

Cambiando mentalidades: aprendizaje colaborativo en asignaturas técnicas de ingeniería

Víctor Revilla-Cuesta

Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Burgos, España

Introducción

Estimado lector, suponga que usted está cursando actualmente el segundo curso de bachillerato y desea al año siguiente comenzar una carrera universitaria. Seguramente usted no sea de los afortunados que tiene claro desde el primer momento qué es lo que desea estudiar y comenzará el laborioso proceso de informarse de todas las posibilidades que el actual panorama universitario le ofrece. No sería extraño que entre las diferentes posibilidades que esté considerando, una de ellas sea comenzar una carrera de ingeniería debido al gran abanico de Grados de ingeniería que actualmente se ofertan. Si usted recaba información, verá que, independientemente del Grado de ingeniería que usted analice, un aspecto va a ser común a todos ellos: la multidisciplinariedad (Lakin, Wittig, Davis, y Davis, 2020). La multidisciplinariedad en las carreras de ingeniería se entiende en dos sentidos diferentes. En primer lugar, esta multidisciplinariedad se encuentra al llegar a los últimos cursos del Grado, donde el alumno puede escoger entre diferentes asignaturas que le van a especializar parcialmente en un campo concreto (Revilla-Cuesta, Skaf, Manso, y Ortega-López, 2020), aunque, como en toda profesión, la especialización completa se obtiene durante el ejercicio de la actividad profesional. Por ejemplo, en el ámbito de la ingeniería civil existen generalmente tres grandes campos de especialización: diseño estructural (comúnmente conocida como la rama de “estructuras” y que se suele combinar con el estudio del comportamiento del terreno, la geotecnia), modelización y gestión hidráulica (rama de “aguas”) y diseño y gestión de infraestructuras de transporte (rama de “transportes”). No obstante, esta multidisciplinariedad también se observa a lo largo de todos los cursos del Grado de ingeniería. Si pregunta a cualquier estudiante de ingeniería, e incluso a aquellos que ya han finalizado este tipo de estudios, qué tipo de asignaturas ha cursado, probablemente no sepa qué responderle: economía, derecho, matemáticas, física, gestión de proyectos, ingeniería ambiental... y, entre todas ellas, las asignaturas destinadas al aprendizaje de la profesión, habitualmente denominadas asignaturas técnicas (Lakin *et al.*, 2020).

Cita sugerida:

Revilla-Cuesta, V. (2021). Cambiando mentalidades: aprendizaje colaborativo en asignaturas técnicas de ingeniería. En REDINE (Coord.), *Medios digitales y metodologías docentes: Mejorar la educación desde un abordaje integral*. (pp. 196-206). Madrid, España: Adaya Press.

Una asignatura técnica se puede definir como aquella en la que el estudiante de ingeniería aprende los conceptos necesarios para el diseño ingenieril. Puede decirse que son aquellas asignaturas directamente relacionadas con la profesión y que son de aplicación directa durante la labor profesional. Están destinadas fundamentalmente a que el estudiante aprenda cómo diseñar y gestionar elementos vinculados a la ingeniería concreta que está estudiando (Marín-Granados *et al.*, 2019). Suelen caracterizarse por tener nombres que muestran de forma clara la temática abordada durante su docencia. Continuando con el ámbito de la ingeniería civil, algunas de ellas serían hidráulica, edificación, firmes y explanaciones, ingeniería del tráfico, presas y embalses, u hormigón armado. El propio carácter multidisciplinar de la enseñanza de la ingeniería, así como la gran variedad de asignaturas técnicas impartidas, ha llevado a que la docencia de las asignaturas técnicas tenga que realizarse de forma muy intensa en el tiempo, es decir, enseñar una gran cantidad de conceptos en un periodo de tiempo muy reducido. El tiempo disponible para cada una de las asignaturas es muy ajustado (Revilla-Cuesta *et al.*, 2020). A esto se suma que, aunque algunas de ellas pueden presentar una base de conocimiento común, cada una de ellas tiene aspectos particulares, por lo que comenzar a impartir cada asignatura técnica es casi como “empezar desde cero” en un ámbito del conocimiento. Es decir, es necesario comenzar la enseñanza de cada asignatura técnica a partir de los conceptos más básicos, para ir construyendo posteriormente sobre ellos el edificio de la asignatura (Huang-Saad, Morton, y Libarkin, 2018). Resumiendo, muchas cosas que enseñar y muy poco tiempo para ello.

