

Hacia la consolidación de las aulas ágiles

Miguel A. Martínez-Prieto, Jorge Silvestre, Anibal Bregon

Depto. de Informática
Universidad de Valladolid
{migumar2, jsilvestre, anibal}@infor.uva.es

José Ignacio Farrán

Depto. de Matemática Aplicada
Universidad de Valladolid
jifarran@eii.uva.es

Resumen

La *educación ágil* está acercando a las aulas las prácticas de mayor éxito en la industria del software, permitiendo que los alumnos comiencen a asimilar una forma de trabajo ampliamente implantada y que, además, experimenten y adquieran algunas de las competencias más demandadas en el mercado de trabajo. Este artículo presenta UVAGILE, un nuevo marco de trabajo basado en Scrum que aborda la organización ágil de procesos de enseñanza-aprendizaje y que fomenta el aprendizaje incremental y la retroalimentación frecuente. Los resultados obtenidos, a partir de la implementación de cuatro aulas ágiles, avalan la efectividad de UVAGILE, tanto por la mejora de los resultados académicos como por las opiniones expresadas por los alumnos.

Abstract

Agile education brings the most successful practices in the software industry into the classroom. It allows our students to learn and practice a widely established framework in the labor market, but also experience and acquire some of its most-demanded soft skills. This paper presents UVAGILE, a new Scrum-based framework that organizes learning projects from an agile perspective, encouraging incremental learning and regular feedback. Our preliminary results, from four agile classrooms, show the UVAGILE effectiveness, both in terms of improved academic grades and positive feedback from participating students.

Palabras clave

Educación ágil, aprendizaje incremental, retroalimentación, trabajo en equipo, Scrum, UVAGILE.

1. Introducción

La sociedad actual vive un proceso *transformación digital* que abarca desde los sectores productivos y de

negocio, hasta las rutinas de nuestra vida cotidiana. Este proceso de cambio se apoya en el uso de sistemas informáticos cada vez más complejos. En este contexto, los equipos de desarrollo no siempre son capaces de responder a los cambios necesarios para el éxito del producto y, en general, esto se debe a la falta de flexibilidad en su planificación.

Esta situación no es nueva y ya en 2001 un grupo de diecisiete expertos se reunió para analizarla y plantear alternativas a las (rígidas) metodologías de desarrollo de software tradicionales. Fruto de aquel encuentro, se propuso el *Manifiesto Ágil* (<https://agilemanifesto.org/>), en el que se consensuaron cuatro *valores* que establecen que las personas (y sus interacciones) deben prevalecer sobre los procesos (y las herramientas); la entrega de software funcional sobre la generación de documentación exhaustiva; la colaboración con el cliente sobre la negociación contractual; y la respuesta ante el cambio sobre la adhesión estricta al plan establecido. *Marcos de trabajo* como *Scrum* [15] han materializado el Manifiesto Ágil, incrementando la calidad del software y la satisfacción del cliente, así como la transparencia del proceso. El éxito de estos marcos de trabajo está relacionado con la consolidación de equipos eficientes y comprometidos, en los que sus miembros destacan por la capacidad de trabajo en equipo, el interés por la innovación o el pensamiento crítico, entre otras *soft skills*. Los marcos de trabajo ágiles se han adoptado en sectores como la radio, la construcción de maquinaria agrícola o el marketing [13], además de en la educación.

El ámbito educativo presenta numerosos paralelismos con la gestión de proyectos en entornos de negocio [11], por lo que implantar una *educación ágil* contribuye a mejorar la organización y el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje [14], y a proporcionar a los alumnos las competencias necesarias para convertirse en buenos profesionales [11]. La educación ágil (Sección 2) se ha asentado en los últimos años, pero su adopción sigue planteando diferentes retos. UVAGILE surge en este contexto con el propósito de establecer un marco de referencia para el diseño de procesos de enseñanza-aprendizaje ágiles, que pueda utilizarse tanto para impartir una asignatura (o una parte de ella),

como para organizar una determinada actividad formativa. Nuestra propuesta utiliza Scrum (Sección 3) para organizar *proyectos de aprendizaje* iterativos e incrementales, proporcionando al alumno retroalimentación frecuente y significativa sobre sus progresos. Los fundamentos de UVAGILE se describen en la Sección 4 y en la Sección 5 se presentan cuatro experiencias de su utilización en asignaturas de diferente tipología y pertenecientes a diferentes cursos del Grado de Ingeniería Informática de Servicios y Aplicaciones (Universidad de Valladolid). Como se presenta en la Sección 6, los resultados académicos han mejorado en estas asignaturas y las impresiones de los alumnos que las han cursado han sido positivas, avalando la efectividad de este marco de trabajo en su contexto de estudio.

