



Aula invertida y trabajo colaborativo en Química

Flipped classroom and collaborative learning in chemistry

Patricia Almendros,¹ Mónica Montoya¹ e Iciar Pablo-Lerchundi¹

Recepción: 15-02-2021

Aceptación: 27-06-2021

Resumen

Implantamos las metodologías activas de aula invertida y trabajo colaborativo dirigido en la asignatura básica de Química del Grado de Ingeniería Agroambiental en la unidad temática dedicada a los equilibrios de precipitación. Participaron 101 estudiantes en los cursos 2018/2019 y 2019/2020. Los resultados muestran que la combinación de estos dos métodos condujo a resultados de aprendizaje significativamente más altos que la tradicional clase magistral con resolución de ejercicios, y revela una mayor motivación del alumnado. Una adecuada combinación de metodologías activas puede ayudar a que el alumnado sea partícipe de su evolución y logros, tanto en las competencias específicas como en las transversales. Sin embargo, el uso de estos métodos no tuvo incidencia en la tasa de abandono de la asignatura, por lo que es necesario realizar mejoras en su desarrollo como la creación de recursos audiovisuales propios o el aumento de la ratio profesor-alumno.

Palabras clave

Aprendizaje activo, enseñanza química, educación superior, evaluación formativa.

Abstract

Two active methodologies (flipped classroom and collaborative work) were applied in a basic Chemistry subject in the unit dedicated to solubility equilibrium in the *BSc Degree in Agro-Environmental Engineering*. Here, 101 students participated in the 2018/2019 and 2019/2020 academic years. Results show that the combination of these two methodologies leads to significant better learning results than the traditional class (master class and problem solving). It also contributes positively to students' motivation. An appropriate combination of active methodologies can help students to participate in their own development and achievements, both in specific and transversal competences. Nevertheless, these methods had no effect on the dropout rate of the subject. It is necessary to improve their implementation by creating our own audiovisual resources or increasing the teacher-student ratio.

Keywords

activity learning, chemistry education, higher education, formative evaluation.

¹Universidad Politécnica de Madrid.

Introducción

El aula invertida (del inglés *Flipped Classroom*) creada por dos profesores de Química de Educación Secundaria —Bergmann y Sams—, es una metodología activa de aprendizaje caracterizada por dedicar el tiempo de clase a trabajos y dinámicas, mientras que los estudiantes revisan previamente los contenidos teóricos, normalmente en vídeo (Bergmann y Sams, 2014; Sams y Bergmann, 2013; Tucker, 2012). De este modo, permite trasladar la parte teórica de la clase y utilizar el tiempo en el aula para llevar a cabo un aprendizaje más interactivo (Herreid y Schiller, 2013). El aula invertida se ha extendido a todos los niveles educativos y ha ganado aceptación en la docencia (Martínez-Olvera, Esquivel-Gómez y Martínez-Castillo, 2014). Esta metodología promueve el rol activo del estudiante (Balverdi, Balverdi, Marchisio y Sales, 2020), impulsándole a utilizar las sesiones de aula para clarificar dudas, resolver ejercicios, realizar debates, etc., de cara a mejorar la aplicación del conocimiento (Sams y Bergmann, 2013). Las estrategias de aprendizaje relacionadas con el trabajo colaborativo se prestan de forma idónea para ello. El aprendizaje o trabajo colaborativo es un proceso en el que un individuo aprende más de lo que aprendería por sí solo, fruto de la interacción de los integrantes de un equipo, quienes saben diferenciar y contrastar sus puntos de vista, de tal manera que llegan a generar un proceso de construcción de conocimiento (Revelo-Sánchez, Collazos-Ordóñez y Jiménez-Toledo, 2018). No consiste simplemente en un trabajo en grupo, ya que posee una serie de características que lo diferencian de otras modalidades de organización grupal (Mora-Vicarioli y Hooper-Simpson, 2016). Entre ellas, destacan la interdependencia entre los miembros del grupo, que presentan habilidades heterogéneas, y la responsabilidad individual de cada uno, que contribuye al alcance de una meta común a través de la realización de tareas (Echazarreta, Prados, Poch y Soler, 2009). El trabajo colaborativo exige, por tanto, habilidades comunicativas, relaciones simétricas y recíprocas, así como un deseo de compartir la resolución de las tareas. Una de sus grandes ventajas es que tanto estudiantes como docentes obtienen información inmediata sobre las dificultades o deficiencias en relación a los conocimientos necesarios para resolver los trabajos propuestos (Wieman y Perkins, 2005), por lo que es posible una respuesta inmediata por parte del profesorado centrada en las dificultades observadas.

