

TBL aplicado a la Ingeniería de Software

Alejandro Bia
D. de Estadística, Matemáticas e Informática
Universidad Miguel Hernández
Elche, España
abia@umh.es

Santiago Matalonga
Facultad de Ingeniería
Universidad ORT Uruguay
Montevideo, Uruguay
smatalonga@uni.ort.edu.uy

Resumen

El aprendizaje basado en equipos (TBL) es un enfoque pedagógico colaborativo que estructura la planificación, ejecución y evaluación de asignaturas con el fin de mejorar el compromiso de los estudiantes y la calidad del aprendizaje, y que puede clasificarse dentro del conjunto de los métodos de clase invertida¹. TBL pone énfasis en las responsabilidades que el alumno debe asumir con respecto a su aprendizaje. La aplicación de TBL convierte el aula en un entorno dinámico que favorece el aprendizaje de los alumnos, y delega en el docente la ampliación de los temas.

Esta metodología se puso en práctica primero en la Universidad ORT del Uruguay, en dos asignaturas de la titulación de Ingeniería de Software. Los resultados de esta experiencia fueron luego transferidos a la Universidad Miguel Hernández de Elche, donde se aplicó TBL a una asignatura del Grado en Ingeniería Informática, obteniendo niveles similares de aceptación entre los alumnos. En este trabajo se describe la experiencia de la adaptación de TBL a asignaturas de Ingeniería de Software y los resultados obtenidos en ambas universidades.

Abstract

Team Based Learning (TBL) is a collaborative pedagogical approach that structures the planning, execution and evaluation of courses with the purposes of enhancing student engagement and improving the quality of learning, and can be classified within the set of flipped-classroom methods. TBL emphasizes the responsibilities that the student must assume regarding his/her learning. The application of TBL turns the classroom into a dynamic environment that favors learning, and delegates to the teacher the extension of the subjects.

This methodology was first implemented at ORT University in Uruguay, in two subjects of the degree of Software Engineering. The results of this experiment were then transferred to the Miguel Hernández

University in Elche, where TBL was applied to a subject in the Degree in Computer Engineering, obtaining similar levels of acceptance among students. This paper describes the experience of the adaptation of TBL to subjects of Software Engineering and the results obtained in both universities.

Palabras clave

Aprendizaje basado en equipos (Team Based Learning, o TBL), aprendizaje activo, clase invertida (flipped classroom).

1. Introducción

De acuerdo con la Academia Nacional de Ingeniería de Estados Unidos [15], la educación en materias de ciencia y tecnología (STEM²) en el siglo 21 debe centrarse en la innovación de la accesibilidad y la entrega de contenidos para formar a la próxima generación de ingenieros. Los cursos de ingeniería sufren de altas tasas de deserción [18]. De acuerdo con [3], entre las principales causas de deserción en la informática están: el diseño deficiente de los cursos y la falta de retroalimentación rápida a los estudiantes.

Las llamadas metodologías activas de aprendizaje tienen como objetivo dar a los estudiantes nuevas experiencias y oportunidades de aprendizaje. Entre estas metodologías, nos encontramos con el aprendizaje basado en proyectos [6], el aprendizaje basado en problemas [19], el aula invertida [20] y el aprendizaje basado en equipos (TBL) [16]. El TBL proporciona una metodología guiada para poner en práctica el aula invertida. El TBL fue inicialmente utilizado en medicina [21] y desde entonces ha sido implementado en cursos de ingeniería [8, 1].

Los resultados de las implementaciones del TBL muestran un aumento en la satisfacción de los estudiantes, un aumento en el aprendizaje en grupo, más tiempo dedicado por los estudiantes a sus tareas y el logro de un pensamiento cognitivo de mayor nivel [17].

¹ En inglés: *flipped classroom*

² STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics

En este trabajo se describe la experiencia de diseñar y desplegar el TBL en dos asignaturas en la Universidad ORT del Uruguay (ORT), y en una asignatura en la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), en España. Las asignaturas en la ORT se han diseñado desde cero, con un enfoque en la aplicación de la metodología TBL a lo largo de todo el semestre, mientras que en la UMH se aplicó un enfoque incremental similar al descrito en [9]. Este trabajo presenta nuestras decisiones de diseño en cuanto a los contenidos y actividades de estas asignaturas. También describimos nuestras lecciones aprendidas y las consideraciones necesarias para implementar estos cursos. Por último, evaluamos y analizamos los resultados mediante encuestas a los estudiantes, comparando nuestros resultados con los publicados por Michaelsen et al. [16]. Nuestros resultados muestran una reacción positiva de los estudiantes hacia el TBL.

El resto de este documento se organiza de la siguiente manera: La sección 2 presenta un resumen de la metodología TBL. La sección 3 describe nuestra experiencia en la planificación e implementación de dos asignaturas de TBL en ORT y otra en la UMH. La sección 4 presenta un estudio de la percepción de los estudiantes sobre su experiencia TBL. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones y las lecciones aprendidas a través de estas experiencias.