2. Educación ágil

Las primeras referencias a la educación ágil aparecieron en asignaturas de Ingeniería de Software, como una forma de organizar equipos de alumnos [2]. Estas experiencias demostraron que trasladar las prácticas ágiles al aula motivaba a los alumnos a asumir una mayor responsabilidad sobre su proceso de aprendizaje, además de mejorar su capacidad de colaboración con otros compañeros, obteniendo con ello resultados de mejor calidad [14]. Esto motivó el interés de la comunidad educativa por los marcos de trabajo ágiles, dando lugar a varias adaptaciones [10] del Manifiesto Ágil. A pesar de sus matices, estas propuestas coinciden en la necesidad de (i) crear entornos que favorezcan el aprendizaje activo; (ii) implementar proyectos de aprendizaje incrementales, que generen productos funcionales durante el curso (y no sólo al final); (iii) afianzar la relación alumno-profesor; y (iv) flexibilizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, para que pueda adaptarse a las necesidades que se presenten.

Las revisiones del estado del arte presentadas en [11, 14] dan cuenta del gran número de experiencias positivas que se han realizado en los últimos años. Cabe destacar el trabajo de Krehbiel *et al.* [10] por la variedad de las asignaturas (ingeniería del software, escritura técnica, ciencias políticas...) que fueron rediseñadas para introducir prácticas ágiles: tableros visuales, retrospectivas, equipos Scrum, establecimiento de reglas de convivencia (*social contracts*) en los equipos, etc. A pesar de la disparidad de las asignaturas, y de los perfiles de sus alumnos, se confirmaron todos los objetivos planteados en las adaptaciones del Manifiesto Ágil para propósitos educativos.

En la actualidad, la educación ágil se apoya principalmente en Scrum, aunque la mayoría de las propuestas presentan diseños *ad-hoc*, que no son fáciles de generalizar. *eduScrum* [16] va un paso más allá y establece un completo marco de trabajo que fomenta

la implantación de procesos educativos colaborativos y co-creativos, guiados por el alumno. *eduScrum* plantea un aprendizaje basado en proyectos [9], en el que el profesor determina el “qué” y el “por qué” del aprendizaje y los alumnos establecen “cómo” llevarlo a cabo.

3. Scrum

Scrum es un marco de trabajo diseñado para abordar proyectos complejos en entornos cambiantes, cuyo objetivo es obtener productos que maximicen el valor esperado por sus consumidores [15]. Los procesos Scrum se apoyan en tres pilares: *transparencia*, *inspección* y *adaptación*. Esto garantiza la visibilidad del estado y de la evolución del proyecto, además de facilitar que sus participantes sean capaces de detectar y reaccionar ante posibles anomalías que afecten a su desarrollo.

3.1. Sprints

Los procesos Scrum se organizan de forma *iterativa e incremental* como *sprints* de duración constante y corta (inferior a un mes). Al comienzo de cada *sprint* se fijan los objetivos que conducirán a la entrega de un *incremento* (versión parcialmente funcional) del producto. Durante el *sprint* se realizan diversos *eventos* (o ceremonias) para optimizar la transparencia y la coordinación, y minimizar las reuniones no planificadas.

Sprint planning. El equipo Scrum define los objetivos del *sprint*, seleccionando del *product backlog* las *historias de usuario* [5] más prioritarias, que puedan abarcarse de acuerdo con la capacidad y experiencia del equipo. Además, se identifican las tareas necesarias para satisfacer estos objetivos, y se describen como ítems del *sprint backlog*. Marca el inicio del *sprint*.

Daily scrum. Evento diario (con una duración máxima de 15 minutos) en el que cada miembro del equipo expone sus avances desde la última *daily scrum*, su planificación para el día en curso, y los problemas que haya encontrado. Así, se facilitan la coordinación del equipo y la detección de situaciones de bloqueo para el avance del *sprint*, cuya resolución se abordará en una reunión posterior entre los implicados.

Sprint review. Este evento se realiza, al finalizar el *sprint*, para presentarle al cliente el incremento consolidado. La retroalimentación obtenida puede dar lugar a actualizaciones en el *product backlog*.

Sprint retrospective. La retrospectiva finaliza el *sprint* con un evento de reflexión en el que cada miembro expone aquello que fue bien y las situaciones problemáticas acontecidas durante el *sprint*. Además, propone acciones de mejora para los siguientes *sprints*. Las retrospectivas fortalecen las dinámicas del equipo, en un entorno constructivo y de confianza.

3.2. Equipos Scrum

El éxito de Scrum requiere consolidar pequeños equipos, organizados de forma autónoma de acuerdo con el conocimiento, experiencia y creatividad de sus miembros. Los equipos Scrum presentan tres roles.

Product owner. Es el responsable de maximizar el valor del producto. Define la *visión* del producto (*product backlog*) e identifica y prioriza las historias de usuario que conducirán al éxito del proyecto.

Equipo de trabajo. Lo forman las personas que realizan las tareas necesarias para entregar cada *incremento*, que asumen por igual la responsabilidad sobre el trabajo realizado. El equipo debe ser pequeño para mantener su agilidad, pero lo suficientemente grande para abordar el alcance definido en cada *sprint*.

Scrum master. Es el responsable de que el equipo aplique Scrum correctamente, asegurando una comunicación fluida y actuando ante los bloqueos. Además, especifica y mantiene actualizadas las historias de usuario del *sprint backlog* durante todo el proyecto.

3.3. Artefactos

Scrum usa varios *artefactos* para representar el trabajo (valor), garantizar la transparencia y posibilitar la inspección y adaptación necesarias.