Esta situación ha provocado que se dé por hecho que este tipo de asignaturas deban impartirse siempre de forma magistral, aspecto que se puede observar tanto desde el punto de vista del alumnado como desde el punto de vista del profesorado (Ní Fhloinn y Carr, 2017). Y la explicación a esta creencia es sencilla: el profesor imparte la clase, marca el ritmo y decide hasta dónde quiere llegar en el tiempo que dispone. La ventaja de esta metodología docente es clara, pues el profesor aprovecha al máximo el tiempo del que dispone e imparte todos los conceptos que considera necesarios. La labor del estudiante en este tipo de docencia se limita, por lo tanto, a asistir a clase, copiar todo lo que pueda de lo que dice el profesor, y posteriormente, en su casa, tratar de entender y aprender aquello que ha copiado. De este modo, el alumno mantiene una actitud pasiva a lo largo de todo su proceso de aprendizaje (Hortigüela Alcalá y Pérez Pueyo, 2016). Además, la docencia magistral también promueve lo que puede considerarse como un desapego del alumno hacia la asignatura, es decir, el alumno no considera la asignatura como algo importante para él y su objetivo en ella es simplemente conseguirla. Este citado desapego no es beneficioso ni para el alumno ni para el conjunto de la profesión, ya que puede tener implicaciones negativas durante la inclusión en el entorno laboral de los recién egresados, como una cierta indiferencia ante la rigurosidad de algunos diseños realizados (Revilla-Cuesta *et al.*, 2020). Ante estos problemas, parece claro que es necesario intentar modificar la metodología magistral tradicionalmente empleada en las asignaturas técnicas y que es ampliamente aceptada como válida.

Entre las metodologías docentes que han surgido recientemente y que pueden ser de utilidad para cambiar la docencia tradicional de las asignaturas técnicas, el aprendizaje colaborativo y la evaluación formativa son alternativas válidas. El aprendizaje colaborativo consiste en dejar autonomía a los alumnos en su aprendizaje, pues en vez de que el profesor explique todos los conceptos, son los alumnos los que se los explican entre sí con el apoyo de algunos compañeros de clase, sus iguales. De este modo, el profesor explica únicamente de forma breve los conceptos básicos de la temática abordada en la clase en cuestión y, posteriormente, los alumnos, divididos en grupos, trabajan sobre dicha temática, siendo lo más habitual que aborden un ejercicio o algún tipo de aplicación práctica. Este proceso se repite a lo largo de todo el periodo de desarrollo de la asignatura (Hortigüela Alcalá y Pérez Pueyo, 2016). Para que esta metodología docente funcione la clave es conseguir que los diferentes grupos se encuentren equilibrados, es decir, que no haya ningún grupo con un exceso de alumnos desinteresados que no promuevan el correcto trabajo del grupo (Fittipaldi, 2020). Sin embargo, aunque los grupos se encuentren equilibrados, siempre puede haber algún alumno que no trabaje correctamente. Es aquí donde el segundo elemento de esta metodología docente, la evaluación formativa, adquiere especial relevancia. Periódicamente, los alumnos deben evaluar el trabajo de sus compañeros de grupo individualmente, asignándoles una nota numérica y destacando aquellos aspectos en los cuales su actitud no es adecuada. Esta evaluación, tal y como indica su nombre, es formativa, es decir, no influye en la calificación de la asignatura, pero sirve para que aquellos alumnos que no están trabajando correctamente comiencen a hacerlo (Ní Fhloinn y Carr, 2017). Se ha demostrado que es más probable que este tipo de valoraciones promuevan un cambio de actitud en el alumno cuando las realizan los iguales en lugar del profesor (Fittipaldi, 2020). Estos dos aspectos, aprendizaje colaborativo y evaluación formativa, también ayudan a evitar el desapego de los alumnos hacia la asignatura, ya que todos ellos se encuentran involucrados en un grupo, teniendo de este modo una participación activa en la misma. Además, en caso de que alguno de ellos comience a dejar de interesarse por la asignatura, es posible que la evaluación formativa de sus compañeros de grupo reconduzca esta actitud (Yan, Li, Yin, y Nie, 2018).