2. Breve introducción al TBL

El aprendizaje basado en equipos (TBL) es una implementación estructurada de un enfoque de aprendizaje activo gobernado por cuatro principios:

1. **Los grupos deben ser debidamente formados y gestionados.** TBL se basa en la idea de usar grupos pequeños en el aula. Todo el proceso de aprendizaje está diseñado en torno a la formación e interacción de individuos en pequeños grupos (de 3 a 5 personas). En TBL, el uso de grupos pequeños no es una técnica de enseñanza puntual para un breve período de tiempo de clase, sino una técnica de instrucción utilizada a lo largo de todo el semestre. Para que los grupos pequeños resulten eficaces, y se conviertan en verdaderos equipos, se deben nivelar las habilidades de los estudiantes durante la asignación de los mismos. Por lo tanto, el instructor debe conformar cuidadosamente los grupos. En [16] y [12] hay directrices sobre cómo lograr este objetivo.
2. **Los estudiantes deben ser responsables.** El TBL fomenta la idea de que los estudiantes deben ser responsables de su aprendizaje. Para lograr esto, el TBL crea dos condiciones en el aula. En primer lugar, los estudiantes deben trabajar, y la calidad de ese trabajo se supervisará de forma continua, tanto por el profesor como por sus propios compañeros. En segundo lugar, la calidad de su trabajo tiene consecuencias, en sus calificaciones y en

las calificaciones de su grupo. Por lo tanto, TBL crea un ambiente donde cada estudiante tiene que contribuir con sus conocimientos y sus habilidades para la resolución de los ejercicios. La propia dinámica del grupo mantiene a raya a los alumnos que quieren ir a caballo del esfuerzo de los demás.

3. **Los ejercicios de clase deben promover el aprendizaje y el desarrollo del equipo.** Los ejercicios en grupo, cuando están pensados para requerir la interacción de los miembros del grupo, fomentan la discusión y la toma de decisiones. Según Michaelsen [16], la mayoría de los problemas reportados sobre el despliegue del TBL se deben a una inadecuada asignación de los grupos. Durante el semestre, la exposición frecuente a este tipo de ejercicios, hace que los grupos de estudiantes gestionen sus habilidades y contribuciones, y por tanto ayudan a esos grupos a convertirse en equipos de calidad.
4. **Los estudiantes deben recibir retroalimentación frecuente e inmediata.** La retroalimentación es esencial para el aprendizaje y la retención. Por otra parte, la retroalimentación permite el desarrollo del equipo. TBL está diseñado para que los estudiantes reciban retroalimentación frecuente sobre su progreso en el aprendizaje.

2.1. El proceso de aprendizaje en TBL

El TBL exige que el curso sea diseñado en torno al trabajo en equipo y a la evaluación. El proceso del TBL se puede separar en: (A) la **preparación** del curso, (B) la **primera hora**, y (C) las **actividades de ejecución** del curso.

A. Las actividades de **preparación del curso** incluyen el diseño de los ejercicios y las actividades TBL que guían el flujo de una clase TBL. En esta etapa, los elementos clave son combinar los objetivos de aprendizaje del curso con las lecturas asignadas, y diseñar los ejercicios que consoliden los conocimientos de estas lecturas y fomenten un aprendizaje de alto nivel.

B. La **primera hora** de un curso TBL es fundamental para explicar el proceso y gestionar las expectativas de los estudiantes. De acuerdo con Michaelsen [16], durante esta hora la instrucción debe: explicar el flujo de la clase, explicar cómo las unidades temáticas cubrirán los objetivos de aprendizaje del curso con TBL, y explicar el sistema de calificación.

C. Las **actividades de ejecución** del curso se estructuran en unidades temáticas. Una unidad temática tiene un objetivo de aprendizaje y contiene las siguientes actividades (mostradas esquemáticamente en la Figura 1):

1. **Estudio individual.** Cada unidad temática se inicia con una lectura asignada, y también videos de grabados por el profesor en el caso de UMH, que los estudiantes deben realizar antes de la clase. Como novedad, en la UMH se agregó una tarea grupal que consiste en elaborar preguntas tipo test sobre el tema leído. Cada grupo debe elaborar

un número de preguntas (2 o 3), que no se repitan con las de los otros grupos. Para ello, se ha utilizado un foro de Moodle, donde los alumnos pueden ver las preguntas de los demás grupos. Además, los alumnos pueden sugerir mejoras o cambios a las preguntas de otros grupos, e incluso impugnar preguntas mal formuladas, lo cual es un adelanto de la fase de Apelación del TBL (ver punto 4). Por las preguntas, sugerencias e impugnaciones se le da puntos al grupo. Esta tarea refuerza el estudio, pues crear preguntas interesantes requiere un buen entendimiento del tema, de lo que es importante y de cómo formularlo como pregunta. Además de esto, de esta tarea surgen preguntas interesantes, revisadas por pares, para incorporar a la batería de preguntas del tema. Algunas, eventualmente, pueden llegar a ser utilizadas en los RAT. La respuesta de los alumnos a este juego serio fue muy positiva, mostrándose muy entusiasmados.