Product backlog. Es una lista priorizada de los requisitos del producto (incluidos los cambios), descritos como *historias de usuario*. Esta información evoluciona y se refina durante el proyecto para adaptarse tanto a los cambios del producto, como a los de su entorno.

Sprint backlog. Comprende las historias de usuario elegidas para el *sprint* actual, junto con la especificación de las tareas a realizar para entregar el incremento. Los miembros del equipo de trabajo actualizarán el estado de las tareas a medida que progresan, asegurando una visión actualizada del estado del *sprint*.

Incremento. Comprende todas las historias de usuario completadas durante el último *sprint*, además de todo el valor acumulado en los *sprints* previos. Es necesario que el incremento sea funcional y proporcione un valor inmediato al cliente.

4. UVAGILE

Las universidades implementan modelos educativos que presentan grandes semejanzas con las metodologías de desarrollo de software tradicionales [11]. En ambos casos, la planificación es excesivamente rígida, las etapas suceden de forma secuencial y la evaluación del producto se hace en la fase final. Esto hace que los procesos de enseñanza-aprendizaje sean cautos de los procedimientos propios de cada universidad

(y de los plazos temporales que estos imponen) y dificulta que los alumnos sean conscientes de su grado de aprendizaje real, al no ser evaluados hasta el final de la asignatura. Esta falta de retroalimentación durante el cuatrimestre aumenta el *gap de aprendizaje* (Figura 1).

UVAGILE surge como respuesta a esta situación y plantea un marco de trabajo que interpreta los procesos de enseñanza-aprendizaje como *proyectos de aprendizaje*, cuya organización y desarrollo se adhiere a la interpretación de los valores ágiles planteada en [6] sobre los principios de Chickering y Gamson [4]: (i) respetar los diferentes estilos de aprendizaje de los alumnos y promover su interacción con los profesores; (ii) mejorar la empleabilidad de los alumnos y capacitarlos para su formación continua; (iii) apoyar a los alumnos de forma continuada y más allá de los objetivos de aprendizaje; (iv) apoyar los procesos de aprendizaje y adaptar el desarrollo de la asignatura de acuerdo con las necesidades que surjan; y (v) implementar mecanismos regulares y frecuentes de evaluación formativa.

En la práctica, UVAGILE adopta los fundamentos de Scrum como se expone en los siguientes apartados.

4.1. Proyectos de aprendizaje

UVAGILE proporciona un marco de trabajo diseñado para la organización ágil de proyectos de aprendizaje. Un *proyecto de aprendizaje* desarrolla una serie de contenidos que conducen a alcanzar unos determinados objetivos de aprendizaje. Para ello, plantea actividades formativas y establece unos criterios de evaluación que garanticen que los alumnos alcanzan satisfactoriamente los objetivos previstos.

Una asignatura es un proyecto de aprendizaje, pero también lo es un bloque temático o, incluso, alguna de sus tareas. Por lo tanto, UVAGILE puede utilizarse indistintamente para organizar una asignatura completa o sólo una de sus partes, que incluya uno o varios bloques temáticos, o una tarea concreta. En todos los casos, el profesor (como *product owner*) establece la *visión* del producto de aprendizaje, como base para la elección de los contenidos formativos, y organiza el proyecto en forma de *sprints de aprendizaje*.

Visión del producto (de aprendizaje). Proporciona una perspectiva general del propósito del aprendizaje que se adquirirá en el proyecto; dicho de otra forma, la visión expone “qué” se va a aprender y “por qué” es importante hacerlo. La visión se obtiene a partir de los objetivos de aprendizaje, que se especifican como *historias de aprendizaje* (cuya estructura y contenido son comparables a los de las historias de usuario). Por lo tanto, cada historia expone un objetivo de aprendizaje y estima el esfuerzo previsto para alcanzarlo. Además, declara los *criterios de aceptación* que se utilizarán para valorar objetivamente si el alumno ha alcanzado el

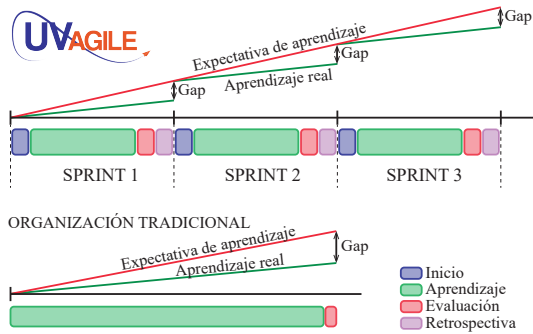


Figura 1: Organización ágil (UVAGILE) vs. tradicional

objetivo. Todas las historias de aprendizaje se depositan en el *backlog de aprendizaje* (homólogo del *product backlog*) antes de comenzar el primer *sprint*.

