

Flipped Learning y herramientas tecnológicas en Estadística del grado de Biología

Carmen Juan-Llamas¹

Recibido: Septiembre 2021 / Evaluado: Enero 2022 / Aceptado: Febrero 2022

Resumen. La incursión de nuevos procesos de enseñanza-aprendizaje más activos en las aulas universitarias ha potenciado el desarrollo de modalidades pedagógicas alternativas a las tradicionales. Esta investigación describe una de ellas, la metodología *Flipped Learning*, implementada en la asignatura de Estadística e impartida a 223 estudiantes matriculados en el Grado de Biología.

Su objetivo es comprobar si su uso mejora los resultados cuantitativos y cualitativos del alumnado y la eficiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje desde el punto de vista docente. Para el análisis cualitativo se ha utilizado el cuestionario de satisfacción final del uso de esta metodología (Díaz-Garrido et al., 2017), y para el análisis cuantitativo se tuvieron en cuenta las calificaciones obtenidas en el examen, realizando diversos contrastes de hipótesis para la comparación de medias a través de la prueba t de *Student* para muestras independientes.

Los resultados demostraron que las puntuaciones medias de los 160 estudiantes que participaron en la experiencia o grupo experimental fueron 2.30 puntos superiores a las de los 63 que no participaron y formaron parte del grupo de control, y 1.38 puntos superiores a las de un grupo de similares características del curso anterior 18/19. Por tanto, se concluye que el uso del binomio *Flipped Learning* y herramientas tecnológicas produce beneficios cualitativos y cuantitativos en el rendimiento académico de los estudiantes, así como una mejoría de la dinámica de la clase y un aumento de la motivación y de la participación del alumnado, además de un impacto positivo en la labor del docente y en la relación profesor-alumno.

Palabras clave: innovación educativa; educación superior; aprendizaje semipresencial; *flipped learning*; estadística.

[en] *Flipped Learning* and technological tools in Statistics for Biology

Abstract. New other alternative approaches than traditional pedagogical methods have been enhanced following the emergence of new, more active teaching-learning processes in higher education. This research focuses on *Flipped Learning* method, one of the most important of these new approaches, used in a Statistics course for Biology with 223 students enrolled.

The main objective was to determine whether FL improves students quantitative and/or qualitative learning outcomes as well as teaching performance. For quantitative analysis final grades obtained were statistically analyzed through hypothesis contrast for mean comparison using Student t test for independent samples; for qualitative analysis a validated *Flipped Learning* satisfaction questionnaire was used (Díaz-Garrido et al., 2017).

The results showed mean scores for the experimental group (consisting of 160 students who participated in the experience) 2.30 points (out of 10) higher than those for the control group (with 63 students who were taught traditional classes), and 1.38 higher than those for a similar group of the 2018/19 academic year. It may therefore be concluded that the use of *Flipped Learning* with technological tools support led to quantitative and qualitative benefits in students' performance, as well as to wide improvements in class dynamics and students' motivation and participation, in addition to positive effects on teaching activity and teacher-student's relations.

Keywords: educational innovation; higher education; blended learning; *flipped learning*; statistics.

Sumario. 1. Introducción. 2. Metodología. 3. Resultados. 4. Discusión y conclusiones. 5. Referencias bibliográficas.

Cómo citar: Juan-Llamas, C. (2023). *Flipped Learning* y herramientas tecnológicas en Estadística del grado de Biología. *Revista Complutense de Educación*, 34(2), 291-300.

1. Introducción

La educación está cambiando y es una evidencia que las necesidades de los estudiantes de hoy en día son muy diferentes a las de los de hace una década. En la actualidad, el modelo clásico de una clase magistral no cumple con las expectativas para que el alumnado obtenga los resultados esperados en la adquisición de competencias (Domínguez et al., 2013; Thoms, 2011). Por este motivo, se hace indispensable la implementación de modelos constructivistas centrados en un aprendizaje más activo del alumnado (González y Huerta, 2019).

¹ Universidad Complutense de Madrid (España)
E-mail: carmen.juan@ucm.es
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4690-6863>

En el contexto universitario, Hernández en 2002 argumentó la existencia de dos enfoques de enseñanza: la cuantitativa, en la que el docente comunica fluidamente los conocimientos como experto en la materia; y la cualitativa, que convierte al profesor, no sólo en transmisor de contenidos sino en un mediador que ayuda al estudiante a construir activamente estos conocimientos. Por otro lado, Romero et al. (2013) distinguieron dos tipos de procesos de aprendizaje: el superficial (*surface*), en el que el alumnado estudia lo necesario para reconocer, reproducir la materia y superar la evaluación; y el profundo (*deep*), en el que comprende el significado de la materia, reflexiona, cuestiona lo que lee y busca relaciones entre los conceptos. El modo en que el profesor conceptualice su enseñanza en el aula determina la forma en que el estudiante adopta uno de los dos enfoques (Hernández, 2002; Monteagudo et al., 2017).

La incursión de nuevas metodologías educativas que promueven el aprendizaje activo en las instituciones educativas sigue siendo todavía una realidad emergente en la universidad, que se está llevando a cabo de manera gradual. Universidades españolas (Monteagudo et al., 2017; Prieto, 2017; Serrano y Casanova, 2018) e internacionales (Chaiyo y Nokham, 2017; González y Huerta, 2019; Wash, 2014) están poniendo en práctica numerosos proyectos de innovación educativa con el fin de superar los enfoques pedagógicos tradicionales y conseguir una enseñanza de calidad, uno de los objetivos fundamentales del sistema educativo actual (Álvarez et al., 2011). En este sentido, apostar por metodologías más activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje (como *Flipped Classroom* o Aprendizaje Basado en Problemas, entre otras) y por herramientas TIC, puede ayudar a alcanzar esta concepción cualitativa del proceso de enseñanza-aprendizaje que buscamos (Artal et al., 2017). En la actualidad, herramientas como foros académicos en *Facebook* o *Twitter*; docencia virtual, vídeos explicativos, *Moodle*, videoconferencias, tutorías electrónicas, etc., están presentes en nuestras aulas y facilitan la realización de las tareas mejorando la relación profesor-alumno, además del proceso de evaluación (Serrano y Casanova, 2018).