2. **Prueba individual.** El test individual, o prueba de verificación de la preparación individual (IRAT³) consiste en preguntas de verdadero/falso o de opciones múltiples que evalúan la comprensión de las lecturas por parte del alumno.



Figura 1: Unidades temáticas en TBL: secuencia de actividades didácticas. Adaptado de [16].

3. **Prueba en equipo.** El test en equipo, o prueba de verificación de la preparación grupal (GRAT⁴) consta de las mismas preguntas que el IRAT, pero aplicadas a los grupos (esta vez, los estudiantes deben contestar las preguntas en grupo). Para iniciar el GRAT todos los estudiantes de cada grupo deben tener previamente a mano el IRAT. El instructor utiliza el IRAT para evaluar la comprensión de los conceptos fundamentales incluidos en las lecturas asignadas a los estudiantes. Se recomienda que el GRAT sea realizado usando formularios de retroalimentación inmediata⁵ (formularios de “raspar” para descubrir las respuestas) para que el grupo pueda tener una retroalimentación di-

recta de sus avances, y a la vez agregar un elemento de juego que puede resultar estimulante. Mientras los grupos realizan el GRAT, el profesor debe evaluar los resultados de los IRAT para detectar puntos flojos que reforzar en la retroalimentación del instructor posterior a la apelación.

4. **Apelaciones por escrito:** Los grupos pueden presentar reclamaciones por escrito para refutar la respuesta de alguna pregunta. Las apelaciones deben estar basadas en evidencias y los estudiantes deben fundamentar sus argumentos con información extraída de la lectura asignada. A través de estas apelaciones, los estudiantes pueden cuestionar las respuestas de las preguntas. Desde la perspectiva del diseño de cursos, la retroalimentación que el instructor recibe de las apelaciones permite una mejora continua de las pruebas de evaluación.
5. **Retroalimentación del instructor:** Debe realizarse inmediatamente después de las apelaciones y debe centrarse únicamente en los aspectos problemáticos detectados en los test sobre las lecturas asignadas. El instructor debe adaptar la retroalimentación de forma acorde con los resultados obtenidos en el IRAT y en el GRAT.
6. **Actividades orientadas a la aplicación:** Se trata de ejercicios en grupo que los estudiantes deben realizar para aplicar el conocimiento adquirido y guiarles hacia niveles más altos de comprensión de los temas de la unidad.

2.2. TBL en asignaturas de informática

Sólo se encontraron unas pocas referencias que detallan la experiencia y los resultados de la implementación de TBL en asignaturas de ciencias de la computación, y aún menos en asignaturas específicas sobre Ingeniería de Software. Esta sección resume las experiencias que se han podido identificar.

Lasserre [13] describe el despliegue de TBL en una asignatura de programación de primer año, e informa de cierta resistencia por parte de los estudiantes, la cual atribuye a la expectativa de los alumnos de recibir clases frontales. No obstante, sus resultados muestran un aumento de las tasas de finalización del curso y la disminución de las tasas de abandono. En Lasserre y Szostak [14], los autores desarrollan el procedimiento de evaluación de su despliegue TBL. Los autores informan de un aumento del 50% al 75% en los estudiantes que alcanzan grados de suficiencia.

Elnagar y Ali [9, 10] presentan la experiencia de desplegar TBL en una asignatura de programación. En contraste con la orientación general, su semestre no está todo basado en TBL, sino que alternan TBL con clases frontales durante el semestre. Se comparan los resultados con una instancia de la misma asignatura en donde no se utilizó la metodología TBL. Sus resultados muestran una mejora en el rendimiento de los estudiantes con la introducción de este enfoque mixto. También llevaron a cabo una encuesta de satisfacción de los estudiantes que muestra respuestas positivas respecto a la nueva metodología.

³ IRAT: Individual Readiness Assessment Test.

⁴ GRAT: Group Readiness Assessment Test.

⁵ Hay un tipo de formulario de raspar de la empresa Epstein Educational Enterprises especialmente creado para este fin, llamado formulario IFAT (Immediate Feedback Assessment Technique). Ver <http://www.epsteineducation.com/home/about/>

German [12] ofrece una pequeña guía sobre cómo formar equipos en un entorno TBL. Se trata de un breve documento que no proporciona evidencia de los resultados de la experiencia del autor.

Awatramani y Rover [1] presentan su experiencia en el diseño y aplicación de TBL en una asignatura de diseño de sistemas embebidos. Al igual que es nuestra intención con este trabajo, los autores proporcionan orientación sobre las decisiones tomadas en el diseño e implementación de la asignatura. Para evaluar sus resultados, aplican dos instrumentos: la observación independiente de la clase para identificar los niveles cognitivos de aprendizaje de los estudiantes y la percepción de la asignatura por los estudiantes. Sus resultados muestran que a medida que avanzaba el semestre, los estudiantes estaban más cómodos interactuando en niveles cognitivos más altos. La encuesta de satisfacción de los estudiantes, llevada a cabo con 16 estudiantes, muestra resultados positivos en los tres aspectos evaluados: la retroalimentación del curso en general, la percepción de la metodología, y la percepción de los ejercicios de aplicación.