Contenidos. Establecen el mecanismo para conseguir los objetivos establecidos en la visión. La educación ágil promueve que los alumnos puedan tomar decisiones sobre los contenidos, para mejorar su compromiso con el proceso de aprendizaje [16], pero esto no es sencillo dado que el proyecto de aprendizaje debe adherirse a lo especificado en la guía docente. Una alternativa, que facilita cierta personalización, es abordar el desarrollo de objetivos de aprendizaje mediante *seminarios*, cuyos contenidos elijan, elaboren y expongan los propios alumnos. Este tipo de actividades fomenta la motivación del alumno y delega sobre él la responsabilidad de aprender sobre un tema y consolidar los contenidos que se expondrán en el aula [7].

Sprints de aprendizaje. UVAGILE propone realizar *sprints* entre 2 y 5 semanas, dependiendo del proyecto. Así, se garantiza que el alumno tenga varios puntos de retroalimentación durante el cuatrimestre para evaluar la evolución de su proceso de aprendizaje respecto a los objetivos previstos. La Figura 1 (arriba) ilustra la organización de un proyecto de aprendizaje, detallando las fases de sus *sprints* de aprendizaje:

- La fase de *Inicio* se realiza el primer día del *sprint*. El profesor mueve al *sprint backlog* las historias de aprendizaje que establecen el *alcance* y especifica las actividades formativas que conducirán a los objetivos de aprendizaje. Cada actividad indica su motivación, los (sub)objetivos de aprendizaje relacionados, la fecha de realización y el esfuerzo requerido. Tras actualizar el *sprint backlog*, el profesor expone el alcance del *sprint*.
- La fase de *Aprendizaje* comprende la realización de las actividades formativas planificadas. El profesor actualizará el *sprint backlog* cada vez que una actividad cambie de estado.
- La fase de *Evaluación* se realiza el último día del *sprint* mediante una actividad de control centrada en el alcance planificado. El alumno obtendrá una

evaluación formativa sobre el estado de su proceso de aprendizaje, que podrá transformarse en *sumativa* (a su elección) si se demuestra haber alcanzado los objetivos de aprendizaje.

- La *Retrospectiva* motiva la reflexión (anónima) de los alumnos sobre su proceso de aprendizaje. Una vez expresadas las opiniones, el profesor las revisa en voz alta y facilita un debate dirigido a la obtención de conclusiones que ayuden a los alumnos a retroalimentar su proceso de aprendizaje. La retrospectiva también descubre posibles discrepancias, que el profesor gestionará en el siguiente *sprint*. Este tipo de actividad ya se ha utilizado con éxito en otras experiencias docentes [8].

El modelo de aprendizaje incremental de UVAGILE ayuda a reducir el *gap de aprendizaje* (la diferencia entre el aprendizaje esperado y el real), como puede observarse en la Figura 1. El *gap* crece continuamente en un proyecto organizado con una metodología docente tradicional, ya que el conocimiento adquirido por el alumno solo se evalúa al final del proyecto. En este momento, revertir cualquier desviación es prácticamente imposible al haber alcanzado el final efectivo del proyecto (aunque aún queda la segunda oportunidad de la “convocatoria extraordinaria”). Por su parte, UVAGILE plantea puntos de coordinación al final de cada *sprint*, lo que permite que el alumno se alinee frecuentemente con las expectativas de aprendizaje, a partir de la retroalimentación de la evaluación formativa y de la reflexión colectiva (en la retrospectiva). Finalizar el proyecto con un menor *gap* es sinónimo de haber obtenido un producto de aprendizaje de mayor calidad. Por lo tanto, el alumno habrá alcanzado los objetivos de aprendizaje con un mayor nivel de satisfacción y, previsiblemente, una mejor calificación.

4.2. Actividades formativas

El contexto universitario actual dificulta implementar aspectos de la educación ágil como el *aprendizaje activo*. Por ello, UVAGILE no restringe el tipo de actividades formativas que se realizan en cada *sprint*, aunque recomienda equilibrar el uso de métodos docentes tradicionales (lección magistral, clases guiadas de resolución de problemas...) y los que fomentan el aprendizaje activo. En estos últimos, emergen los *serious games* [1] o las *flipped classrooms* [3], además de otros más conocidos [7] como los *seminarios* sobre temas específicos o el *aprendizaje basado en proyectos*, que desempeña un rol principal en UVAGILE.

4.3. Aprendizaje basado en proyectos

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) [9] es una metodología de aprendizaje activo en la que los alum-

nos trabajan sobre un problema del mundo real durante un largo periodo de tiempo. El ABP es una pieza básica en la enseñanza ágil, ya que permite a los alumnos experimentar con sus conocimientos y poner en práctica habilidades como el *trabajo en equipo*, la comunicación o la gestión de emociones, entre otras.

UVAGILE aborda cada actividad de ABP como un proyecto de aprendizaje por sí mismo, que a su vez puede estar incluido dentro de otro proyecto de aprendizaje (por ejemplo, una asignatura). En este caso, la visión y los objetivos del proyecto de aprendizaje coinciden con la visión y los objetivos del proyecto a desarrollar, cuyos contenidos dependen de los requisitos del problema que se aborde. Estos requisitos deben evolucionar a lo largo del proyecto, para introducir cierta incertidumbre en su desarrollo y poner a prueba la capacidad de los alumnos para responder ante los cambios. El profesor carga toda esta información en el *product backlog* antes de comenzar el proyecto y publica el calendario de entregas. Este calendario vendrá determinado por las condiciones del proyecto, pero el periodo entre entregas consecutivas no debe exceder las 4 o 5 semanas, para garantizar una retroalimentación efectiva.