Asimismo, la emergencia del uso de tecnología en la educación universitaria puede mitigar problemas en la gestión del aula y son muchos los autores que manifiestan el potencial de los recursos tecnológicos en el proceso educativo (Balta et al., 2018; Blasco-Arcas et al., 2013; Serrano y Casanova, 2018), cubriendo las necesidades de los estudiantes de hoy, los jóvenes nativos digitales (Wash, 2014), ya que es el entorno en el que se desenvuelven cotidianamente (Marín-Díaz et al., 2019). Dar la espalda a estos cambios tecnológicos podría derivar en una desconexión con la dinámica de aprendizaje del alumnado actual (Monteagudo et al., 2017).

Se concluye, por tanto, que en la educación superior está surgiendo un nuevo enfoque metodológico más centrado en el aprendizaje que en la enseñanza y en el uso de tecnología para promover experiencias de aprendizaje interactivo, y que, además de aumentar la motivación y participación de los estudiantes en las tareas (Hew et al., 2016), produce una mejoría significativa en términos de rendimiento académico en comparación con el enfoque tradicional (Domínguez et al., 2013; González y Huerta, 2019; Serrano y Casanova, 2018; Thoms, 2011, entre otros). Los docentes del siglo XXI necesitan combinar ambos métodos, introduciendo en el aula nuevas técnicas y metodologías innovadoras que capten la atención del alumnado y conecten los conocimientos impartidos con su vida diaria. El uso adecuado de las TIC, así como de otros elementos que mejoren su motivación hacia el aprendizaje, pueden ser grandes aliados de las nuevas generaciones.

1.1. *Flipped Learning* como herramienta

Los estudiantes actuales aprenden y se comunican de manera diferente, por lo que no se puede seguir enseñando de una manera tradicional, en la que el protagonista es el profesor; es necesario emplear modelos más innovadores que convierten a los docentes en facilitadores que cubran sus necesidades (Reyes-González, 2020). Esto ocurre en el modelo de clase invertida, o *Flipped Classroom* en inglés, pudiendo ser una buena opción para afrontar el proceso de enseñanza-aprendizaje universitario actual (Román, 2021). Esta metodología forma parte del *blended learning*, modelo de aprendizaje que combina elementos de *e-learning* con el aprendizaje presencial, y brinda mayor autonomía a los estudiantes (Bergmann y Sams, 2012; Prieto, 2017). Zhang et al. (2018) apuestan por este tipo de metodologías que combinan virtualidad con presencialidad, asegurando que es el enfoque pedagógico completo.

La metodología *Flipped Classroom* es un proceso de enseñanza-aprendizaje en que el estudiante es responsable de preparar los contenidos realizados por el docente, y posteriormente éste le ayuda a integrar los conocimientos adquiridos, aclarando sus dudas, relacionando, comparando y reforzando los conceptos en el aula y, finalmente, realizando ejercicios prácticos que coadyuvan al aprendizaje significativo del alumnado (González y Huerta, 2019).

Este tipo de metodologías de fomento y comprobación del estudio previo, que pretenden que el alumnado estudie la teoría fuera de la clase para utilizar el tiempo del aula para practicar e interactuar con los estudiantes, ya existía en los años 80 y 90 del siglo XX (Prieto et al., 2018). Desde la aparición del *Flipped Classroom* en una asignatura de química de un instituto norteamericano (Bergmann y Sams, 2008), son muchas las experiencias llevadas a cabo. Recientemente, la metodología *Flipped Classroom* se ha extendido como una opción para que el estudiante desarrolle habilidades de autoaprendizaje, y son varios los autores que han demostrado sus beneficios (Del Pino et al., 2016; González y Huerta, 2019; Perdomo, 2016; Prieto et al.,

2018; Tourón y Santiago, 2015, entre otros). Estos enfoques se han realizado principalmente en EEUU, China, España y América latina, en asignaturas como matemáticas, ciencias de la salud y derecho, entre otras, lo que evidencia su posibilidad de extrapolación a distintas áreas de conocimiento (González y Huerta, 2019).

Sin embargo, hay autores como Madrid et al. (2018) y Domínguez et al. (2017) que señalan los inconvenientes de esta metodología, ya que su éxito depende en gran medida del nivel de compromiso del estudiantado, además de la selección adecuada de los contenidos que el docente pone a su disposición. Li y Daher (2016) y McLean et al. (2016) confirman que se necesitan estudiantes más comprometidos, ya que este tipo de metodologías exige una mayor carga de trabajo que las clases tradicionales. De hecho, autores referentes en esta metodología, como Bergmann y Sams (2015) y Prieto (2017), proponen combinar este método de enseñanza-aprendizaje con el análisis de las respuestas de los estudiantes. La implementación de *Flipped Classroom* posiblemente fracase, total o parcialmente, si asumimos el estudio previo del alumnado sin comprobarlo. Por ello, Bergmann y Sams (2015) y Prieto (2017) aconsejan un modelo *Flipped Classroom* más evolucionado, en el que el profesor haga reflexionar a sus estudiantes antes de clase sobre lo que no comprenden y proporcionarles un cauce para transmitirle esa información sobre sus dudas urgentes y dificultades de aprendizaje, que se llama *Flipped Learning* (Rodríguez, 2021). Según Serrano y Casanova (2018), este enfoque más activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje consigue resultados satisfactorios, ya que fomenta la interacción profesor-alumno e intenta dar una atención personalizada que mejora el ambiente de trabajo, la actitud y la participación más interesada y activa de los estudiantes en el aula, además de su rendimiento académico, logrando que estos aprendan contenidos a un nivel más profundo y mejorando así la calidad de la enseñanza. A este análisis por parte del docente, en el que rediseña los materiales y las actividades de las clases en función de los intereses, necesidades y dificultades de los estudiantes en base a sus respuestas, se denomina “justo a tiempo” o “*just in time teaching*” (JiTT); y responder a la duda urgente de todos los estudiantes por correo electrónico se denomina “método aprendizaje inverso fuerte” o “*flipped learning forte*” (Prieto et al., 2018). Todos estos modelos pedagógicos buscan que el estudiante asuma un rol más participativo de su propio aprendizaje y, para incentivar su esfuerzo y estudio previo Chou (2015) y Markzewski (2013) también proponen la incorporación de un sistema de pequeñas bonificaciones en su calificación.