Por otro lado, esta metodología permite al alumnado la posibilidad de volver a acceder a los contenidos facilitados por sus profesores, dándoles más control sobre su propio aprendizaje y una mayor responsabilidad en el proceso, fomentando así el aprendizaje autónomo (Balverdi *et al.*, 2020). De este modo, suele tener una repercusión positiva en su motivación y compromiso (Awidi y Paynter, 2019; Chu *et al.*, 2019), así como en su rendimiento académico (Gopalan, 2019; Mason, Shuman y Cook, 2013). Sin embargo, en ocasiones la satisfacción del estudiante disminuye, ya que requiere gran implicación y esfuerzo (Missildine, Fountain, Summers y Gosselin, 2013). Algunos alumnos prefieren el método tradicional de enseñanza mediante clase magistral porque es familiar, cómodo y está centrado en el docente, lo que les requiere poca participación e implicación. Hay estudiantes que expresan opiniones negativas basadas sobre todo en la carga de trabajo y la falta de mayor elaboración teórica en el aula, reflejando una falta de adaptación al rol activo que el nuevo paradigma de enseñanza-aprendizaje les exige (Pablo-Lerchundi *et al.*, 2019).

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto del uso de aula invertida y trabajo colaborativo dirigido en una asignatura básica de Química en el Grado de Ingeniería Agroambiental sobre la tasa de aprobados, la tasa de abandono y la motivación del alumnado.

Características de la asignatura e implementación de metodologías activas

Química 1 es una asignatura obligatoria del primer semestre del Grado en Ingeniería Agroambiental de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas (ETSIAAB) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). En ella se imparten contenidos relacionados con principios básicos de química y sus aplicaciones en la ingeniería. Tiene una carga de 6 créditos ECTS, que suponen 162 horas de trabajo del alumnado (60 horas de trabajo presencial y 102 horas de trabajo no presencial).

Su temario se divide en dos Unidades Temáticas (UT): en la primera UT se tratan disoluciones, operaciones básicas y cinética. En la segunda UT se tratan diferentes equilibrios químicos (ácido-base, redox, equilibrios de precipitación y de complejos). De cara a abordar el amplio temario, y en aras de la mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje, los últimos años se han integrado diferentes metodologías que complementan la clase magistral, siendo una de ellas el aula invertida y su combinación con el trabajo colaborativo dirigido.

Estas metodologías se implementaron en el curso 2017/2018 en un tema de la segunda UT: Equilibrios de precipitación. Se eligió este tema porque sus contenidos son adecuados para que cualquier perfil de alumno pueda alcanzar sin gran dificultad el nivel requerido con el material ofrecido, además de impartirse después de una Prueba Calificada de la UT1 y de la explicación de dos temas de la UT2. A esta altura del curso, con un amplio y complejo temario ya impartido, la mayoría de los alumnos que no han trabajado con constancia la asignatura la abandonan. El objetivo en este momento es reducir el abandono de la asignatura, planteando innovaciones en la forma de impartición. La metodología utilizada puede ayudar no sólo a facilitar el proceso de aprendizaje en este tema, sino también a que los alumnos se sientan más motivados, ya que su implicación resulta imprescindible.

Método

Muestra

La experiencia se llevó a cabo en dos cursos sucesivos (2018/2019 y 2019/2020) con los estudiantes de primer curso del Grado en Ingeniería Agroambiental de la ETSIAAB (UPM) que cursaron la asignatura Química 1.

En el curso 2018/2019 se propuso implementar estas metodologías activas a un grupo de 44 alumnos. El 30,4% cursó el tema siguiendo dicha metodología mientras que un 69,6% prefirió prepararlo utilizando la clase magistral, mediante tutorías grupales donde la profesora explicaba el temario y posteriormente resolvía los ejercicios.

En el segundo curso (2019/2020) se propuso la utilización de estas metodologías a 57 alumnos. Un 49% siguió la técnica de aula invertida y su combinación con aprendizaje colaborativo y el 51% restante prefirió preparar este tema utilizando la clase magistral.