Equipos. El proyecto se realiza en equipos auto-organizados de 3-5 alumnos, para los que el profesor actúa como *product owner*. La composición de los equipos se decide de forma (pseudo)aleatoria, para que los alumnos tengan la experiencia de trabajar con personas a las que no conocen previamente. Los equipos se forman, al menos, una semana antes de comenzar el proyecto, para que los alumnos puedan conocerse y consensuar su dinámica de trabajo, que se reflejará en un *social contract*. Todos los miembros del equipo actuarán como *scrum master* durante un *sprint*, para poder experimentar las responsabilidades de ese rol.

Marco de trabajo. El proyecto se organiza de forma iterativa e incremental, siguiendo una aproximación comparable a *eduScrum*. Todos los *sprints* tienen la misma duración y se coordinan con los *sprints* de aprendizaje de la asignatura (cuando proceda) para alinear el avance de todas las actividades formativas.

En cada *sprint*, el equipo de trabajo lleva a cabo una *reunión de inicio* (*sprint planning*), al menos dos *reuniones de sincronización* semanales (*daily scrum*) y una *retrospectiva* final. Después de la reunión de inicio, el *scrum master* actualiza el *sprint backlog* con la descripción de todas las tareas planificadas para el *sprint*, incluyendo el plan de acciones de mejora propuesto en la última retrospectiva. Además, el *scrum master* completa un acta de cada ceremonia, en la que indica los participantes y cualquier incidencia destacable. Esta información es necesaria para mantener la transparencia entre el equipo de alumnos y el profesor.

El equipo consolida un nuevo incremento al final de

cada *sprint*, aunque sólo se evaluarán los resultados de los *sprints* indicados en el calendario de entregas. Una vez entregado el producto final, se realiza una ceremonia de revisión (*review*), en la que el equipo pone en valor su resultado y reflexiona sobre cómo satisface los criterios de aceptación del proyecto.

Evaluación. Las actividades de ABP siguen un proceso de *evaluación formativa*, en el que cada incremento se valora respecto a los objetivos de aprendizaje planificados hasta el último *sprint* realizado. Como resultado, el profesor entrega un informe con todas las deficiencias identificadas. Por otra parte, se realiza una *evaluación sumativa*, que abarca tanto los incrementos entregados durante el proyecto, como el producto final. Inicialmente se descartó asignar una calificación numérica a las entregas parciales, pero en la prueba piloto se observó que los equipos lo aprovechaban para presentar incrementos incompletos, con el único fin de obtener *feedback*, de cara a maximizar el valor entregado en el producto final. Por este motivo, se introdujo un mecanismo de evaluación incremental, en el que el peso de cada incremento aumenta a medida que avanza el proyecto. Así, el producto final tiene un mayor peso en la calificación del proyecto, pero todos los incrementos entregados contribuyen a la misma. La calificación también valora la calidad del proceso de desarrollo y la participación individual en la dinámica de equipo, además del análisis crítico que se realiza en la revisión.

Finalmente, se propone realizar un juego que permita que cada miembro del equipo evalúe el rendimiento y la actitud de sus compañeros, de cara a *recompensar* (con una nota extra sobre la calificación final) a aquellos que obtengan mejores valoraciones.

4.4. Herramientas digitales

Para implementar UVAGILE es necesario usar herramientas digitales que favorezcan la transparencia del proyecto de aprendizaje, así como la comunicación y colaboración de todos sus participantes. Una buena implementación de UVAGILE necesita, al menos, (i) un entorno digital que centralice el proyecto de aprendizaje; (ii) un tablero de aprendizaje virtual; (iii) un sistema de comunicación efectivo; y (iv) un entorno de trabajo compartido. Actualmente, estamos utilizando *Moodle*, *Trello*, *Slack* y *Dropbox*, respectivamente.

5. Aulas ágiles

Un *aula ágil* es un entorno de enseñanza-aprendizaje colaborativo en el que su organización y su dinámica se basan en UVAGILE. En esta sección se presentan las cuatro aulas ágiles realizadas hasta el momento. A excepción de *Sistemas de Bases de Datos* (SBD), que es una asignatura obligatoria de 2º con 40 matriculados,

las otras tres son asignaturas optativas de cursos superiores (3º-4º) y con pocos matriculados (menos de 20). Por lo tanto, SBD plantea un contexto desafiante, dado el número de alumnos y su desconocimiento de las metodologías de desarrollo de software.

Cabe destacar que al principio de cada cuatrimestre se imparte un seminario sobre UVAGILE y se realizan otras actividades (talleres, *serious games*...) con el fin de que los alumnos participantes en las aulas ágiles tengan un conocimiento básico para afrontarlas.

5.1. Prueba piloto

La prueba piloto [12] de UVAGILE se realizó durante el curso 2018-2019 en la asignatura *Administración de Bases de Datos* (ABD), optativa de 3º. Esta asignatura aborda aspectos de la administración de bases de datos, como el diseño físico, la gestión de transacciones o la seguridad, entre otros.