3. Nuestra experiencia con TBL

En la Universidad ORT, la estrategia ha sido doble: por un lado, definir los objetivos de aprendizaje en términos de la taxonomía de Bloom [5], y por otro, desarrollar estrategias de aprendizaje activas que se alejen del formato tradicional de clase magistral. TBL fue el primer método activo implementado. Se implementó simultáneamente en las asignaturas Arquitectura de Software (AS) e Ingeniería de Software Ágil (ISA). En UMH, se aplicó a la asignatura Gestión de Proyectos de Ingeniería de Software (GPIS). Esta sección describe esta experiencia.

3.1. Planificación de un curso de TBL

ISA y AS se imparten en una clase de tres horas por semana, mientras que GPIS en dos de dos horas. En todos los casos, la calificación final de la asignatura se divide en actividades TBL (IRAT, GRAT y evaluación por pares) (30%), prácticas de laboratorio (30%) y un examen final (40%).

Para planear la implementación de la metodología TBL la primera tarea fue hacer coincidir los objetivos de aprendizaje del programa de la asignatura a través de las lecturas que se pueden asignar a los estudiantes en cada unidad temática. El cuadro 1 presenta un ejemplo de este mapeo para la asignatura ISA. Nótese que los objetivos de aprendizaje se escriben utilizando verbos de la taxonomía de Bloom.

Para la selección de las lecturas, se puso especial cuidado en seguir la recomendación de no exceder las 50 páginas por cada lectura obligatoria. Tras seleccionar cada lectura, diseñamos las evaluaciones RAT correspondientes. En ORT, para el test IRAT se usaron formularios impresos convencionales, mientras que para el GRAT se usaron formularios de raspar IF-AT de Epstein Educational Enterprises. En

UMH se utilizó Moodle para ambos tests. Se ha tenido especial cuidado en la redacción de las preguntas. En retrospectiva, vemos que el principal problema al escribir las preguntas de la evaluación fue que nuestros propios conocimientos y experiencias previas interfieren con lo que se expresa en las lecturas asignadas. Este sesgo no debe afectar ni al IRAT ni al GRAT. Este sesgo se debe también a nuestra decisión de seleccionar algunas lecturas de libros de texto (como Bass et al., para la asignatura AS [2]) o entradas de blog de gurús reconocidos (como [11]) con conocimiento más reciente tomado de trabajos de investigación. Vimos que el proceso de apelación incluido en la metodología proporciona el mecanismo adecuado para mejorar las evaluaciones de forma continua, y al mismo tiempo, evitar este sesgo.

<i>Objetivo de aprendizaje</i>	<i>Lectura asignada</i>
Los estudiantes deben ser capaces de diferenciar procesos ágiles y no-ágiles.	Martin Fowler's <i>The New Methodology</i> [11]
Los estudiantes deben ser capaces de identificar las mejores prácticas en la redacción de una historia de usuario.	Mike Cohn, <i>User Stories Applied</i> , cap. 2 [7]

Cuadro 1: Relación entre los objetivos de aprendizaje y las lecturas asignadas



Figura 2: Estudiantes participando en un juego serio diseñado para aplicar conceptos de diferentes ciclos de vida de desarrollo de software.

El diseño de los ejercicios de aplicación es otro elemento clave para el éxito del despliegue de la metodología. Entendemos que el núcleo del proceso del TBL es brindar a los estudiantes la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos y ser evaluados en la clase, y trasladar la adquisición de los conocimientos ("recordar" y "entender") fuera del aula. Para ello, se aplicó nuestra experiencia en la incorporación de juegos serios en el aula. Decidimos que cada clase de aplicación se debe dividir en tres partes: preguntas rápidas de discusión en formato de múltiple-opción,

para que los estudiantes entren en calor y también re-evaluar el aprendizaje, un juego serio que no debería durar más que 45 minutos (ver Figura 2), y, por último, preguntas abiertas, ejercicios o estudios de caso cortos para fomentar las discusiones en grupo.

La prueba final del curso también debe diseñarse en función de los objetivos de aprendizaje, y por ello las preguntas para esta prueba se basan en las lecturas y los ejercicios de aplicación.

3.2. Despliegue de un curso con TBL

Para el despliegue de los cursos, se tuvieron en cuenta dos preocupaciones principales: en primer lugar, gestionar el cambio de profesores y estudiantes y en segundo lugar, cumplir con las normas y reglamentos de la universidad.