El presente capítulo tiene como objetivo demostrar que el empleo del aprendizaje colaborativo en las asignaturas técnicas de ingeniería es posible y que, además, puede ser positivamente valorado tanto por el profesorado encargado de conducir la clase como por los alumnos. Para ello, se exponen los resultados de una experiencia docente que consistió en la aplicación del aprendizaje colaborativo en una asignatura técnica destinada a la enseñanza de los conceptos relacionados con el diseño de estructuras de hormigón armado. Tras la realización de la experiencia, se pidió que tanto los alumnos como el profesor valorasen la experiencia comparándola con la metodología docente basada en clases magistrales y que habitualmente se aplica en este tipo de asignaturas. Los resultados mostraron un posicionamiento positivo hacia esta metodología docente tanto por parte del profesor como de los alumnos. Además, se detectaron aspectos que pueden permitir el perfeccionamiento de esta metodología docente, de modo que su empleo en las asignaturas técnicas de ingeniería se extienda y generalice.

Metodología

Antes de exponer los resultados obtenidos, en este apartado se recogen los aspectos más relevantes del diseño de la experiencia llevada a cabo.

Descripción general de la experiencia

Para la realización de esta experiencia docente de aprendizaje colaborativo, se buscó una asignatura técnica que se ajustase a los aspectos indicados en la introducción. Tras un estudio de las diferentes posibilidades, finalmente se escogió la asignatura Estructuras II, la cual se imparte en el primer semestre del cuarto curso del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Burgos. Esta asignatura está destinada a que los futuros ingenieros mecánicos aprendan los conceptos más básicos relacionados con el diseño de estructuras de hormigón armado: dimensionamiento de vigas a flexión y cortante y en condiciones de servicio (fisuración y deformación), diseño de pilares en estado límite último y cálculo de zapatas rígidas, el tipo más sencillo de cimentación. Su ubicación en el cuarto curso del Grado fue ideal para analizar la opinión en relación con la aplicación del aprendizaje colaborativo en asignaturas técnicas de estudiantes acostumbrados a la docencia magistral en este tipo de asignaturas. Además, esta es una asignatura que tradicionalmente se ha impartido siempre de forma magistral.

La experiencia se llevó a cabo en el curso 2019/2020 y se ubicó en las semanas finales de la asignatura, de modo que los estudiantes tuviesen ya una base de conocimiento de esta. Estos conocimientos permitirían que los alumnos se adaptasen más fácilmente al trabajo autónomo en comparación con cómo lo harían en las clases iniciales de la asignatura (Joseph y Joy, 2019). Al final de esta asignatura se imparten los conceptos relacionados con el diseño de zapatas rígidas, pues para abordar esta temática es necesario conocer cómo efectuar el diseño de vigas y pilares, aspectos que son explicados con anterioridad. Así, la experiencia docente desarrollada versó sobre el dimensionamiento de una zapata rígida.

La experiencia contó con tres pasos diferentes, los cuales se ajustaron al procedimiento habitualmente empleado para la aplicación del aprendizaje colaborativo (Hortigüela Alcalá y Pérez Pueyo, 2016). En primer lugar, el profesor explicó brevemente los conceptos básicos de diseño de una zapata rígida. Esto permitió a los estudiantes una primera aproximación al diseño de este tipo de elementos estructurales.