El porcentaje de mujeres y hombres de la muestra fue de 50-50% en el curso 2018/2019 y 40,4-59,6% en el curso 2019/2020. Entre quienes siguieron la temática a través de aula invertida en el curso 2018/2019 la mayoría fueron mujeres (71%), mientras que en 2019/2020 fueron hombres (68%). El alumnado de este grupo se puede definir como heterogéneo y con un nivel muy variable, tanto en cuanto a asimilabilidad de conocimientos como a motivación por aprender y participar. Ninguno de los alumnos había tenido experiencia previa con el modelo de aula invertida a nivel universitario.

Procedimiento e instrumentos

El procedimiento llevado a cabo y el agente responsable de cada etapa se muestra en la Figura 1. Para trabajar el tema “Equilibrios de precipitación” se pusieron a disposición del alumnado en la plataforma Moodle-UPM diferentes enlaces externos a vídeos seleccionados, que cubrían la totalidad del contenido del tema. El material se estructuró en tres bloques, según la dificultad del contenido. Además, miembros del área de Química del Departamento de Química y Tecnología de los alimentos, prepararon y habilitaron al alumnado diferentes documentos: i) apuntes del temario, con información teórica y ejemplos prácticos; ii) presentación del tema (que se utilizó también en las tutorías grupales con los estudiantes que siguieron la clase magistral); iii) hoja de problemas y casos a resolver.

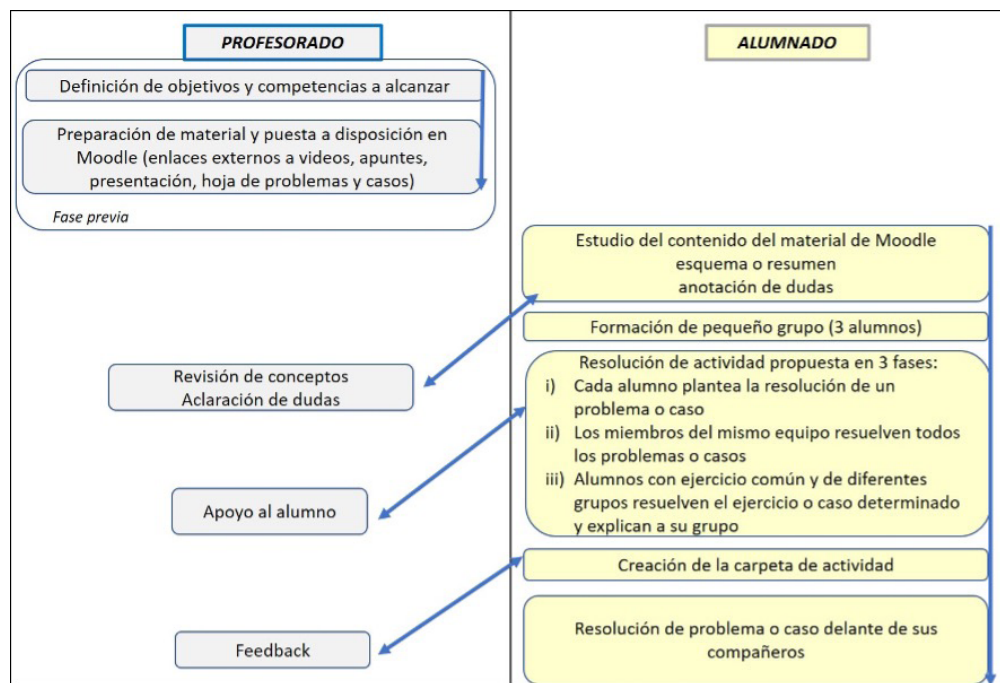


FIGURA 1. Procedimiento llevado a cabo y agente responsable de cada etapa.

Antes del comienzo de este tema los estudiantes debían visualizar los vídeos y trabajar los documentos de apoyo teóricos. Se les aconsejó realizar un esquema o resumen (que las profesoras revisarían) y anotar las dudas. Los alumnos formaron grupos de 3 para trabajar de forma colaborativa en el aula. Se insistió en la necesidad de implicarse en esta actividad, ya que la actitud de cada estudiante repercutiría no sólo en ellos mismos, sino en todos los miembros del grupo. Siguiendo las recomendaciones para el diseño de

actividades de trabajo colaborativo (Jiménez González, 2009), las tareas se plantearon de manera que existiese la necesidad de compartir información de cara a entender conceptos y obtener resultados, la necesidad de dividir el trabajo, así como la necesidad de compartir el conocimiento.