La primera clase se utilizó para introducir y adaptar UVAGILE en el ámbito de la asignatura. Los alumnos decidieron el orden cronológico de impartición de los contenidos y los temas a desarrollar en el último bloque temático, organizado en forma de seminarios (presentados por los alumnos) y talleres (realizados por expertos). Como resultado, se planteó un proyecto con 7 *sprints de aprendizaje* (de 2 semanas de duración), que finalizaban con un test. En cada *sprint* se impartieron las mismas lecciones magistrales que en los cursos anteriores, pero se reemplazaron las sesiones de laboratorio (guiadas por el profesor) por *flipped classrooms*, en las que se profundizaba sobre el trabajo realizado autónomamente por los alumnos (sobre los mismos contenidos que antes se explicaban en las sesiones guiadas).

En paralelo, se realizó una actividad de ABP que abordaba el diseño, construcción y optimización de una base de datos destinada a proveer servicios turísticos en la región de Castilla y León. Todos los alumnos formaron parte de un mismo equipo. El proyecto contó con un primer “*sprint* de entrenamiento”, en el que los alumnos iniciaron el proyecto bajo la supervisión constante del profesor, y 6 *sprints* de trabajo. Se planificaron 3 entregas: al final de los *sprints* 3, 4 y 7.

A lo largo del cuatrimestre se observó cómo la reflexión fue calando en los alumnos, e incluso los más reservados terminaron expresándose con naturalidad en las retrospectivas. Las opiniones se plantearon de forma constructiva y pasaron de ser reflexiones individuales a convertirse en interesantes análisis críticos de la dinámica de trabajo del equipo. Los alumnos valoraron de forma muy positiva tanto la organización incremental del aprendizaje, como las diferentes formas de *retroalimentación* recibida, pero el aspecto más destacado fue que UVAGILE les “forzó” a tener un ritmo constante de trabajo. Además, resaltaron que la organización temporal de los contenidos había favorecido

su proceso de aprendizaje y valoraron, aunque menos positivamente, el interés de los temas que habían seleccionado para los seminarios y talleres. La experiencia de trabajar en equipo también tuvo una calificación alta, aunque se constató la necesidad de mejorar la comunicación entre ellos. Finalmente, se propusieron varias acciones de mejora, ya incorporadas en la propuesta realizada en este artículo. Entre ellas se destacaba la necesidad de (i) crear *nuevos artefactos* que permitieran al profesor visibilizar el compromiso y el trabajo de cada alumno (para ello se propusieron las *actas* de las ceremonias) y de (ii) promover que el equipo plasme sus compromisos para que los miembros los tengan presentes (para lo que se introdujo el *social contract*).

5.2. Curso 2019-2020

La experiencia adquirida en la prueba piloto guió la implementación de tres nuevas aulas ágiles, durante el primer cuatrimestre del curso 2019-2020.

Sistemas de Bases de Datos (SBD). En esta asignatura se aborda el diseño conceptual y lógico de bases de datos, además del aprendizaje de SQL. La asignatura completa se estructuró como un proyecto de aprendizaje UVAGILE, organizado en 3 *sprints de aprendizaje* de 4 semanas de duración (las 3 primeras semanas se invirtieron en proveer a los alumnos de los conocimientos básicos sobre bases de datos). Cada *sprint* finalizó con un examen, en el que se plantearon cuestiones que los alumnos debían resolver aplicando los conocimientos adquiridos. Se mantuvo la docencia en forma de lecciones magistrales, clases de resolución de problemas y sesiones de laboratorio guiadas, aunque se ajustó su contenido para aumentar el número de horas destinadas a la resolución de problemas (a petición de los alumnos en la primera retrospectiva). En paralelo, se realizó una actividad de ABP centrada en el diseño de una base de datos sobre competiciones futbolísticas y en la construcción de servicios de consulta relacionados. En este caso, se formaron 10 equipos de 4 alumnos y se planificaron entregas al final de cada *sprint*.

Sistemas Inteligentes (SI). En esta asignatura se abordan fundamentos de la inteligencia artificial (búsqueda, lógica o representación de conocimiento) y aprendizaje automático. Este aula ágil contó con la participación de algunos alumnos que habían participado en la prueba piloto, lo que ayudó a retroalimentar de forma positiva su implementación. En este caso, se utilizó UVAGILE para organizar las actividades de aula: clases magistrales y sesiones de laboratorio centradas en la resolución de problemas, que se mantuvieron respecto a cursos anteriores. Además, se introdujo un *serious game* competitivo para desarrollar un modelo de clasificación de imágenes de comida que ayudase a personas con intolerancias alimentarias. Como

resultado, se consolidó un proyecto de aprendizaje en 4 *sprints* (de 3,5 semanas de duración), con una prueba de evaluación teórico-práctica al finalizar cada uno de ellos.