En segundo lugar, los estudiantes fueron divididos en grupos con ayuda del profesor. El profesor únicamente participó en la elaboración de los grupos realizando ajustes puntuales para garantizar que todos los grupos estuviesen correctamente equilibrados (Fittipaldi, 2020).

En tercer lugar, se propuso un problema que consistió en el diseño de una zapata rígida en todos sus aspectos: determinación de los esfuerzos internos, definición de sus dimensiones, y cálculo de la armadura tanto longitudinal como transversal. Durante esta fase, el profesor estuvo a disposición de los alumnos todo el tiempo para resolver cualquier tipo de duda, siempre y cuando esta se hubiese abordado previamente mediante un debate interno en el propio grupo.

La resolución del ejercicio no se realizó de forma continua, sino que se dividió en cuatro fases correspondientes a los cuatro pasos generalmente empleados para el diseño de este tipo de elementos estructurales: cálculo de esfuerzos, dimensiones, armadura longitudinal y armadura transversal. Tras cada una de ellas, cada grupo expuso el resultado que había obtenido y cómo había llegado al mismo. De este modo, se establecieron debates formativos entre los diferentes grupos moderados por el profesor en los cuales se abordaron los aciertos y errores de cada grupo.

Al finalizar la experiencia y resolverse el problema en su totalidad, se planteó una pregunta a los alumnos que debían responder individualmente: ¿Qué metodología docente consideras más adecuada para la enseñanza de las asignaturas técnicas, el aprendizaje colaborativo aplicado hoy o la docencia magistral? A pesar de que la respuesta a esta pregunta fue individual, para promover una reflexión y debate entre los estudiantes, la respuesta se realizó en el seno de los diferentes grupos. Por último, se pidió al profesor que respondiese a la misma pregunta, para de este modo tener la percepción acerca de la metodología docente basada en el aprendizaje colaborativo tanto del profesor como del alumnado. La Figura 1 recoge de forma esquemática el proceso realizado para el desarrollo de esta experiencia docente, en la cual se pueden observar todos los aspectos comentados.



Figura 1. Esquema de la experiencia docente de aprendizaje colaborativo realizada

Alumnos participantes

En este trabajo de investigación la participación de los estudiantes en relación con la respuesta a la pregunta planteada fue opcional. Esto quiere decir que a pesar de que asistieran a la clase, no estaban obligados a responder a la citada pregunta. A pesar de que se comunicó este aspecto a los estudiantes, todos los alumnos que asistieron a la clase, 49 en total (edad media de $22,64 \pm 1,96$ años), decidieron responder a la pregunta.

Atendiendo a la división demográfica de estos participantes, un 89,8 % del total de los participantes fueron hombres, cuya edad media fue de $22,78 \pm 2,02$ años. El 10,2 % restante fueron mujeres, las cuales presentaron una edad media de $21,48 \pm 0,36$ años. Por otra parte, entre los participantes hubo únicamente 5 repetidores (10,2 % del total), cuya edad media fue de $25,50 \pm 3,58$ años.

Antes del comienzo de la experiencia, todos los alumnos comunicaron que no habían experimentado este tipo de metodología docente en las asignaturas de estas características. Estas siempre se las habían impartido de forma magistral.

Análisis de los resultados

Tal y como se puede observar, la respuesta proporcionada por los alumnos y el profesor ante la pregunta planteada tuvo una naturaleza cualitativa. Esto llevó a la necesidad de efectuar un análisis cualitativo de los resultados, el cual se basó en la realización de una codificación cruzada mediante comparación continua. De este modo consiguieron extraerse del total de respuestas planteadas aquellas más repetidas y que tenían una mayor relevancia en el contexto global de la experiencia. Sin embargo, este tipo de análisis permitió efectuar, además de una generalización, un análisis detallado de todos los aspectos tanto positivos como negativos que los diferentes participantes expresaron (Svensson y Doumas, 2013).