Figura 3: Formación de grupos mediante mapas-humanos

Para hacer frente a la primera preocupación, a los instructores designados para el nuevo curso se les dio una breve introducción al TBL de dos horas, y se les pidió que leyeran el libro de TLB [16] que usamos como guía de referencia. Para mitigar las preocupaciones de los estudiantes sobre la dinámica del TBL, la primera clase se dedica a repasar las reglas y las expectativas del método. El objetivo de esta primera clase es ajustar las expectativas de los estudiantes y mitigar su ansiedad respecto a los criterios de calificación de la asignatura [1, 13]. Como se recomienda en [16], en esta primera clase, el instructor define los grupos. Por lo general, esto se hace mediante un conjunto de preguntas de “sí” y “no” para evaluar las aptitudes de los estudiantes para el TBL, apoyado con dinámicas como montar un mapa humano con los estudiantes⁶ (ver Figura 3). Una vez formados los grupos, comenzamos el proceso de formación de equipos, pidiéndoles que lleguen a darle una identidad al grupo en 5 minutos. Por último, se espera que cada grupo decida cómo van a acomodar el peso de los puntajes de las actividades de TBL. En nuestra experiencia, el instructor tiene que tener un cuidado especial con las actividades de esta primera clase, ya que hay varias cosas a las que los estudiantes puede

⁶ Se colocan todos en una línea, y luego se les pide que den un paso adelante por cada criterio que cumplen de una lista de preguntas. Luego se forman los grupos eligiendo un alumno de cada nivel.

que nunca se hayan enfrentado antes. En particular, es probable que nunca hayan tenido la posibilidad de influir en la distribución de las puntuaciones de una asignatura. En la calificación final de la asignatura, las actividades TBL (IRAT, GRAT y evaluación por pares) tienen un peso del 30%, y los equipos de TBL pueden decidir cómo distribuir los pesos de estos componentes, siempre que la evaluación por pares no supere el 10% (3% de la calificación final).

4. Evaluación del TBL por los estudiantes

Para evaluar la reacción de los estudiantes respecto al TBL, se envió una encuesta a los estudiantes inscritos en dos asignaturas basadas en TBL de ORT, durante el segundo semestre de 2016: ingeniería de software ágil (ISA) y arquitectura de software (AS). De 85 estudiantes inscritos, hemos recibido 21 respuestas completas (15 de ISA, y 6 de AS).

Como queríamos comparar nuestros resultados con resultados ya publicados sobre TBL, basamos nuestra encuesta en la encuesta publicada en [16] (tablas 7.1 y 11.1, en las páginas 122 y 155 respectivamente) realizada por 200 estudiantes en cinco clases de la Universidad de Texas en San Antonio (UTSA). A las 11 preguntas originales del libro, hemos añadido 7 preguntas propias (preguntas 2 a 3 y 6 a 10, destacadas en el cuadro 2) para evaluar algunos aspectos que nos ayudarán a entender y mejorar nuestra implementación.

El cuadro 2 muestra los resultados de la encuesta. La primera columna muestra las preguntas. A continuación, un grupo de cinco columnas muestran los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes de ORT, y otro grupo de cinco columnas muestran los resultados de los estudiantes de UTSA (publicados en el libro anteriormente mencionado). La última columna muestra las diferencias de las puntuaciones medias de los dos grupos (Dif. media).



Figura 5 Comparación de las puntuaciones medias de las 11 preguntas comunes a UTSA y ORT.

Para que los resultados de nuestra encuesta fueran comparables con los del libro, hemos utilizado la misma escala de valores para las preguntas, de 1 a 7 puntos. Se calculó el porcentaje de respuestas en tres subintervalos (mostrados en las columnas “% n-m” del cuadro 2, siendo n-m el rango de puntuación): puntuaciones bajas (1 y 2 puntos), puntuaciones medias (3 a 5 puntos) y puntuaciones altas (6 y 7 puntos).