Las clases presenciales se iniciaban con la resolución de las dudas surgidas, profundizando sólo en aquellos aspectos teóricos en los que los estudiantes mostraban alguna dificultad. Seguidamente, se planteaban las actividades de trabajo colaborativo dirigidas a consolidar contenidos, tales como problemas y casos prácticos. Esta etapa se realizaba en 3 fases: i) cada uno de los miembros del equipo recibía al azar un ejercicio o caso práctico del que debía proponer una resolución; ii) pasados 15 minutos los 3 miembros del grupo comenzaban a trabajar de forma colaborativa para resolverlos; si en un grupo determinado los estudiantes no eran capaces de su resolución se llevaba a cabo la fase iii) donde alumnos de diferentes grupos, con un problema o caso común, se juntaban para intentar encontrar una solución. Posteriormente explicaban al resto de los compañeros de su grupo cómo lo habían resuelto. En estas etapas las profesoras tuvieron un papel secundario, aclarando dudas únicamente conceptuales, sin interferir en la resolución de los ejercicios y casos.

Una vez planteada la solución, los alumnos la entregaban, las profesoras la revisaban y anotaban los posibles errores, dando así la oportunidad a cada grupo de repasar y modificar la entrega. En la última clase presencial se eligieron al azar a alumnos de distintos grupos para resolver un ejercicio de los asignados (no necesariamente el asignado en la primera fase a ese alumno). Con ello se pretendía que todos los alumnos se implicaran en la resolución de todos los problemas y casos.

La asignatura se evaluó con dos pruebas calificadas (PC): PC1 (a la finalización de la UT1, con un valor del 32% de la nota final) y la PC2 (con un valor del 43% de la nota final), los ejercicios de clase (10% del valor total) y las prácticas de laboratorio (15%).

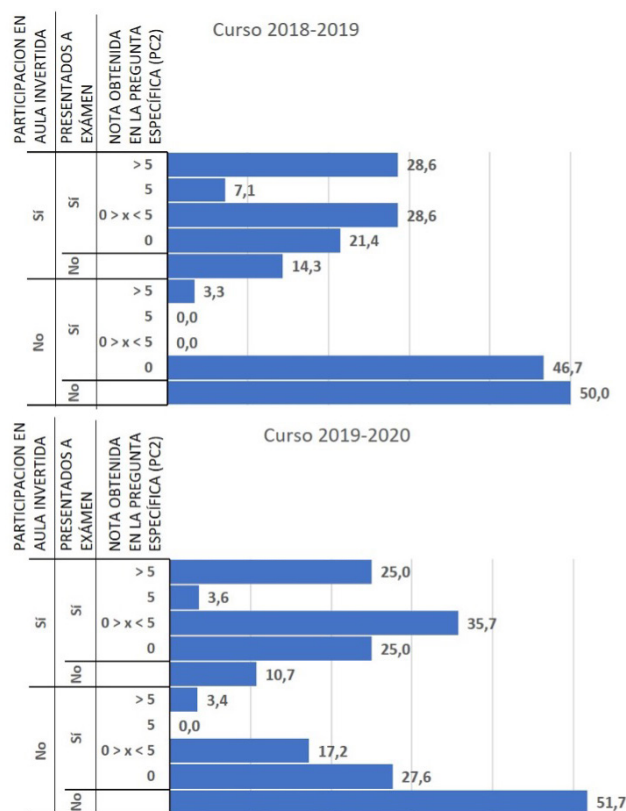
Adicionalmente, en el curso 2019/2020 se pasó una encuesta basada en Sosa-Díaz y Palau Martín (2018), a los alumnos que siguieron aula invertida y trabajo colaborativo dirigido para conocer su valoración (implicación y satisfacción) sobre la metodología implantada. La encuesta, con 11 preguntas de opción múltiple y 4 preguntas abiertas, abordaba la metodología empleada, tiempo dedicado, material utilizado y mejoras propuestas. Para el análisis estadístico de los datos se han tenido en cuenta las notas obtenidas por los alumnos en la pregunta específica del tema en la PC de la convocatoria ordinaria, las notas globales del examen, las notas finales de la asignatura, las notas de clase (que valoran el trabajo continuo de los alumnos y la participación y entrega de los ejercicios de apoyo propuestos) y la tasa de abandono de la asignatura. Se ha realizado un análisis de la varianza (ANOVA) y test de separación de medias (Test LSD, $p < .05$) para determinar la existencia de diferencias significativas, utilizando *Statgraphics-Plus 5.1 software* (Manugistic Inc., Rockville, MD, USA).