Este análisis se realizó sin diferenciación del sexo debido a que no se consideró una variable relevante en el análisis. No obstante, sí que se consideraron por separado los alumnos repetidores y no repetidores debido a la diferente percepción de la utilidad que esta metodología docente podía tener. Debe tenerse en cuenta que estos alumnos habían experimentado la docencia de esta misma asignatura como mínimo un curso más, lo cual hizo que estuviesen acostumbrados en mayor medida si cabe a la metodología de clase magistral (Revilla-Cuesta *et al.*, 2020).

En total, de las respuestas de los alumnos que participaron se extrajeron 143 extractos de texto que permitieron obtener los resultados expuestos en el siguiente apartado. Además, la respuesta del profesor también fue estudiada y analizada.

Resultados

Tal y como era de esperar, hubo alumnos tanto a favor como en contra de la docencia basada en el aprendizaje colaborativo realizada. A pesar de esta división, 9 de cada 10 estudiantes se mostraron favorables a la implantación de esta metodología docente. Las opiniones en contra de la misma estuvieron motivadas fundamentalmente por la costumbre de los estudiantes a efectuar un aprendizaje pasivo, procediendo todas ellas de alumnos no repetidores. Además, en algún caso se observó una tolerancia inadecuada hacia las críticas de los iguales, las cuales no deben suponer ningún problema para que la aplicación del aprendizaje colaborativo tenga éxito siempre que estas sean constructivas (Yan *et al.*, 2018).

"Encuentro más sencillo y cómodo copiar la solución que el profesor escribe en la pizarra [...]"

"Prefiero la clase tradicional [...] en la clase de hoy he tenido que aguantar a mis compañeros de clase diciéndome las cosas que hago mal [...]"

Entre los alumnos no repetidores que valoraron positivamente la experiencia, hubo una reflexión que se repitió en numerosas ocasiones: los estudiantes consideraron necesario encontrar un equilibrio entre la docencia magistral y el aprendizaje colaborativo. Según expusieron, en las asignaturas técnicas es necesario una correcta explicación de los conceptos teóricos para posteriormente abordar de forma exitosa la resolución de los ejercicios. Aunque consideraron adecuado que esta explicación no se realizase en gran detalle para que fuesen los alumnos los que profundizasen en los conceptos mediante el trabajo en grupo, muchos de ellos expusieron la necesidad de una explicación de las ideas generales por parte del profesor. Además, se destacó que, independientemente de que se fomentase la autonomía durante el aprendizaje mediante la aplicación de esta metodología docente, la figura del profesor debía continuar siendo indispensable. Por una parte, el profesor debía encargarse de explicar las citadas ideas generales teóricas. Por otra parte, debía estar disponible durante la fase de trabajo en grupo para resolver las dudas que pudiesen surgir y que no podían ser resueltas por los propios alumnos. Por último, su actuación se tornaba también fundamental durante la realización de los debates formativos después de cada una de las fases. Para el buen funcionamiento de estos debates los alumnos consideraron que el papel del profesor como moderador y organizador de las discusiones formativas que se estableciesen era imprescindible.

“Estoy a favor del tipo de docencia recibido hoy, pero es necesario encontrar un equilibrio. Hay muchos conceptos que entender para poder abordar los ejercicios exitosamente y lo mejor es explicarlos como siempre [...]” “ [...] Sin una breve explicación teórica nadie sería capaz de resolver nada” “ Este tipo de docencia me ha gustado [...]” pero, al principio de cada tema que se aborde, el profesor debe explicar las ideas clave [...]” “ [...] Es necesario el apoyo del profesor durante la parte de trabajo en grupo para resolver las dudas sobre las cuales no se alcance un consenso en el propio grupo [...]” “ [...] El profesor debe guiar los debates, actuar como moderador, sino las explicaciones entre nosotros puede que no sean completamente correctas [...]”