En esta misma línea, y con la idea de fomentar un trabajo más continuado del alumnado, varios autores consideran como adecuada la realización de cuestionarios a través de herramientas tecnológicas como método de enseñanza interactivo: Filipović et al. (2015) utilizan *Socrative*; Blasco et al. (2018) apuestan por *Mentimeter*; Wang (2015) y Wang et al. (2016) usan *Kahoot*; Kouninef et al. (2015) emplean códigos QR, entre otros. Todos estos autores, citados en Serrano y Casanova (2018), coinciden en la notable mejoría de la satisfacción y de la motivación de los estudiantes en la asignatura a través de la participación en estas actividades.

Por todo lo expuesto, este artículo desea constatar los beneficios que ofrece el binomio tecnología y enfoque *Flipped Learning*. Son muchos los autores que confirman que el uso de este tipo de metodologías más activas de enseñanza-aprendizaje junto con herramientas TIC conlleva una mejoría cualitativa y cuantitativa de los conocimientos adquiridos por los estudiantes, además de un impacto positivo en la labor del docente y en la relación profesor-alumno.

2. Metodología

En este proyecto se ha empleado la metodología *Flipped Learning* en la primera mitad de la asignatura de “Estadística aplicada a la Biología” del grado de Biología. La idea era seguir con esta experiencia durante todo el cuatrimestre y en toda la asignatura, si bien la situación de confinamiento provocada por la COVID-19, a partir del 11 de marzo de 2020, hizo que tuviéramos que anular este proyecto de cara a la segunda mitad de la asignatura.

2.1. Objetivos

Como objetivos de esta investigación se proponen:

- Con respecto al estudiante:
 1. Mejorar su comprensión conceptual, a través de la utilización de técnicas de indagación y reflexión.
 2. Facilitar el trabajo continuado de los contenidos de la asignatura a través de técnicas de enseñanza-aprendizaje más atractivas que los métodos tradicionales.
 3. Llegar a los estudiantes que necesiten más atención, personalización, motivación y estímulo para lograr sus objetivos con éxito.
 4. Aumentar su compromiso, motivación y aprendizaje, a través del uso de herramientas tecnológicas.
 5. Influir en su desempeño del examen, que derive en la obtención de mejores resultados académicos.

- Y como objetivo enfocado al docente, se pretende lograr una intervención más activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiantado, además de una mejoraría de la dinámica de la clase y de la práctica docente.

2.2. Participantes

Este proyecto es una experiencia piloto de la metodología *Flipped Learning*, realizada y puesta en práctica por cuatro profesores de Estadística, materia que se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso del Grado de Biología en la Universidad Complutense de Madrid.

Para ello, se han analizado los hábitos de estudio y los resultados académicos de 223 estudiantes, 94 chicos y 129 chicas, con un promedio de edad de 18.76 ± 0.96 años, matriculados en cuatro de los cinco grupos de la asignatura del curso académico 19/20. Esta muestra se divide en 160 estudiantes que participaron en la experiencia, que conformaron el grupo experimental (tres de los cinco grupos) y 63 que no participaron y que formaron parte del grupo de control (uno de los cinco grupos). Por lo tanto, el 71.75% de los estudiantes de los 4 grupos han participado en la experiencia *Flipped Learning*, completando los cuestionarios previos a las clases y haciendo las pruebas online pertinentes, además del cuestionario de satisfacción final y del examen. El resto de los estudiantes, los que conformaron el grupo de control, siguieron la metodología utilizada en cursos anteriores de enseñanza tradicional, basada fundamentalmente en clases magistrales, realizando directamente el examen. Por supuesto, el programa y los contenidos han sido idénticos en ambos grupos.

2.3. Instrumentos

Las herramientas utilizadas para la aplicación de esta metodología fueron:

- El Campus Virtual de la plataforma Moodle 3.4, para colgar instrucciones acerca de la metodología, el material de estudio, las fichas de trabajo, y los enlaces a los vídeos de cada tema y las pruebas online.
- El correo electrónico, con el objeto de comunicarnos con los estudiantes, enviar los enlaces al cuestionario de Prieto et al. (2018) y a la encuesta de Díaz-Garrido et al. (2017), y para el *feedback* entre profesores-alumnos y profesores-profesores.
- La herramienta *Google Forms*, con la que se han creado los cuestionarios de Prieto et al. (2018) y la encuesta final de Díaz-Garrido et al. (2017).

Como materiales imprescindibles se han empleado, el cuestionario implementado a partir del propuesto por Prieto et al. (2018) y la encuesta final de Díaz-Garrido et al. (2017). El cuestionario elaborado a partir del guion de Prieto et al. (2018), que sirve para la medición de la reacción del alumnado a los materiales preparados por los docentes y a éstos para valorar el trabajo autónomo de los estudiantes, consta de 11 ítems de respuesta abierta (Figura 1) que fuerzan al estudiante a reflexionar sobre lo que ha comprendido y lo que no. El cuestionario más minimalista en educación superior debe contener ítems que identifiquen al sujeto, ítems para saber lo que ha comprendido y lo que no ha conseguido comprender, e ítems para conocer el tiempo de trabajo que ha invertido en leer materiales, ver vídeos y responder al cuestionario (Prieto et al., 2018). La encuesta final (Díaz-Garrido et al., 2017), que mide la satisfacción del alumnado hacia el uso de la metodología *Flipped Learning*, consta de 6 ítems que sirven para saber el grado que los estudiantes piensan que han alcanzado en las competencias definidas para la asignatura. Para valorar su motivación, éstos debían valorar su grado de acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones planteadas en una escala de 1 a 10 puntos. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

Flipped Classroom en Estadística
Tema 1

Apellidos y nombre:
Tu respuesta

Letra del grupo al que perteneces:
Tu respuesta

Califica la dificultad que has encontrado al estudiar el tema en una escala de 1 a 5

	1	2	3	4	5	
Muy fácil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy difícil