Resultados y Discusión

- Influencia de metodologías activas en la nota de evaluación de competencias específicas.

Las competencias específicas que se deben alcanzar en la asignatura Química 1 se evalúan por medio de las dos PC. Este tema (Equilibrios de precipitación) se evalúa en la PC2. Este examen está compuesto por, al menos, una pregunta de cada uno de los diferentes temas estudiados en esta UT, por lo que se toma como referencia la pregunta específica de la PC2 relacionada con los contenidos estudiados mediante metodologías activas. En ambos cursos, el porcentaje de alumnos que obtuvo una nota igual o superior a 5 en la pregunta específica de este tema fue mayor para los alumnos que participaron en el aula invertida que los que no lo hicieron (Figura 2).

FIGURA 2. Porcentajes de alumnos (cursos 2018/2019 y 2019/2020) que participaron o no en las metodologías activas y sus resultados en la pregunta correspondiente a este tema en la PC2 (considerando el valor de la pregunta sobre 10 puntos).



Los alumnos que obtuvieron una nota igual o mayor a 5 en este ejercicio siguiendo el modelo de aula invertida y su combinación con trabajo colaborativo obtuvieron calificaciones de 5,0 (20%); 7,5 (20%) y 8,1 (60%) en el curso 2018/2019 y 5,0 (12,5%); 6,0 (12,5%); 7,5 (12,5%) y 10 (62,5%) en el curso 2019/2020. Los alumnos que superaron este ejercicio siguiendo la clase convencional obtuvieron la puntuación media de 8,1 y 6,0 (cursos 2018/2019 y 2019/2020, respectivamente).

Teniendo en cuenta solamente los alumnos que se presentaron al examen, en ambos cursos se obtuvieron diferencias estadísticas significativas (Test LSD de Fisher, $p < .05$) entre las notas obtenidas en la pregunta referida, por los alumnos que siguieron metodologías activas respecto a los que eligieron la metodología tradicional (curso 2018/2019: = 3,8 vs 0,6; $p < 0.1$ y curso 2019/2020: = 3,5 vs 1,5 $p < 0.05$).

El aula invertida impulsa a los estudiantes a ser responsables de comprender el contenido teórico antes de asistir a las clases, por lo que las actividades propuestas en el aula se han utilizado para que practiquen y, sobre todo, apliquen ese conocimiento a su propio aprendizaje. Esto ha podido ayudarles a enfrentarse con mayor seguridad y éxito a la pregunta del examen relacionada con este tema.

Sin embargo, las diferencias obtenidas en la distribución de notas entre los alumnos que participaron en el aula invertida y los que no también puede deberse a otras razones como su grado de motivación o el absentismo. Como se ha mencionado anteriormente, al contrario del enfoque de otros estudios donde los alumnos son asignados a un determinado grupo con una técnica de enseñanza-aprendizaje establecida (Chu *et al.*, 2019; Mason *et al.*, 2013) los alumnos tuvieron la opción de escoger entre implicarse en esta metodología activa o un método tradicional donde no se favorece la participación del alumno. En general, los alumnos que escogieron la primera opción estuvieron **más motivados y apenas faltaron**

a las clases. Por el contrario, quienes eligieron la segunda opción, apenas asistieron a las tutorías grupales, no presentándose al examen el 50% en 2018/2019 y el 51,7% en 2019/2020. Además, el 46,7% en 2018/2019 y el 27,6% en 2019/2020 dejó el ejercicio en blanco o lo resolvió de una forma totalmente errónea obteniendo 0 puntos (Figura 2).

En la Figura 3 se muestra el porcentaje de alumnos que escogieron las metodologías activas y los que no, según la nota obtenida en la PC1 y la nota de clase que obtuvieron a final de curso.

Se observa que el porcentaje más alto corresponde a alumnos no presentados a la PC1 que eligieron el método tradicional, alcanzándose porcentajes del 38,6% y 33,3%, en los dos cursos. De estos alumnos el 29,5% (2018/2019) y el 26,3% (2019/2020) no se presentaron al examen final, lo que indica que abandonaron la asignatura previamente. De acuerdo con los informes académicos de la asignatura (Almendros, 2020), la tasa de absentismo (calculada como la relación porcentual entre el número de alumnos no presentados a los exámenes y el número de alumnos matriculados) oscila entre 25,9-38,6% (rango de cursos 2014/2015-2019/2020). El 9,1% y 7,0% de los alumnos sí se presentaron al examen final, aunque ninguno superó la asignatura. Es destacable la alta tasa de aprobados de la asignatura de alumnos que superaron la PC1 siguiendo metodologías activas.