Los alumnos repetidores mostraron una preferencia total hacia el aprendizaje colaborativo. Indicaron que la clase fue mucho más participativa y atractiva. Además, no consideraron que los conceptos se explicasen peor, sino que se resolvieron las dudas de los alumnos desde el primer momento: fue una clase orientada directamente hacia los estudiantes.

“ [...] La continua participación me ha hecho estar más atento y mantener el interés [...]” “ [...] He comprendido correctamente los conceptos que hemos visto hoy en clase, la explicación ha sido más sencilla que en otras ocasiones, posiblemente debido a que mis compañeros preguntaban constantemente, tanto al profesor como entre ellos mismos” “ [...] Quizás con la aplicación de esta metodología docente este tipo de asignaturas no serían tan repetitivas y mantuviese más el interés”

Por último, el profesor también mostró una opinión muy favorable en relación con esta metodología docente. Esta opinión tan favorable puede considerarse un poco sorprendente debido a que siempre había impartido su docencia de forma magistral. El profesor hizo referencia fundamentalmente al alto nivel de participación de los alumnos,

que permitió que la clase fuese amena y productiva. Sin embargo, mostró las mismas reticencias que los alumnos en relación con la explicación de los conceptos teóricos, indispensables para abordar la resolución de los supuestos prácticos. El profesor recalcó expresamente la necesidad de explicar estos conceptos con cierta profundidad de forma magistral, aunque fuese de forma breve, ya que los alumnos posteriormente profundizarían en ellos en la fase de trabajo en grupo. Según él, era necesario encontrar un equilibrio entre la explicación de la teoría, que debía realizarse de forma magistral, y la resolución de problemas, en la cual se podría aplicar el aprendizaje colaborativo propiamente dicho.

“Estoy a favor de utilizar más esta metodología docente [...] los conceptos teóricos son generalmente básicos para abordar la resolución de los ejercicios propuestos, pues la teoría y la práctica no pueden tratarse como elementos completamente independientes como en otras asignaturas [...] Creo que debemos buscar una forma de combinar ambas metodologías, tal vez acortando el tiempo de explicación magistral o intercalando algo de explicación teórica en los debates formativos que hemos realizado [...].”

Discusión

Los resultados expuestos en el apartado anterior muestran una opinión favorable en relación con el aprendizaje colaborativo por parte de todos los agentes implicados: el profesor y los estudiantes. El profesor había impartido su docencia siempre de forma magistral, pero, a pesar de ello, con una sola clase impartida aplicando el aprendizaje colaborativo, se mostró partidario de aplicarla nuevamente en sus asignaturas. Los alumnos también se posicionaron positivamente en relación con esta nueva metodología docente, la cual consideraron novedosa y que podía aplicarse perfectamente a este tipo de asignaturas. Ni los alumnos ni el profesor hicieron referencia a que esta metodología docente no permitiese explicar y abordar toda la temática prevista. Por ello, la teórica falta de tiempo para explicar todos los conceptos previstos o la necesidad de un mayor periodo de tiempo para la aplicación del aprendizaje colaborativo (Zhou, Zheng, y Tai, 2020) no supusieron un impedimento para su implantación en una asignatura técnica.

Sin embargo, también debe recalcarse que ni los estudiantes ni el profesor apostaron por la aplicación total del aprendizaje colaborativo en una asignatura técnica. Consideraron indispensable su mezcla con la clase magistral para la explicación de los conceptos teóricos, aunque reconocieron que esta podía hacerse de forma más breve, dejando posteriormente que los alumnos profundizasen en los conceptos en la fase de trabajo en grupo. Esto se debe a los aspectos particulares de las asignaturas técnicas:

Por un lado, la teoría y la práctica presentan un vínculo muy estrecho en las asignaturas técnicas. Esto quiere decir que la teoría y la práctica no son elementos independientes como en otro tipo de asignaturas, sino que es necesario conocer los conceptos teóricos para posteriormente abordar la resolución de los ejercicios (Lakin *et al.*, 2020).

