evidenciaron ciertas limitaciones y debilidades de la actividad propuesta. Primero, hubo una falta de supervisión y evaluación de tareas individuales llevadas a cabo en horario no lectivo, que hubiesen permitido controlar y asegurar la colaboración entre estudiantes fuera del aula. Para abordar este hecho se podrían por ejemplo haber asignado tareas particulares, como la preparación de agendas de trabajo y redacción de actas de reunión. Segundo, hubo una falta de planes para prevenir y gestionar conflictos de equipo. Tratando este hecho, tal vez se podrían haber evitados casos de desmotivación y no disfrute en la actividad.

8. Conclusiones

En este capítulo se ha presentado una actividad docente consistente en una competición por equipos. Teniendo como objetivos el clarificar si competiciones en enseñanza son positivas o negativas y el desarrollar una actividad en el aula que fuese útil (en el proceso de aprendizaje), estimulante y divertida para los estudiantes, la actividad se diseñó a partir de resultados y conclusiones obtenidas en experiencias previas e incorporando características y elementos de Aprendizaje Cooperativo. Específicamente se identificaron los siguientes atributos una competición en enseñanza debería tener para ser “saludable” (no perjudicial)

para los estudiantes. Debería tener un premio simbólico, permitiendo centrarse en los objetivos y proceso de aprendizaje en vez de en la victoria. Debería ser llevada a cabo en un periodo de tiempo relativamente corto para evitar perder el interés de ciertos estudiantes, especialmente aquellos en las últimas posiciones del ranking de la contienda. Para retar a los estudiantes y reforzar su motivación a continuar participando, la competición debería proporcionar diversas temáticas y tareas a hacer, y debería dar varias oportunidades a todos los participantes para ganar. Debería evitar la carga de trabajo desequilibrada entre los miembros de un equipo y asegurar la inter-dependencia positiva con el fin de evitar situaciones en las que los estudiantes se viesan frustrados y abandonasen la actividad. Finalmente, debería promover las interacciones cara a cara y el desarrollo de habilidades cooperativas, a la vez que velar por la continua auto-evaluación de los estudiantes a nivel individual y de grupo.

Para identificar y analizar los beneficios e inconvenientes de la competición se han propuesto una serie de componentes y metodologías de evaluación, que podrían usarse para diseñar y validar otros tipos de actividades de enseñanza colaborativas. En particular, se analizaron los siguientes componentes: a) *duración*, para evaluar si el tiempo empleado por cada estudiante fue adecuado; b) *dificultad*, para evaluar la complejidad de la dinámica de trabajo y tareas planteadas; c) *utilidad*, para evaluar si la actividad fue realmente valiosa para los objetivos y proceso de aprendizaje de los estudiantes; d) *motivación*, para evaluar si la actividad supuso retos interesantes para los estudiantes; e) *diversión*, para evaluar si los estudiantes no sólo aprendieron, sino también disfrutaron con la actividad; f) *ambiente social*, para evaluar cómo fueron las interacciones y habilidades sociales desarrolladas; g) *trabajo cooperativo*, para evaluar cómo la naturaleza colaborativa de la actividad se apreció y valoró por parte de los estudiante; y h) *entorno competitivo*, para evaluar si la dinámica competitiva fue beneficiosa o perjudicial para los estudiantes.

La competición se implementó y evaluó en un caso real en una asignatura de introducción a informática y la programación en ordenador, con 60 estudiantes de Grado en Ingeniería Química. A través de diversos cuestionarios al comienzo, transcurso y finalización de la actividad, se obtuvieron valoraciones de los estudiantes acerca de las componentes arriba citadas. El análisis de sus respuestas muestra que la competición realizada fue beneficiosa para los estudiantes, independientemente de su posición en el ranking. Además de focalizar y permitir alcanzar los objetivos de aprendizaje, la actividad fomentó la adquisición de competencias transversales, como el trabajo en equipo y la comunicación oral efectiva, y originó una atmósfera de compañerismo y amistad entre los estudiantes.

Se plantea por tanto que los principios de diseño y componentes de evaluación utilizados pueden servir a educadores como una guía de referencia para organizar actividades cooperativas en el aula. La competición desarrollada es aplicable a otras asignaturas y estudios, siempre que permitan plantear trabajos orientados a proyectos de cierta envergadura. En este sentido, asignaturas de todo tipo de ingenierías representan el entorno ideal para la realización de actividades como la competición aquí presentada.

Se deja pendiente para un estudio posterior el análisis de las relaciones entre la eficacia de aprendizaje individual y colectiva (Bandura, 1997; Wing-yi Cheng et al., 2008). Dependencias entre tales tipos de capacidades podrían identificarse y explotarse para abordar limitaciones de eficacia aisladas. Esto es, se podría hacer que un estudiante entendiese que mejorando su propio aprendizaje y conocimiento incrementaría la eficacia de su equipo, y en el sentido contrario, que se diese cuenta de que mejoras en la eficacia del

equipo podrían ser beneficiosas para el desarrollo de sus habilidades de aprendizaje personales.

Además de este último aspecto, sería interesante incorporar más mecánicas de gamificación en la actividad o usar las mecánicas consideradas de forma personalizada a los estudiantes, por ejemplo atendiendo a su “tipo de jugador” o estilo de aprendizaje (Bartle 1996; Marczewski, 2013). Se plantea además adaptar y extender la propuesta aquí presentada a un entorno de *e-learning*, desarrollando una herramienta software que ayude al profesor a diseñar, gestionar y evaluar la actividad, y que permita a los estudiantes realizar, parcial o totalmente, tareas de la actividad mediante el uso de sistemas informáticos.