Resume lo más importante del tema
Tu respuesta

¿Cuál te parece la idea más importante o interesante que has aprendido en este tema? ¿Por qué?
Tu respuesta

Describe que es lo que te ha resultado más difícil de entender, señalando qué parte en concreto es la que no has entendido o te parece que no ha quedado suficientemente clara
Tu respuesta

Imaginate que el próximo día de clase fuéramos a hacer un examen del tema en la segunda mitad de la clase. ¿Cuál sería la duda que preguntarías al profesor en la primera media hora de clase, antes del examen?
Tu respuesta

Si quisieras comprobar si algún compañer@ ha comprendido el tema, ¿qué pregunta/s le harías?
Tu respuesta

¿Has encontrado otro tipo de materiales que puedan ayudar a tus compañeros? Si es así, escribe cuáles para compartírtos con tus compañeros de clase
Tu respuesta

Señala, en una escala de 1 a 5, cuánto te han servido los materiales para prepararte el tema

	1	2	3	4	5	
Nada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mucho

¿Cuánto tiempo has dedicado a preparar los materiales de este tema?

- Menos de 30 min
- De 30 a 60 min
- De 60 a 90 min
- De 90 a 120 min
- De 120 a 150 min
- De 150 a 240 min
- De 240 a 360 min
- Más de 360 min

Figura 1. Cuestionario de reacción a los materiales. Implementado a partir del guion propuesto por Prieto et al. (2018). Fuente: Elaboración Propia

Para el análisis estadístico de los resultados académicos obtenidos por los 223 estudiantes, se ha utilizado *Statgraphics Centurion XVIII*. Con esta herramienta se ha realizado el análisis descriptivo de las variables, además de efectuar los cálculos de los estadísticos de la *t de Student* en los contrastes de hipótesis para la comparación de medias entre muestras independientes, planteados en este estudio.

2.4. Procedimiento de recogida y análisis de datos

Esta asignatura está formada por 12 temas, y la metodología *Flipped Learning* se ha llevado a la práctica en los siete primeros, que son los temas de la primera mitad de la asignatura. En la primera clase se explicó el proyecto a los estudiantes, transmitiendo los objetivos y el procedimiento a seguir. Asimismo, se les indicó que se iba a incentivar su participación con pequeñas bonificaciones en la calificación de aquellos que demostraran una comprensión más profunda del tema en los cuestionarios online. A través de la sección de “Avisos” de Moodle 3.4, que envía la información directamente a los correos electrónicos institucionales los estudiantes, recibían indicaciones precisas sobre lo que deben hacer para preparar la materia antes de la clase presencial y se les instaba a rellenar el cuestionario con una fecha límite de envío previa a la sesión (Prieto et al., 2018).

Para dicha preparación, los estudiantes disponían de material explicativo en el Campus Virtual. Su lectura debía ser profunda, ya que tenían que intentar comprender la teoría y reflexionar sobre ella, para pasar a rellenar el cuestionario de Prieto et al. (2018) a través de la herramienta *Google Forms*. Posteriormente, el docente utilizaba estas respuestas para hacer un seguimiento del trabajo autónomo del estudiante, recibiendo la información que usaba para conocer y aclarar sus dudas en clase. Además, algún grupo participante realizó pruebas online con contenidos similares a los de las fichas de trabajo de cara a la preparación del examen, si bien se decidió que fueran voluntarias por la sobrecarga de trabajo que conllevaban y su realización también influía de manera positiva en la calificación. Al finalizar la metodología *Flipped*, los estudiantes recibieron otro “Aviso” a su correo desde el Campus Virtual, con un enlace a la encuesta de Díaz-Garrido et al. (2017), que realizaron con la herramienta *Google Forms* y completaron de forma anónima. Se obtuvieron 59 respuestas válidas.

Una vez impartido el temario correspondiente y realizados los cuestionarios pertinentes, el alumnado realizó su examen. Para saber si se ha realizado una mejora cualitativa, se ha realizado un análisis de las respuestas obtenidas en el cuestionario de satisfacción final de Díaz-Garrido et al. (2017); y para saber si se han mejorado las calificaciones en términos cuantitativos, se ha realizado un análisis de las calificaciones obtenidas en el examen, haciendo una comparativa entre los resultados del grupo experimental y del grupo de control, y de estos grupos con grupos de similares características de 18/19 (mismos grupos y profesores, además de un examen de dificultad similar). Para esta última parte se creó una tabla en *Statgraphics Centurion XVIII* con las notas de los exámenes. Antes de la realización de dichos contrastes y mediante la aplicación de las pruebas de

la normalidad, se comprobó que las variables seguían una distribución normal. Posteriormente se realizaron tres comparaciones de medias, una del grupo experimental con el grupo de control, otra del grupo experimental con un grupo de características similares de 18/19 y una tercera del grupo de control con otro de 18/19, todas ellas con el estadístico *t* de *Student*, no sin antes verificar la igualdad de las varianzas en ambos casos ($F=0.86$, $p=0.46$; $F=1.03$, $p=0.86$; $F=1.36$, $p=0.25$). En cada contraste de hipótesis para la comparación de dos medias con varianzas desconocidas pero iguales, la hipótesis de trabajo sería que los resultados obtenidos por el primer grupo son significativamente mejores que los del segundo. Por tanto, si $p < .05$, se concluiría que hay mejoras significativas, en favor del primer grupo y, por el contrario, si $p > .05$, no existiría este aumento significativo de los resultados y habría que aceptar la hipótesis nula, concluyendo que el alumnado no habría obtenido la mejoría pretendida con el uso de *Flipped Learning*.

3. Resultados

Para la valoración cualitativa de la metodología empleada se utilizaron las opiniones de los estudiantes, recogidas en la encuesta de satisfacción final de Díaz-Garrido et al. (2017), y para la valoración cuantitativa se utilizaron las calificaciones obtenidas en el examen.