Protocolos y Comunicaciones Seguras (PCS). En esta asignatura se aborda el aprendizaje de los principales algoritmos de clave pública y privada, además de algunos protocolos criptográficos, de uso habitual en diferentes ámbitos. La primera parte de la asignatura planteó la teoría correspondiente para resolver una serie de retos de descifrado, que se implementaron dentro de un *serious game* competitivo en el que los alumnos actuaron como “hackers”. La dinámica iterativa e incremental del aula ágil comenzó tras completar la parte anterior y se llevó a cabo en 4 *sprints de aprendizaje* (de 3 semanas de duración). El proyecto de aprendizaje consistió en una actividad de ABP, con equipos de 4 personas, en la que los alumnos desarrollaron, de forma incremental, un sistema criptográfico que proporcionaba servicios basados en varios de los algoritmos estudiados en la asignatura.

6. Conclusiones y trabajo futuro

Al finalizar las asignaturas del curso 2019-2020 (SBD, SI, PCS) se realizó una encuesta de 70 preguntas, con una participación de $\approx 75\%$ de los alumnos. La Figura 2 representa los resultados agregados de las tres encuestas, utilizando gráficos *boxplot*, en los que los valores numéricos representan la media.

Los alumnos valoran positivamente el *aprendizaje incremental* en forma de *sprints* (4,0). También consideran útil conocer la organización de cada *sprint* con antelación, en particular los objetivos de aprendizaje y sus criterios de aceptación (4,2), y las actividades que se llevarán a cabo (3,8).

La *retroalimentación* del proceso de aprendizaje es la dimensión mejor valorada, en particular la obtenida a partir de las actividades de control, cuya valoración promedio es 4,5. Cabe destacar que los *outliers* que se ven en la figura se corresponden con alumnos que, en otra pregunta, indicaron no haber participado en la revisión de la actividad de control. Por otra parte, los alumnos dan un valor promedio de 4 a la retroalimentación que se obtiene a partir de la retrospectiva. Esto es un aspecto de gran valor, dado que las actividades de reflexión no tienen mucha tradición en el ámbito educativo. Finalmente, valoran con 4,2 la información obtenida a partir de los informes de revisión de los incrementos, en las actividades de ABP (realizadas en SBD y PCS). Este *feedback* ha sido esencial para que los alumnos acabasen con éxito sus proyectos, como ellos mismos han reconocido.

La valoración del *trabajo en equipo* (en SBD y PCS) es algo inferior al resto de dimensiones. La primera co-

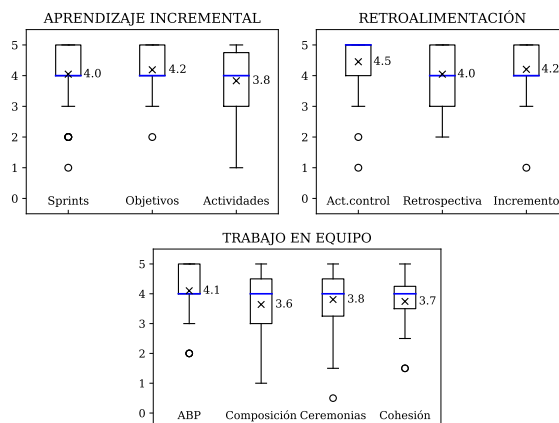


Figura 2: Estadísticas de las aulas ágiles (2019-2020).

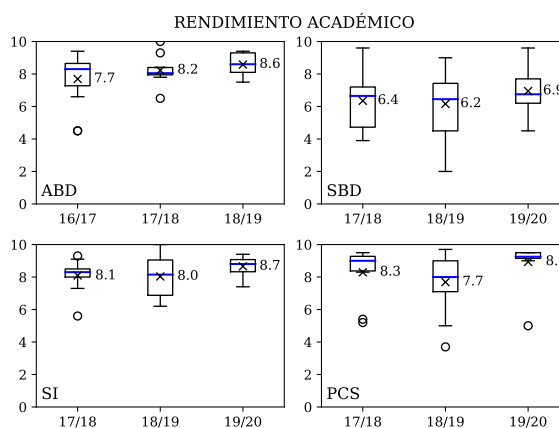


Figura 3: Rendimiento académico en las aulas ágiles.

luna indica que los alumnos valoran con 4,1 el interés y la necesidad de realizar este tipo de actividades dentro de las asignaturas en estudio. Lo que menos gusta a los alumnos es que la *composición* de los equipos se haya realizado de forma (pseudo)aleatoria (3,6), a pesar de que no se han detectado situaciones especialmente conflictivas. La tercera columna mide la opinión de los alumnos respecto a las ceremonias Scrum. En este caso, la valoración alcanza 3,8 y una de las opiniones más recurrentes es que no ven la necesidad de hacer “tantas reuniones de sincronización”. La última columna refleja la valoración de los alumnos sobre la *cohesión* alcanzada en sus equipos de trabajo, como resultado de su auto-organización. En general, se valora de forma positiva, ya que los tres cuartiles superiores se sitúan sobre 3,5 con una mediana de 4. La mayoría de los equipos han conseguido alcanzar una dinámica satisfactoria, aunque algunos han encontrado dificultades (como la baja de algún miembro), lo que ha provocado la reducción de la valoración media a 3,7.