Referencias

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The Exercise of Control*. W. H. Freeman.
- Bartle, R. (1996). Hearts, Clubs, Diamonds, Spades: Players Who suit MUDs. <http://www.mud.co.uk/richard/hcds.htm>
- Brown, H., & Ciuffetelli, D. C. (2009). *Foundational Methods: Understanding Teaching and Learning*. Pearson Education.
- Cantador, I., & Conde, J. M. (2010). A Simple E-learning System based on Classroom Competition. In *Proceedings of the 5th European Conference on Technology Enhanced Learning*, 488–493.
- Chiu, M. M. (2000). Group Problem Solving Processes: Social Interactions and Individual Actions. *Journal for the Theory of Social Behavior*, 30(1), 26–49.
- Chiu, M. M. (2004). Adapting Teacher Interventions to Student Needs during Cooperative Learning. *American Educational Research Journal*, 41, 365–399.
- Chiu, M. M. (2008). Flowing Toward Correct Contributions during Groups’ Mathematics Problem Solving: A Statistical Discourse Analysis. *Journal of the Learning Sciences*, 17(3), 415–463.
- Cohen, E. G. (1994). *Designing Groupwork - Strategies for the Heterogeneous Classroom*. Teachers College Press.
- Fasli, M., & Michalakopoulos, M. (2005). Supporting Active Learning through Game-like Exercises. In *Proceedings of the 5th IEEE International Conference of Advanced Learning Technologies*, 730–734.
- Fulu, I. 2007. *Enhancing Learning through Competitions*. School of InfoComm Technology, Ngee Ann Polytechnic.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review* 16(3), 235-266.
- Johnson, D., & Johnson, R. (1975). *Learning Together and Alone, Cooperation, Competition, and Individualization*. Prentice-Hall.
- Johnson, D., & Johnson, R. (1999). *Learning Together and Alone: Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning*. Allyn and Bacon Press.
- Johnson, D., Johnson, R., & Holubec, E. (1988). *Advanced Cooperative Learning*. Interaction Book Company.
- Kim, S.-L., & Sonnenwald, D. H. (2002). Investigating the Relationship between Learning Style Preferences and Teaching Collaboration Skills and Technology: an Exploratory Study. In *Proceedings of the 2002 American Society for Information Science & Technology Annual Conference*, 64–73.
- Lam, S., Yim, P., Law, J., & Cheung, R. (2001). The Effects of Classroom Competition on

- Achievement Motivation. In *Proceedings of the 109th Annual Conference of American Psychological Association*.
- Lawrence, R. (2004). Teaching Data Structures Using Competitive Games. *IEEE Transactions on Education*, 47(4), 459–466.
- Marczewski, A. (2013) Six User Types for Gamification Design – Hexad. <http://www.gamified.uk/user-types/>
- Regueras, L. M., Verdú, E., Verdú, M. J., Pérez, M. Á., de Castro, et al. (2008). Motivating Students through On-Line Competition: an Analysis of Satisfaction and Learning Styles. In *Proceedings of the 7th International Conference on Web-based Learning*, 167–177.
- Schmidt, H. G. (1983). Problem-based Learning Rationale and Description. *Medical Education* 17, 11-16.
- Schmidt, G., Rotgans, J., & Yew, E. (2011). The Process of Problem-based Learning: What Works and Why. *Medical Education* 45(8), 792-806.
- Shindler, J. (2007). *Transformative Classroom Management*. Pearson Allyn & Bacon Press.
- Siddiqui, A., Khan, M., Katar, S. (2007). Supply Chain Simulator: a Scenario-based Educational Tool to Enhance Student Learning. *Computers & Education*, 51(1), 252–261.
- Slavin R. E. (2010). Cooperative Learning. In E. Baker, P. Peterson, B. McGaw (Eds.), *International Encyclopedia of Education* (3rd edition). Elsevier.
- Thousand, J., Villa, A., & Nevin, A. (1994). *Creativity and Collaborative Learning*. Brookes Press.
- Tsay, M., & Brady, M. (2010). A Case Study of Cooperative Learning and Communication Pedagogy: Does Working in Teams Make a Difference? *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 10(2), 78–89.
- Verhoeff, T. (1999). *The Role of Competitions in Education*. Faculty of Mathematics and Computing Science, Eindhoven University of Technology.
- Vockell. E. (2004). *Educational Psychology: a Practical Approach*. Purdue University.
- Yu, F. Y., Chang, L. J., Liu, Y. H., & Chan, T. W. (2002). Learning Preferences towards Computerised Competitive Modes. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 18(3), 341–350.
- Wing-yi Cheng, R., Lam, S.-f., & Chung-yan Chan, J. (2008). When Alta Achievers and Baja Achievers Work in the Same Group: The Roles of Group Heterogeneity and Processes in Project-based Learning. *British Journal of Educational Psychology* 78, 205-221.

Iván Cantador

Iván Cantador es Profesor Contratado Doctor en el Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Madrid. Sus temas de investigación principales se enmarcan en el área de los sistemas de recomendación, siendo coautor de alrededor de 100 publicaciones en revistas y congresos internacionales desde 2005. Desde entonces ha compaginado tal actividad con una extensa dedicación, formación e innovación en el ámbito de la enseñanza universitaria.