PREGUNTAS	Universidad ORT 2016					UTSA - Libro TBL					Dif media
	% 1-2	% 3-5	% 6-7	Avg	sd	% 1-2	% 3-5	% 6-7	media	d.est.	
1 ¿Consideras que una estrategia de aprendizaje en equipo como TBL tiene más o menos ventajas que el enfoque tradicional de "clases magistrales, examen parcial y/o examen final"? (1: menos, 7: más)	14.3	19.0	66.7	5.38	1.69	-	20.4	79.6	6.1	1.06	-0.7
2 ¿Crees que has aprendido más o menos con TBL que en una clase tradicional? (1: menos, 7: más)	19.0	38.1	42.9	4.90	1.81						
3 Durante el curso, ¿has estudiado más o menos con TBL que lo que sueles estudiar en otras materias con los métodos tradicionales? (1: menos, 7: más)	-	57.1	42.9	5.24	1.26						
4 ¿Qué tan estresantes te parecieron los RATs individuales en esta materia? (1: muy estresante, 7: no estresante)	-	52.4	42.9	4.62	1.88	6.1	52.5	41.4	4.88	1.38	-0.3
5 ¿Qué tan estresantes te parecieron los GRATs en esta materia? (1: muy estresante, 7: no estresante)	-	28.6	71.4	6.00	1.30	2	27.1	70.9	5.77	1.28	0.2
6 ¿Consideras que la "apelación" es de utilidad? (1: inútil, 7: muy útil)	33.3	33.3	33.3	3.95	2.25						
7 ¿Te parece que aportan algo bueno los formularios con "raspadita"? (1: no, 7: si)	9.5	28.6	57.1	5.19	2.25						
8 ¿Consideras que es bueno saber las respuestas correctas de las preguntas de los tests de forma inmediata? (1: no, 7: si)	-	9.5	90.5	6.43	0.81						
9 ¿Has asistido con frecuencia a las clases donde se realizan los ejercicios de aplicación? (1: no, 7: si)	-	61.9	38.1	5.10	1.55						
10 ¿Qué tanto te aporto el tratar de aplicar el conocimiento teórico en las clases de ejercicios de aplicación? (1: nada, 7: mucho)	9.5	57.1	33.3	4.81	1.50						
11 ¿Qué tan compatible es el aprendizaje en equipo con tu estilo de aprendizaje personal (en otras palabras, ¿una estrategia de aprendizaje en equipo se adecúa a tu forma de aprender? (1: nada, 7: mucho)	9.5	42.9	47.6	5.10	1.58	6.1	38.8	55.1	5.42	1.44	-0.3
12 ¿Qué tan probable es que mantengas algunas de las amistades que hiciste en tu grupo fuera de esta materia? (1: nada, 7: mucho)	38.1	38.1	23.8	3.86	2.03	18.5	49.9	31.4	4.38	1.71	-0.5
13 En cuanto a la gestión de las actividades cotidianas en clase (como la entrega de tests, calificaciones, etc.), ¿qué tan complicado te pareció el aprendizaje en equipo? (1: complicado, 7: fácil)	-	52.4	47.6	5.38	1.16	2.5	15.8	81.6	6.2	1.2	-0.8
14 ¿Qué tan útil crees tu que sería un enfoque de aprendizaje en equipo para algunas de tus otras materias? (1: nada, 7: muy útil)	19.0	28.6	52.4	5.00	1.87	3.5	20	76.2	6.4	5.23	-1.4
15 ¿Qué tan satisfecho estas con el aprendizaje que has obtenido en esta materia? (1: nada, 7: mucho)	9.5	33.3	57.1	5.33	1.68	2	21.8	75.8	6.02	1.18	-0.7
16 En general, ¿cómo calificarías tu experiencia de aprendizaje en esta materia? (1: negativa, 7: positiva)	4.8	47.6	47.6	5.43	1.47	0.5	20.4	78.4	6.08	1.06	-0.7
17 Si la materia fuera opcional (no curricular), ¿recomendarías esta materia a otros estudiantes? (1: no, 7: si)	4.8	38.1	57.1	5.57	1.72	0.5	15.3	84	6.38	0.99	-0.8
18 ¿Cómo crees que afecta el número de alumnos en clase (tamaño del grupo) al aprendizaje en un curso basado en TBL? (1: perjudica, 7: beneficia)	9.5	61.9	28.6	4.57	1.60	9	42	49	5.24	-	-0.7

Cuadro 2: Preguntas contestadas por los estudiantes, comparadas con las preguntas del libro de TBL (cuando las preguntas coinciden).

Por último, se calculó la puntuación media para cada pregunta (columnas "media"), y la desviación estándar (columnas "d.est."). Podemos ver que la tendencia de los valores promedio de puntuación de ambos UTSA y ORT son bastante similares (ver Figura 5), con una diferencia media de 0,6 puntos. Los valores de ORT son levemente más bajos en comparación con los valores de UTSA, con la excepción de la pregunta 5 (estrés percibido en los GRATs). La pregunta 14 recibió un valor excepcionalmente bajo en ORT, mostrando una respuesta ligeramente indiferente (en el entorno de los 5 puntos) sobre si el TBL sería útil para otras asignaturas. Por lo demás, las respuestas de ambos grupos fueron bastante similares.

Teniendo en cuenta todas las respuestas individuales a todas las preguntas, vemos que la mayoría de las preguntas se respondieron positivamente (puntuación alta), como puede verse en el mapa de calor de la Figura 6, una matriz alumno/pregunta, predominantemente verde, con los valores de las respuestas codificados en colores (rojos y verdes).

4.1. Análisis de las preguntas propias

Respecto a las preguntas 2 y 3, los estudiantes tienen una percepción positiva de su aprendizaje cuando se compara el curso TBL con otro tradicional, pero también perciben un aumento del esfuerzo invertido en estos cursos.

La pregunta 6 está dirigida a la utilización del formulario de apelación. Los resultados se distribuyen de manera uniforme, lo que podría ser una indicación de que los estudiantes no encuentran útil este recurso. Para nosotros las apelaciones deben estar basadas en la evidencia, que es el mecanismo del TBL para que los estudiantes aprendan a apoyar sus afirmaciones con datos. En estos semestres, hemos tendido a rechazar las apelaciones que no seguían las directrices, y aunque nos han dado retroalimentación para mejorar la batería de preguntas, puede que éste sea un punto en el que aún tenemos que mejorar.