También se quiere destacar que los alumnos de estas aulas ágiles reiteran lo beneficioso de tener un ritmo de

aprendizaje constante, aunque algunos manifiestan que trabajar de acuerdo con UVAGILE les ha supuesto un esfuerzo mayor. Cabe destacar que las respuestas recogidas en la encuesta no muestran desviaciones significativas de la carga de trabajo (respecto a la planificada en cada proyecto de aprendizaje), y las que existen presentan un esfuerzo ligeramente menor al esperado. Por otra parte, la mayoría de los alumnos califican su rendimiento de *notable*, lo que denota una percepción positiva de su aprendizaje.

La Figura 3 permite constatar el efecto positivo en los resultados académicos obtenidos en las aulas ágiles (entre los “alumnos presentados”). La nota promedio mejora en todas las asignaturas, aunque el efecto más interesante es comprobar que la mayoría de las notas se concentran en torno a la media, lo que significa que el rendimiento global de los alumnos crece de forma homogénea. La tasa de éxito está por encima del 90 %, aunque la tasa de abandono en SBD y PCS es del 15-20 %. Finalmente, tras la experiencia con SBD concluimos que el tamaño de un aula ágil no debería sobrepasar los 20 alumnos para realizar un seguimiento efectivo de su aprendizaje.

Los resultados obtenidos nos motivan a seguir trabajando en mejorar UVAGILE. Actualmente estamos ajustando los artefactos propuestos para visibilizar el trabajo individual dentro de los equipos y el planteamiento de sus *social contracts*. Además, estamos evaluando estrategias para facilitar a los alumnos cursar aulas ágiles y asignaturas organizadas tradicionalmente, de forma simultánea. Finalmente, estamos realizando una prueba piloto de UVAGILE para proyectos de aprendizaje individuales, como Trabajos Fin de Grado o Máster, con resultados iniciales positivos (tanto desde la perspectiva de los alumnos, como de los tutores).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el *Proyecto de Innovación Docente* No. 82 del plan PID-2019/2020 de la Universidad de Valladolid (UVa). Los autores quieren agradecer su colaboración y asesoramiento a Delia Estebaranz, Javier Gamarra, Javier García y Luis Vidachea, así como a los profesores y alumnos que han participado en este proyecto de innovación docente.

Referencias

- [1] C.C. Abt. *Serious Games*. University Press of America, 2002.
- [2] M.I. Alfonso y A. Botia. An Iterative and Agile Process Model for Teaching Software Engineering. In *Conference on Software Engineering Education Training*, pp. 9–16, 2005.
- [3] J. Bergmann y A. Sams. *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education, 2012.
- [4] A.W. Chickering y Z.F. Gamson. Seven principles for good practice in undergraduate education. *The Wingspread Journal*, 9(2):1–10, 1987.
- [5] M. Cohn. *User Stories Applied: For Agile Software Development*. 2004.
- [6] M. Cubric. An agile method for teaching agile in business schools. *The International Journal of Management Education*, 11(3):119 – 131, 2013.
- [7] M. de Miguel. *Modalidades de Enseñanza centradas en el Desarrollo de Competencias: Orientaciones para Promover el Cambio Metodológico en el EEES*. Universidad de Oviedo, 2006.
- [8] J.J. Gutiérrez, J.G. Enríquez, V. Cid-de-la Paz, L. Morales-Trujillo, y A. Jiménez-Ramírez. Retrospectivas en el aula. Una experiencia práctica. *Actas de las Jornadas sobre Enseñanza Universitaria de la Informática*, 4:295–302, 2019.
- [9] B.F. Jones, C.M. Rasmussen, y M.C. Moffitt. *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. American Psychological Association, 1997.
- [10] T.C. Krehbiel, P.A. Salzarulo, M.L. Cosmah, J. Forren, G. Gannod, D. Havelka, A.R. Hulshult, y J. Merhout. Agile Manifesto for Teaching and Learning. *Journal of Effective Teaching*, 17(2):90–111, 2017.
- [11] A. López-Alcarria, A. Olivares-Vicente, y F. Poza-Vilches. A Systematic Review of the Use of Agile Methodologies in Education to Foster Sustainability Competencies. *Sustainability*, 11(10), 2019.
- [12] M.A. Martínez-Prieto, J. Silvestre, A. Bregón, y V. Gatón. *¿Puede ser Agile la Docencia Universitaria?* <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/37210>, 2019.
- [13] D.K. Rigby, J. Sutherland, y H. Takeuchi. Embracing Agile: How to Master the Process That’s Transforming Management. *Harvard Business Review*, 94(5):40–50, 2016.
- [14] P. Salza, P. Musmarra, y F Ferrucci. Agile Methodologies in Education: A Review. In D. Parsons y K. MacCallum, eds., *Agile and Lean Concepts for Teaching and Learning*, pp. 25–45. 2019.
- [15] K. Schwaber y J. Sutherland. *The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*, 2017.
- [16] W. Wijnands y A. Stolze. Transforming Education with eduScrum. In D. Parsons y K. MacCallum, eds., *Agile and Lean Concepts for Teaching and Learning*, pp. 95–114. 2019.