En cuanto a la nota de clase (trabajo continuo, participación y entrega de ejercicios de apoyo), la Figura 3 muestra mayores porcentajes de aprobados en la asignatura cuando el alumno obtuvo una nota de clase igual o superior a 5,0. También el porcentaje de estudiantes que aprueba la asignatura es mayor en el caso de quienes siguieron metodologías activas que quienes no lo hicieron.

nota PC1	≥5		<5		NP		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Aula invertida							
2018/2019	22,7%	9,1%	6,8%	20,5%	2,3%	38,6%	100%
superan la asignatura	20,5%	4,5%	4,5%	0%	0%	0%	29,5%
2019/2020	28,1%	14,0%	8,8%	3,5%	12,3%	33,3%	100%
superan la asignatura	22,7%	5,3%	1,8%	0%	0%	0%	29,8%

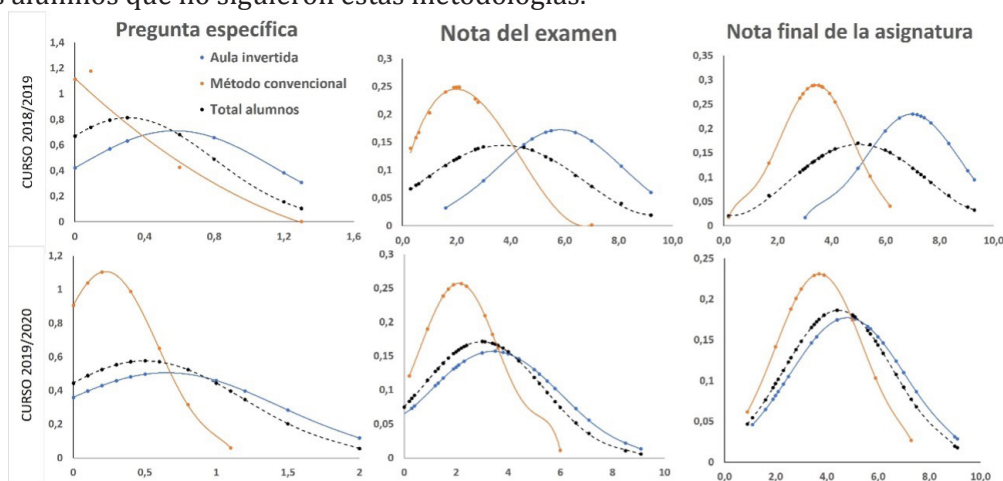
nota clase	≥5		<5		0		
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Aula invertida							
2018/2019	29,5%	9,1%	2,3%	9,1%	0%	50%	100%
superan la asignatura	25,0%	4,5%	0%	0%	0%	0%	29,5%
2019/2020	38,6%	10,5%	7,0%	7,0%	3,5%	33,3%	100%
superan la asignatura	24,5%	5,3%	0%	0%	0%	0%	29,8%

FIGURA 3. Porcentajes de alumnos (respecto al total de matriculados) que superan la asignatura, en función de la nota obtenida en la PC1 o la nota de clase (ambas sobre 10 puntos) y si siguen el tema propuesto por metodologías activas o no.

Estos contrastes entre los alumnos que eligieron metodología activa vs. convencional se hacen visibles en la representación gráfica de la distribución normal de las calificaciones obtenidas en la pregunta del examen, en la nota total del mismo y en la nota final de la asignatura. En la Figura 4 se representa la curva de Gauss que relaciona las notas obtenidas por los alumnos con la proporción relativa de alumnos que obtiene cada puntuación. En el curso 2018/2019 la nota media (centro de la campana) obtenida por los alumnos que

siguieron metodologías activas fue superior en todos los casos (pregunta específica, nota del examen y nota final de la asignatura) respecto a los alumnos que siguieron clase convencional. También se observa que las notas máximas alcanzadas por los alumnos que siguieron aula invertida son más altas que en el caso de los estudiantes que siguieron el método convencional. Es destacable que la distribución de las notas obtenidas en la pregunta específica por los alumnos que siguieron la clase convencional no sigue una distribución gaussiana. En el curso 2019/2020 tanto la nota media como la nota máxima obtenida por los alumnos que siguieron metodologías activas también fue superior a la de los alumnos que no siguieron estas metodologías.