Con respecto al análisis cualitativo, los comentarios más positivos acerca del uso de *Flipped Learning* fueron: “me gusta porque permite practicar más ejercicios en clase y puedes resolver las dudas”, “es más fácil implicarse en la realización de los ejercicios porque sabes la teoría; ahora los tienes que pensar y no solo copiar su resolución”, “me ha parecido fácil seguir estos temas y me ha gustado mucho cómo se han impartido”, “es un buen método para que nos obliguemos a trabajar los contenidos en casa”, “te obliga a llevar el temario al día que, de otra forma, podrías ir dejándolo para el final; al hacer los cuestionarios y en clase sólo hacer ejercicios, necesitas tener una base previa”... Otros comentarios de los estudiantes a los que les ha gustado la metodología, pero que perciben como indispensables las clases presenciales: “el hecho de ir a clase habiendo leído las presentaciones y dedicarlas a hacer ejercicios ayuda a consolidar su realización”, “el método te obliga a llevar el temario al día, pero sin la ayuda de las clases no se habrían entendido igual los conceptos, tanto las diapositivas como las clases son necesarias”, “me da una base para no ir tan perdida, aunque me siguen quedando más claros los conceptos en clase”, “lo que me ha servido para entender bien los temas es el repaso que se hacía en la pizarra, exponiendo brevemente lo más importante y con más ejercicios tipo”... Como el propio alumnado indica, las clases presenciales son necesarias, y por este motivo no se consideró que las clases virtuales impartidas durante el confinamiento pudieran sustituir a las clases presenciales en el aula.

Sin embargo, entre las opiniones de los participantes se encuentran tres valoraciones negativas que hicieron disminuir drásticamente estas puntuaciones y cuyos comentarios son: “esta metodología quita autonomía al alumno”, “pienso que este método ha sido un poco complicado, sobre todo al ser una asignatura más práctica que teórica” y “en mi opinión es muy importante que el profesor explique los contenidos en clase”.

Las valoraciones obtenidas en los ítems de este cuestionario se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Puntuaciones del cuestionario de satisfacción acerca del uso de *Flipped* en el aula (Díaz-Garrido et al., 2017)

Ítems	Puntuación media (1-10)	Desviación Típica
Me ha permitido desarrollar capacidades diferentes a las clases tradicionales	7.19	2.01
Me ha permitido ser más autónomo en mi aprendizaje	7.96	1.94
Me ha ayudado a relacionar los conceptos tratados	6.93	2.37
Me ha servido para estimular el aprendizaje de las cuestiones tratadas	6.86	2.21
Me ha parecido muy motivadora	6.17	2.48
Estoy satisfecho/a con la metodología desarrollada en la asignatura	7.65	2.30

Los estudiantes que han contestado a la encuesta han valorado más positivamente los ítems “La metodología desarrollada me ha permitido ser más autónomo en mi aprendizaje” y “En general, estoy satisfecho/a con la metodología desarrollada en la asignatura” y el aspecto valorado como más negativo es “La metodología desarrollada me ha parecido muy motivadora”.

A continuación, presentamos tres comparativas: las calificaciones del examen del grupo experimental con las del grupo de control y otras dos, del grupo experimental con un grupo de similares características de 18/19, denominado grupo E (mismo número de clases, mismas aulas y mismos profesores), y del grupo de control de 19/20 con uno similar en 18/19 (Grupo C), con el fin de tener una vista longitudinal de los resultados académicos:

Tabla 2. Medidas obtenidas con *Stagraphics Centurion XVIII* a partir de las calificaciones del examen

Columnas de la tabla	n	Media	Desviación Típica	t	p	d de Cohen	IC _{95%} para la diferencia de media
<i>Grupo Experimental</i>	163	7.20	2.26	6.38	5.18E-10***	1.5	[1.59; 3.01]
<i>Grupo de Control</i>	60	4.90	2.44				
<i>Grupo Experimental</i>	163	7.20	2.26	5.86	8.54E-8***	.95	[.92; 1.85]
<i>Grupo E (18/19)</i>	202	5.82	2.23				
<i>Grupo de Control</i>	60	4.90	2.44	-.28	.61	.2	[-.94; .71]
<i>Grupo C (18/19)</i>	64	5.02	2.10				

Fuente: Elaboración propia

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Como se puede observar en la Tabla 2, la nota media de los estudiantes que han participado y usado esta metodología es 7.20 ± 2.26 (Media \pm DT), mientras que la de los estudiantes que no han participado es de 4.90 ± 2.44 , por lo que la media es 2.30 puntos superior en el grupo experimental, con respecto al grupo de control. Además, si comparamos el grupo E (18/19) con el grupo experimental del curso académico 19/20 también se advierte una media 1.38 puntos superior en el curso que se utilizó la metodología.

Por otro lado, en el examen del año 18/19, la nota media de los estudiantes del grupo E fue de 5.82 ± 2.23 y de los del grupo C fue de 5.02 ± 2.10 ; y si comparamos el grupo C con el grupo de control, se obtiene una media 0.12 puntos inferior en el curso 19/20, por lo que observamos que en estas dos últimas comparativas los resultados son poco significativos. Todo ello se corrobora con los tamaños del efecto que aparecen en esta misma tabla, debido a que, en las dos primeras comparativas, el tamaño de efecto es grande, ya que supera el .8, no siendo así en la última comparativa cuyo tamaño del efecto es pequeño ($d = .2$). Además, se puede observar que los dos primeros intervalos de confianza no incluyen el cero, por lo que, con una confianza del 95%, la diferencia de medias en el primer intervalo y en el segundo es positiva, no siendo así en el tercer intervalo.

Por último, los resultados de la prueba *t* de Student para la diferencia de medias de dos muestras independientes (Tabla 2) indican que sí hay diferencias muy significativas en la primera y la segunda comparativa ($p = 5.18E-10 < .001$ y $p = 8.54E-8 < .001$), si bien en la tercera los datos están muy lejos de la significación ($p = .61 > .05$). Por tanto, los estudiantes que utilizaron la metodología *Flipped Learning* sí obtuvieron resultados académicos significativamente mejores que aquellos que no lo utilizaron.