Por otro lado, los conceptos teóricos que los alumnos deben de aprender son de una cierta complejidad, lo cual significa que es muy probable que los alumnos no sean capaces de entenderlos correctamente por ellos mismos. Así, la ayuda y guía inicial por parte del profesor es fundamental para su comprensión exitosa por parte de los alumnos, de modo que puedan abordar la resolución de los ejercicios con garantías (Revilla-Cuesta *et al.*, 2020).

Sin embargo, la labor del profesor al aplicar la metodología basada en el aprendizaje colaborativo no debe limitarse a esta explicación magistral de los conceptos teóricos. Los alumnos indicaron también que, además, el profesor debe ser un apoyo continuo durante la fase de resolución en grupos de la parte práctica. Es claro que durante esta fase los alumnos van a profundizar en los aspectos teóricos explicados por el profesor, proceso durante el cual surgirán diferentes dudas. Estas dudas deben tratarse de resolver en el propio interior del grupo, pues es el aspecto clave del aprendizaje colaborativo: buscar la autonomía de los alumnos durante su aprendizaje (Hortigüela Alcalá y Pérez Pueyo, 2016). Sin embargo, tal y como se ha dicho antes, los conceptos generalmente explicados en las asignaturas técnicas son complejos, lo cual puede provocar que los alumnos no puedan resolver esas dudas con acierto. Es en este momento cuando el papel del profesor es también relevante, pues debe ser el encargado de responder a estas cuestiones planteadas por los alumnos. La resolución de dudas por parte del profesor no debe realizarse sin que esas dudas hayan sido abordadas y discutidas en el grupo de trabajo por parte de los alumnos, pues entonces el aprendizaje colaborativo perdería su principal objetivo, la ya citada búsqueda de autonomía en el aprendizaje (Zhou *et al.*, 2020).

Conclusiones

A lo largo de este capítulo de libro se ha estudiado la opinión y reflexiones de un profesor y sus alumnos en relación con la aplicación del aprendizaje colaborativo en una asignatura técnica. Para ello, se llevó a cabo una experiencia docente que consistió en una breve explicación de los conceptos teóricos por parte del profesor y una resolución por parte de los alumnos de un ejercicio relacionado con los conceptos teóricos explicados. Durante esta resolución los estudiantes trabajaron divididos en grupos, de modo que se apoyasen durante la resolución del ejercicio, resolviéndose las dudas y aprendiendo de forma autónoma. El profesor nunca había aplicado esta metodología docente en sus asignaturas, pues siempre había utilizado la docencia magistral. Los alumnos, tal y como se verificó antes del comienzo de la experiencia, nunca habían aplicado esta metodología docente en una asignatura técnica. Tras la experiencia, se pidió a todos los participantes que respondiesen a una pregunta que versaba sobre el tipo de docencia preferida: aprendizaje colaborativo o clase magistral

La opinión de ambos, profesor y alumnado, en relación con la aplicación de esta metodología docente fue positiva, pues consideraron que se habían conseguido aprender los conceptos abordados y que todo el mundo había participado de forma activa en el aprendizaje. Indicaron que era factible aplicar esta metodología docente en las

asignaturas técnicas, a excepción de algunos alumnos que indicaron que preferían una metodología docente tradicional, probablemente debido a la costumbre de recibir siempre la docencia de este tipo de asignaturas de forma pasiva. De hecho, debe destacarse que ninguno de los participantes hizo referencia a posibles deficiencias del aprendizaje colaborativo en las asignaturas técnicas, como podrían haber sido la no comprensión de los conceptos, la falta de tiempo para abordar todo el temario previsto, o la resolución incorrecta de las dudas surgidas.