Las preguntas 7 y 8, destinadas a comprender la respuesta de los estudiantes a la retroalimentación inmediata, han dado un resultado positivo.

Las preguntas 9 y 10 tienen como objetivo eva-

luar los ejercicios de aplicación. Los resultados muestran una percepción positiva respecto a ellos. Nuestros registros de asistencia muestran que la asistencia disminuye en clases de ejercicios de aplicación en comparación con las clases IRAT/GRAT. A pesar de que los datos de la encuesta no muestran esto, no podemos afirmar con una tasa de respuesta del 25% que el problema no exista en nuestro despliegue del TBL.

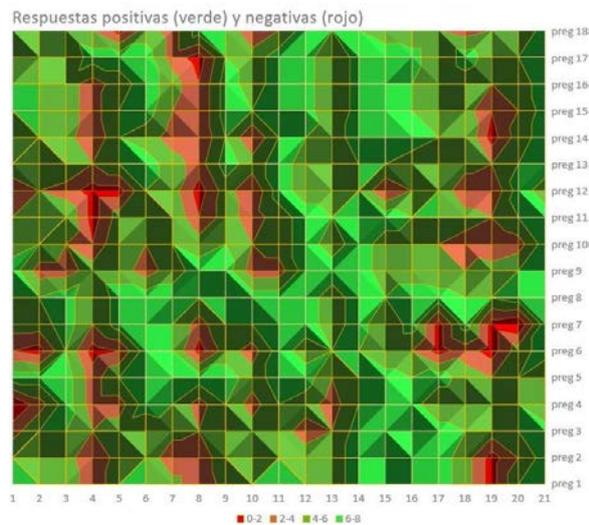


Figura 6: Mapa de calor con todas las respuestas: la mayoría de las respuestas han sido positivas (verde) en comparación con unas pocas negativas (rojo).

4.2. Análisis de las preguntas en común con el libro de TBL

Como se ve en la Figura 5, la mayoría de las respuestas de nuestra encuesta confirman las respuestas del libro de Michaelsen et al. [16], siendo los valores de nuestras respuestas un poco más bajos que los del libro.

Los estudiantes perciben que el TBL tiene más ventajas que un curso basado en exposiciones orales tradicionales (pregunta 1). No consideran que ser evaluados en cada unidad temática sea más estresante de lo normal (preguntas 4 y 5). Por otra parte, creen que TBL es apto para su estilo de aprendizaje individual (pregunta 11). Nuestros resultados muestran también una puntuación alta en las preguntas sobre satisfacción del curso (15-17). Lo que es diferente de nuestro despliegue es que casi la mitad de los estudiantes (47%, frente al 23% en [16]) no cree que el proceso de TBL pueda ser transferido a otras materias del plan de estudios. Aunque este resultado no parece afectar a la percepción global del curso, podría valer la pena explorarlo.

5. Conclusiones

Este artículo ha descrito el diseño e implementación del método TBL a varias asignaturas de

Ingeniería de Software en dos universidades (ORT y UMH). El despliegue del TBL fue evaluado utilizando una versión ampliada de una encuesta tomada como referencia del libro de Michaelsen et al. [16]. Los resultados obtenidos siguen de cerca la tendencia de los resultados reportados en ese libro, mostrando una valoración positiva en general por parte de los alumnos, aunque nuestros resultados han sido un poco menos positivos que los del libro.

Según nuestra experiencia, las principales lecciones aprendidas han sido las siguientes:

Respecto al **diseño del curso**:

- El conocimiento y la experiencia del instructor pueden ser un estorbo al diseñar preguntas de evaluación adecuadas. Los instructores deben tener cuidado de diseñar preguntas sencillas que sólo deben evaluar los niveles iniciales de recuerdo y comprensión de la taxonomía de Bloom. Por otra parte, los profesores deben fomentar y explicar el uso de las apelaciones durante el desarrollo del curso, ya que éstas permiten una nivelación natural que ayuda a mejorar el diseño de las preguntas de evaluación.
- Para mantener a los estudiantes ocupados durante los ejercicios de aplicación, se ha utilizado una combinación de preguntas de opción múltiple, juegos serios, y ejercicios de final abierto. Esto le ha dado a las clases la dinámica suficiente para motivar a los estudiantes a participar en este aspecto clave de la metodología.

En cuanto a la **implementación del curso**:

- Se debe fijar un límite en el peso de la calificación por pares de las tareas en la calificación final del curso, para evitar darle ventaja a los que no trabajan a la par que sus compañeros.
- Un juego serio para poner en evidencia esto, consiste en realizar una votación secreta interna en cada grupo sobre el final del semestre, donde cada integrante debe votar al compañero más esforzado, y al más vago. Los resultados de la votación sirven para poner en evidencia la conciencia del grupo, que percibe quiénes trabajan más y quiénes son un lastre para el equipo. Este juego, sirve tanto para reconocer y reforzar a los más esforzados, como de escarnio público para los que hayan ido colgados del trabajo de otros [4].
- La primera clase es de suma importancia para fijar las expectativas y calmar la ansiedad de los estudiantes. La formación de los grupos y la asignación de puntuaciones son las dos actividades más importantes de esta primera clase que tendrán una influencia en el resto del curso.