4. Discusión y conclusiones

La incorporación de nuevas metodologías activas de enseñanza-aprendizaje basadas en la innovación tecnológico-pedagógica hace más atractiva la educación en el ámbito universitario. Numerosas investigaciones demuestran los beneficios de *Flipped* en el aula (Díaz-Garrido et al., 2017; Monteagudo et al., 2017; Sola et al., 2019, etc.); varias apoyan la existencia de una correlación positiva significativa entre el uso de herramientas TIC y la mejora de la actitud del estudiantado ante el proceso de enseñanza-aprendizaje (Balta et al., 2018; Pettit et al., 2015; Stowell, 2015), y son muchas las que valoran positivamente la combinación de herramientas TIC y enfoque *Flipped* (Artal et al., 2017; Del Pino et al., 2016; Prieto et al., 2018; Serrano y Casanova, 2018, entre otros). El presente artículo corrobora todas estas conclusiones con las valoraciones de la Tabla 1, que demuestran que los estudiantes sí percibieron la utilidad de esta metodología como una herramienta que mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje, y con los resultados obtenidos en la Tabla 2, que confirman que estos beneficios se reflejan en sus calificaciones de forma muy significativa.

Por otro lado, se consideran alcanzados todos los objetivos marcados en la metodología. El primer objetivo, que es mejorar la comprensión conceptual del alumnado con técnicas de indagación y reflexión, el docente ha observado una mayor interacción de los estudiantes en las clases, además de un trabajo más continuado y una mejor comprensión, ya que, en la adaptación del cuestionario de Prieto et al. (2018), formulaban preguntas en las que se percibía una preparación previa y un interés por integrar sus dudas a los conocimientos ya adquiridos, realizando cuestiones más elaboradas a las planteadas en años anteriores, en los que la teoría se presentaba ante ellos por primera vez.

Asimismo, dicha metodología ha facilitado el trabajo continuado con técnicas más atractivas que los métodos tradicionales, que es el segundo objetivo. Sin embargo, se debe recordar que, en este tipo de enfoques, es necesario que el estudiante adopte una mayor implicación, ya que debe adquirir habilidades de trabajo autónomo y aprender a autogestionar su tiempo (González y Huerta, 2019). Para facilitar esta mayor carga de trabajo y aumentar el número de estudiantes comprometidos (Li y Daher, 2016; McLean et al., 2016), los materiales empleados siempre están a su disposición, pudiendo acceder a ellos y aprender en cualquier lugar y a cualquier hora (Artal et al., 2017).

El tercer objetivo, que consiste en llegar a los estudiantes con más necesidades para lograr sus objetivos, también se considera alcanzado, y esto se corrobora por comentarios, como el de un alumno repetidor, que comenta “el año pasado se dedicaba mucho tiempo a la teoría, pero este año las clases se destinan a resolver ejercicios a la vez que se va explicando la teoría que aparece en ellos, por lo que noto que sé mucha más estadística”. Por otro lado, como el alumnado tiene acceso a toda la información en cualquier momento, se produce un ambiente de trabajo más flexible, en el que se atiende a los distintos ritmos de aprendizaje. Otro punto que facilita el cumplimiento de este objetivo es que el alumnado tiene la opción de pedir tutorías virtuales o utilizar el correo electrónico para preguntar sus dudas (Artal et al., 2017; Prieto et al., 2018).

Con respecto al uso de herramientas tecnológicas para aumentar el compromiso, la motivación y el aprendizaje del alumnado del cuarto objetivo, se valoró el uso de la herramienta *Socrative* (Balta et al., 2018; Wash, 2014) para la realización de pruebas online, si bien el equipo docente decidió finalmente que no era necesario ya que Moodle 3.4 ofrecía las prestaciones necesarias, siendo todos los docentes participantes conocedores de esta plataforma y no de la herramienta *Socrative*. Asimismo, se decidió que la realización de pruebas online era voluntaria y cada profesor realizó esta parte a su conveniencia, debido a que la carga de trabajo autónomo pudiera llegar a ser excesiva para el estudiante. Por este motivo, se decidió que el estudiante decidiera si los realizaba; los haría desde casa y con varios intentos para que pudieran aprender corrigiendo sus errores. Además, se tuvo en cuenta la realización de estas actividades extra, incentivando su esfuerzo en sus calificaciones (Chou, 2015; Markzewski, 2013). Este mismo sistema de recompensas se utilizó para aquellos estudiantes que rellenaran el cuestionario de Prieto et al. (2018), formado por una serie de preguntas reflexivas cuyas respuestas daban la información necesaria para replantear las clases presenciales. Por tanto, el uso de herramientas TIC junto con la metodología *Flipped* sí logró una mayor participación de los estudiantes, que influyó de manera positiva en la dinámica de la clase y en un proceso de enseñanza-aprendizaje más activo, observando una mayor implicación y motivación por parte del alumnado, por lo que se considera cumplido el cuarto de los objetivos (Artal et al., 2017; Del Pino et al., 2016; Prieto et al., 2018; Serrano y Casanova, 2018).

El último objetivo, influir en su desempeño del examen que derive en la obtención de mejores resultados académicos, se ha conseguido sobradamente. Las calificaciones del examen de los alumnos participantes en la metodología *Flipped Learning* son 2.30 puntos superiores a las de los que no han participado (Tabla 2) y, si hacemos una comparativa del grupo experimental y el grupo E de 18/19 de similares características, la calificación media es 1.38 puntos superior, por lo que se confirman los beneficios de este tipo de metodologías activas de enseñanza-aprendizaje dentro del aula.

González y Huerta (2019) señalan que la implementación de esta metodología sí incidió positivamente en las calificaciones de los estudiantes, ya que se aumentó en un 5.5% el promedio grupal con respecto al curso anterior, en el que no se aplicó dicho enfoque. En nuestro estudio, este aumento fue del 13.8% por lo que, como se puede observar, nuestra mejoría cuantitativa es más significativa que la de González y Huerta (2019), pudiendo deberse a que la media de la que parten sus estudiantes del curso anterior es superior a ocho, siendo la nota media del alumnado de los grupos de 18/19 de este estudio inferior a seis.

Por otro lado, Del Pino et al. (2016) demostraron que, en los últimos tres cursos académicos el porcentaje de estudiantes que aprueba la asignatura ha subido del 57.25% al 82.70%, y que la nota media final de 5.32 ± 1.56 a 6.74 ± 1.59 . En nuestro estudio, haciendo una comparativa del grupo E con el grupo experimental, el número de aprobados ha pasado del 64.85% al 82.82%, y la nota media del examen de 5.82 ± 2.23 a 7.20 ± 2.26 .