A pesar de esta opinión favorable, tanto el profesor como los alumnos indicaron la necesidad de conservar la docencia magistral para una explicación de los conceptos teóricos necesarios para abordar la resolución de las cuestiones prácticas. Además, la complejidad de los conceptos vistos llevó a los alumnos a indicar la necesidad de que existiese un apoyo continuo por parte del profesor para resolver las dudas que no pudiesen resolverse correctamente en el seno del grupo mediante un debate entre sus integrantes.

A partir de todo lo comentado, puede verse que la aplicación del aprendizaje colaborativo en una asignatura técnica es posible, permitiendo un aprendizaje más activo y autónomo por parte de los alumnos. Sin embargo, es necesario un apoyo continuo del profesor para la explicación de los conceptos teóricos y para la resolución de dudas de alta complejidad.

Agradecimientos

El autor desea agradecer al Ministerio de Ciencia e Innovación (MCI), a la Agencia Estatal de Investigación (AEI), a la Unión Europea (UE) y a los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER), su apoyo a esta investigación a través de la ayuda FPU 17/03374. Igualmente, el autor se encuentra agradecido al Grupo de Innovación Docente (GID) “*En transición de secundaria a la universidad*” de la Universidad de Burgos por su ayuda durante la realización de la presente investigación.

Referencias

- Fittipaldi, D. (2020). Managing the dynamics of group projects in higher education: Best practices suggested by empirical research. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1778-1796.
- Hortigüela Alcalá, D., Pérez Pueyo, Á. (2016). Peer assessment as a tool for the improvement of the teaching practice. *Opcion*, 32(Special Issue 7), 865-879.
- Huang-Saad, A. Y., Morton, C. S., Libarkin, J. C. (2018). Entrepreneurship Assessment in Higher Education: A Research Review for Engineering Education Researchers. *Journal of Engineering Education*, 107(2), 263-290.
- Joseph, S., Joy, S. (2019). Learning attitudes and resistance to learning language in engineering students. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(10), 2085-2091.
- Lakin, J. M., Wittig, A. H., Davis, E. W., Davis, V. A. (2020). Am I an engineer yet? Perceptions of engineering and identity among first year students. *European Journal of Engineering Education*, 45(2), 214-231.

- Marín-Granados, M. D., Blázquez-Parra, E. B., Mora-Segado, P., Miravet-Garret, L., Ortiz-Zamora, F. J., Gómez-Hermosa, F., Olvera-García, E. (2019) Implementation of learning by doing method in the graphical engineering field. In. *Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 789-797): Pleiades Publishing.
- Ní Fhloinn, E., Carr, M. (2017). Formative assessment in mathematics for engineering students. *European Journal of Engineering Education*, 42(4), 458-470.
- Revilla-Cuesta, V., Skaf, M., Manso, J. M., Ortega-López, V. (2020). Student perceptions of formative assessment and cooperative work on a technical engineering course. *Sustainability*, 12(11), 4569.
- Svensson, L., Dumas, K. (2013). Contextual and Analytic Qualities of Research Methods Exemplified in Research on Teaching. *Qualitative Inquiry*, 19(6), 441-450.
- Yan, J., Li, L., Yin, J., Nie, Y. (2018). A comparison of flipped and traditional classroom learning: A case study in mechanical engineering. *International Journal of Engineering Education*, 34(6), 1876-1887.
- Zhou, J., Zheng, Y., Tai, J. H. M. (2020). Grudges and gratitude: the social-affective impacts of peer assessment. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 45(3), 345-358.

Víctor Revilla-Cuesta tiene un Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad de Burgos. En la actualidad pertenece al Área de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras del Departamento de Ingeniería Civil de esta misma universidad, realizando actividades docentes al mismo tiempo que elabora su tesis doctoral. Consciente de las carencias de la docencia impartida en ingeniería debido a su etapa como estudiante, presenta una actividad investigadora activa en este campo, tratando de mostrar que es posible aplicar metodologías docentes diferentes a las tradicionales. Tiene diferentes publicaciones y comunicaciones a congresos relacionadas con esta temática.