Por último, nuestra percepción como instructores TBL ha sido muy positiva y gratificante.

6. Reconocimientos

Este trabajo ha contado con una ayuda del Programa de Innovación Educativa Universitaria (PIEU) de la Universidad Miguel Hernández de Elche (España).

Los autores desean agradecer a los profesores de ORT y UMH, que han cooperado en el montaje de estos cursos basados en TBL, así como a todos los estudiantes que participaron en las encuestas.

Referencias

- [1] M. Awatramani y D. Rover, "Team-based learning course design and assessment in computer engineering," *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pp. 1–9, 2015.
- [2] L. Bass, P. Clements, and R. Kazman, *Software Architecture in Practice*, vol. 3rd. 2012.
- [3] T. Beaubouef and J. Mason, "Why the high attrition rate for computer science students," *ACM SIGCSE Bull.*, vol. 37, no. 2, p. 103, Jun. 2005.
- [4] A. Bia, R.P. Ñeco, "El Método "Software Factory": Acciones para realizar prácticas más realistas, usando herramientas Web de trabajo colaborativo, y trabajo a distancia," en *Actas de XVIII JENUI 2012*, Ciudad Real, ISBN: 978-84-615-7157-4, pp. 413-416, 2012.
- [5] B. S. Bloom, (ed.) *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*. New York; Toronto: Longmans, Green, 1956.
- [6] P. C. Blumenfeld, E. Soloway, R. W. Marx, J. S. Krajcik, M. Guzdial, y A. Palincsar, "Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning," en *Educational Psychologist*, 26(3&4), 369-398, 1991.
- [7] M. Cohn, *User Stories Applied: For Agile Software Development*, Addison Wesley Signature Series, vol. 1, no. 0. 2004.
- [8] C. Demetry, "An innovation merging classroom flip and team-based learning," in *2010 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2010, p. T1E-1–T1E-2.
- [9] A. Elnagar y M. Ali, "A modified team-based learning methodology for effective delivery of an introductory programming course," in *Proceedings of the 13th annual conference on Information technology education - SIGITE '12*, p. 177, 2012.
- [10] A. Elnagar y M. S. Ali, "Survey of Student Perceptions of a Modified Team Based Learning Approach on an Information Technology Course," in *2013 Palestinian International Conference on Information and Communication Technology*, 2013, pp. 22–27.
- [11] M. Fowler, "The new methodology," *Wuhan Univ. J. Nat. Sci.*, vol. 6, no. 1–2, pp. 12–24, 2001.
- [12] D. A. German, "Jump-starting team-based learning in the computer science classroom," en *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education - ITiCSE '13*, p. 323, 2013.
- [13] P. Lasserre, "Adaptation of team-based learning on a first term programming class," en *Proceedings of the 14th annual ACM SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education - ITiCSE '09*, p. 186, 2009.
- [14] P. Lasserre y C. Szostak, "Effects of team-based learning on a CS1 course," in *Proceedings of the 16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education - ITiCSE '11*, p. 133, 2011.
- [15] National Academy of Engineering, *Grand Challenges for Engineering*, pp. 56, U.S. National Academy of Engineering (NAE) by request of the U.S. National Science Foundation, 2008.⁷
- [16] L. Michaelsen, A. Bauman Knight, y L. Dee Fink, *Team-based learning: a transformative use of small groups in college teaching*. Sterling, VA: Stylus Pub, 2004.
- [17] R. M. O'Connell, "Adapting Team-Based Learning for Application in the Basic Electric Circuit Theory Sequence," *IEEE Trans. Educ.*, vol. 58, no. 2, pp. 90–97, May 2015.
- [18] K. G. Ricks, J. A. Richardson, H. P. Stern, R. P. Taylor, y R. A. Taylor, "An Engineering Learning Community To Promote Retention And Graduation Of At-Risk Engineering Students," *Am. J. Eng. Educ.*, vol. 5, no. 2, pp. 73–90, 2014.
- [19] J. R. Savery, "Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions," *Interdiscip. J. Probl. Learn.*, vol. 1, no. 1, pp. 9–20, 2006.
- [20] J. F. Strayer, "The Flipped Classroom: Turning the Traditional Classroom on its Head," *Knewton website*, 2011.⁸
- [21] B. M. Thompson, V. F. Schneider, P. Haidet, R. E. Levine, K. K. McMahon, L. C. Perkowski, y B. F. Richards, "Team-based learning at ten medical schools: two years later," *Med. Educ.*, vol. 41, no. 3, pp. 250–257, Mar. 2007.

⁷ <http://www.engineeringchallenges.org/File.aspx?id=11574&v=ba24e2ed>

⁸ <http://www.knewton.com/flipped-classroom/>