Asimismo, los docentes han valorado muy positivamente la influencia de la intervención realizada, ya que con el estudio previo no se ha necesitado explicar algunos de los apartados en la clase presencial, unas breves pinceladas del tema, haciendo hincapié en las dudas que nos habían planteado en los cuestionarios, bastaban para que los estudiantes siguieran el hilo de la clase sin problema. Los profesores participantes consideramos esta metodología muy beneficiosa para los estudiantes, a pesar del aumento de la carga de trabajo que ha supuesto, y los resultados académicos de la Tabla 2 así lo corroboran. El docente cuenta con más tiempo en clase para atender las necesidades diferenciadas del alumnado y éstos se involucran en la asignatura de una manera más participativa, interesada y activa. Como aspecto negativo, cabe señalar que varios estudiantes percibían como una carga de trabajo excesiva la realización del cuestionario de Prieto et al. (2018), asegurando que habían dedicado entre una y dos horas al estudio previo y a la cumplimentación del cuestionario, un tiempo que los docentes sí consideramos razonable.

Sin embargo, se considera escasa la participación del estudiantado en la encuesta de Díaz-Garrido et al. (2017), completada por tan sólo el 36.2% (Tabla 1). Quizás esta intervención estuvo influenciada por la COVID-19, debido a que en un principio no se pudo valorar correctamente la magnitud de dicha situación. El alumnado realizó su primer examen a principios de marzo y el día 11 de este mismo mes empezó el confinamiento. Sin embargo, unos 15 días después, cuando se empezó a intuir que no se volvería a la actividad normal en las aulas, los profesores consideramos cerrar esta investigación, quedando interrumpida en la mitad del cuatrimestre. En ese mismo momento se instó a los estudiantes a rellenar el cuestionario de satisfacción final. Si bien, cabe señalar que el uso de esta metodología durante la primera parte de la materia hizo más fácil la transición a una situación de confinamiento debido a que nuestros estudiantes ya estaban acostumbrados a trabajar la teoría de forma más autónoma.

Una limitación de este estudio pudiera ser que los docentes y los investigadores somos las mismas personas. Esto podría influir en la mejora académica de los sujetos experimentales por el plus de entusiasmo y motivación de los profesores-investigadores que desempeñamos la actividad docente con la hipótesis en mente de que la metodología *Flipped Learning* es más efectiva que la metodología tradicional.

Por todo ello, podemos constatar que los resultados fueron muy satisfactorios, no sólo por la mejora del ambiente de trabajo, la actitud, el compromiso y la participación de los estudiantes en pro del aprendizaje profundo de los contenidos (Romero et al., 2013), sino también del rendimiento académico (González y Huerta, 2019; McLean et al., 2016; Serrano y Casanova, 2018). Por ello, se considera que se ha producido esa mejoría de cualitativa de la enseñanza por parte del profesor (Hernández, 2002), y que ésta ha provocado un pensamiento más crítico y activo del alumnado.

Como futura línea de investigación se recomienda dar un paso más en esta metodología, siendo capaces de adaptar este tipo de enfoques tecnológico-pedagógicos, que combinan elementos de *e-learning* con aprendizaje presencial, a situaciones de confinamiento como la vivida, en las que ha sido necesario erradicar la presencialidad. Zhang et al. (2018) apuestan por la conjugación de virtualidad con presencialidad; este artículo cubre estas dos parcelas y apoya absolutamente esta opinión, si bien resulta necesario adaptar este enfoque a situaciones más extremas.

Por todo ello y a modo de conclusión, podemos afirmar que los resultados de esta investigación confirman la idoneidad del binomio tecnología y metodología *Flipped Learning* como alternativa al enfoque tradicional. Este tipo de metodologías de enseñanza-aprendizaje más activas y centradas en el estudiante han conseguido una mejoría cualitativa y cuantitativa de los conocimientos adquiridos, además de tener un impacto positivo en la labor del docente y en su relación con el alumnado.

5. Referencias bibliográficas

- Álvarez, S., Cuéllar, C., López, B., Adrada, C., Anguiano, R., Bueno, A., Comas, I., y Gómez, S. (2011). Actitudes de los profesores ante la información de las TIC en la práctica docente. Estudio de un grupo de la Universidad de Valladolid. *EduTec*, 35. <https://doi.org/10.21556/edutec.2011.35.41>
- Artal, J., Casanova, O., Serrano, R., y Romero, E. (2017). Dispositivos móviles y flipped-classroom. Una experiencia multidisciplinar de formación del profesorado. *EduTec*, 59. <https://doi.org/10.21556/edutec.2017.59.817>
- Balta, N., Perera-Rodríguez, V.H., & Hervás-Gómez, C. (2018). Using Socrative as an online homework platform to increase students' exam scores. *Education and Information Technologies*, 23(12), 837–850. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9638-6>
- Bergmann, J., & Sams, A. (2008). Remixing chemistry class. *Learning and Leading with Technology*, 36(4), 24–27.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education (ISTE).
- Bergmann, J., & Sams, A. (2015). *Flipped Learning: Gateway to Student Engagement*. International Society for Technology in Education. <http://ebookcentral.proquest.com/>
- Blasco-Arcas, L., Buil, I., Hernández-Ortega, B., & Sese, F.J. (2013). Using clickers in class. The role of interactivity, active collaborative learning and engagement in learning performance. *Computers & Education*, 62, 102–110. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.019>
- Chaiyo, Y., & Nokham, R. (2017). *The effect of Kahoot, Quizizz and Google Forms on the student's perception in the classrooms response system*. 2017 International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT), Chiang Mai, 178–182. <https://doi.org/10.1109/icdamt.2017.7904957>
- Chou, Y. (2015). *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards*. Versión Kindle.
- Del Pino, B., Prieto, B., Prieto, A., e Illeras, F.M. (2016). Utilización de la metodología de aula invertida en una asignatura de Fundamentos de Informática. *Enseñanza y aprendizaje de ingeniería de computadores: Revista de Experiencias Docentes en Ingeniería de Computadores*, 6, 67–75.
- Díaz-Garrido, E., Martín-Peña, M.L., y Sánchez-López, J.M. (2017). El impacto del *flipped classroom* en la motivación y en el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura Dirección de Operaciones. *Working Papers on Operations Management*, 8 SpIssue, 15–18. <https://doi.org/10.4995/wpom.v8i0.7091>
- Domínguez, A., Saenz-De-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J.J. (2013). Gamifying learning experiences: practical implications and outcomes. *Computers & Education*, 63, 380–392. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.020>
- Domínguez, L.C., Sierra, D., Pepín, J.J., Moros, G., y Villarraga, A. (2017). Efecto del Aula Invertida Extendida a simulación clínica para la resucitación del paciente traumatizado: estudio piloto de las percepciones estudiantiles sobre el aprendizaje. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 45, 4–11.
- González, M.O., y Huerta, P. (2019). Experiencia del aula invertida para promover estudiantes prosumidores del nivel superior. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 245–263. <https://doi.org/10.5944/ried.22.2.23065>

- Hernández, F. (2002). Docencia e investigación en educación superior. *Revista de Investigación Educativa*, 20(2), 270–301.
- Hew, K.F., Huang, B., Chu, K.W.S., & Chiu, D.K.W. (2016). Engaging Asian students through game mechanics: findings from two experiment studies. *Computers & Education*, 92, 221–236. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.10.010>
- Li, Y., & Daher, T. (2016). Integrating innovative classroom activities with flipped teaching in a water resources engineering class. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 143(1), 1–6. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000297](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000297)
- McLean, S., Attardi, S.M., Faden, L., & Goldszmidt, M. (2016). Flipped classrooms and student learning: not just surface gains. *Advances in physiology education*, 40(1), 47–55. <https://doi.org/10.1152/advan.00098.2015>
- Madrid, E.M., Ángulo, J., Prieto, M.E., Fernández, M.T., y Olivares, K.M. (2018). Implementación de aula invertida en un curso propedéutico de habilidad matemática en bachillerato. *Revista Apertura*, 10(1), 24–39. <https://doi.org/10.18381/Apv10n1.1149>
- Marín-Díaz, V., Vega-Gea, E., & Passey, D. (2019). Determination of problematic use of social networks by university students. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 135–152. <https://doi.org/10.5944/ried.22.2.23289>
- Markzewski, A. (2013). *Gamification: a simple introduction & a bit more*. Kindle edition.
- Monteagudo, J., Gómez, C.J., y Miralles, P. (2017). Evaluación del diseño e implementación de la metodología *flipped-classroom* en la formación del profesorado de ciencias sociales. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 55. <https://doi.org/10.6018/red/55/7>
- Pettit, R.K., Mccoy, L., Kinney, M., & Schwartz, F.N. (2015). Student perceptions of gamified audience response system interactions in large group lectures and via lecture capture technology. *BMC Medical Education*, 15(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12909-015-0373-7>
- Perdomo, W. (2016). Estudio de evidencias de aprendizaje significativo en un aula bajo el modelo Flipped Classroom. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 55. <https://doi.org/10.21556/edutec.2016.55.618>
- Prieto, A. (2017). *Flipped Learning. Aplicar el modelo de aprendizaje inverso*. Narcea.
- Prieto, A., Díaz, D., Lara, I., Monserrat, J., Sanvicen, P., Santiago, R., Corell, A., y Álvarez-Mon, M. (2018). Nuevas combinaciones de aula inversa con just in time teaching y análisis de respuestas de alumnos. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 175–194. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.18836>
- Reyes-González, E. (2020). La clase invertida. *Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela preparatoria*, 3(13), 30–32. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/issue/archive>
- Rodríguez, M. (2021). Análisis de Estados Financieros: Aplicación del modelo online de enseñanza/aprendizaje Flipped Learning. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/69895/1/Memoria%20Eprint%20345%20UCM.%2020-21.pdf>
- Román, E. (2021). Propuesta de intervención educativa centrada en el alumno mediante el modelo de clase invertida en la docencia práctica de la asignatura Microbiología Clínica. https://eprints.ucm.es/id/eprint/66085/1/Memoria%20Proyecto%20199_Final.pdf
- Romero, A., Hidalgo, M.D., González, F., Carrillo, E., Pedraja, M., García, J., y Pérez, M. (2013). Enfoques de aprendizaje en estudiantes universitarios: comparación de resultados con los cuestionarios ASSIST y R-SPQ-2F. *Revista de Investigación Educativa*, 31(2), 375–391. <https://doi.org/10.6018/rie.31.2.151851>
- Serrano, R.M., y Casanova, O. (2018). Recursos tecnológicos y educativos destinados al enfoque pedagógico *Flipped Learning*. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 16(1), 155–173. <https://doi.org/10.4995/redu.2018.8921>
- Sola, T., Aznar, I., Romero, J.M., y Rodríguez-García, A.M. (2019). Eficacia del Método Flipped Classroom en la Universidad: Meta-Análisis de la Producción Científica de Impacto. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(1), 25–38. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.1.002>
- Stowell, J.R. (2015). Use of clickers versus mobile devices for classroom polling. *Computers & Education*, 82, 329–334. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.008>
- Thoms, B. (2011). A dynamic social feedback system to support learning and social interaction in higher education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 4(4), 340–352. <https://doi.org/10.1109/TLT.2011.9>
- Tourón, J., y Santiago, R. (2015). El modelo flipped learning y el desarrollo del talento en la escuela. *Revista de Educación*, 368, 196–231. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2015-368-288>
- Wash, P.D. (2014). Taking advantage of mobile devices: using Socrative in the classroom. *Journal of Teaching and Learning with Technology*, 3(1), 99–101. <https://doi.org/10.14434/jotlt.v3n1.5016>
- Zhang, X., Huang, X., Wang, F., & Cao, X. (2018). *Research on MOOC-based blended learning of programming language course*. International Conference on Humanities and Advanced Education Technology (ICHAET), 586–591. <https://doi.org/10.12783/dtssehs/ichae2018/25707>