FIGURA 4. Distribución normal (curva de Gauss) que relaciona las notas obtenidas con la proporción relativa de alumnos que obtiene cada calificación de la pregunta específica del examen, la nota total del mismo y la nota final de la asignatura por los alumnos que siguieron metodología convencional, metodologías activas y total de los alumnos en los cursos 2018/2019 y 2019/2020.



Como muestra el desplazamiento de la curva de Gauss, el rendimiento de los estudiantes que siguieron metodologías activas es mayor. En el curso 2019/2020, a diferencia del curso 2018/2019, se observa una mayor dispersión de los valores en las notas, alcanzando puntuaciones altas algunos de los alumnos que siguieron aula invertida y trabajo colaborativo dirigido. Diferentes autores han comprobado que con esta metodología las calificaciones mejoraban (Gopalan, 2019; Mason *et al.*, 2013).

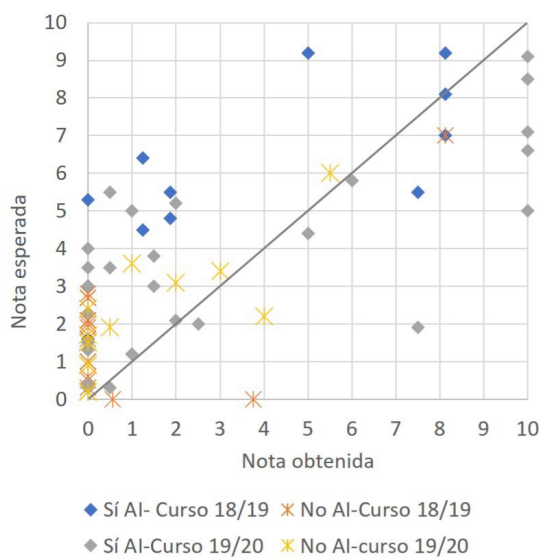


FIGURA 5. Representación de la nota esperada frente a la obtenida en la pregunta específica del examen.

AI: Aula invertida y trabajo colaborativo dirigido

Para analizar la dificultad que tienen los alumnos en este tema específico de la asignatura, se calculó la nota esperada en esa pregunta, a partir de la nota total que cada estudiante había obtenido en el examen, teniendo en cuenta el valor de esta pregunta sobre la puntuación total del examen.

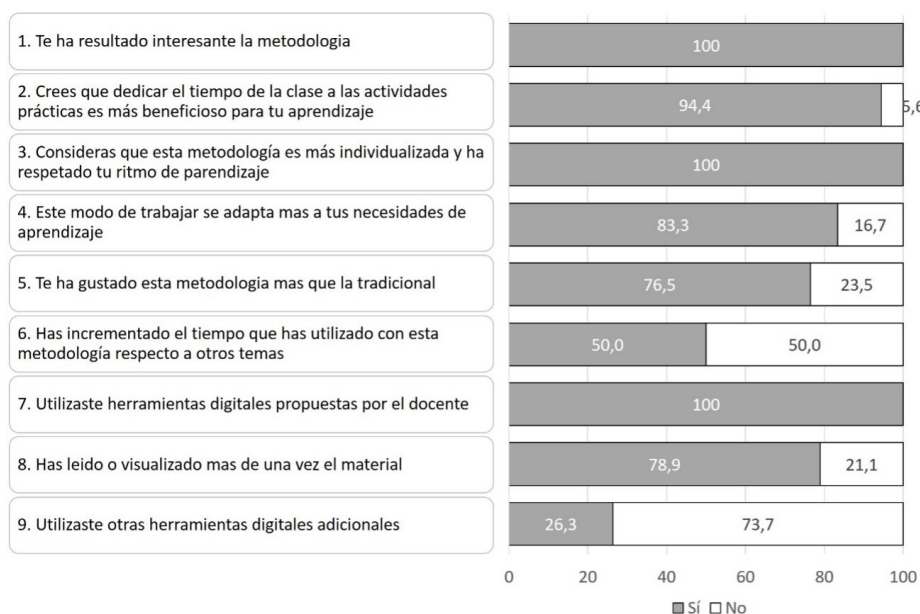
En ambos cursos y métodos de enseñanza-aprendizaje es mayor la proporción de alumnos que obtuvieron una menor nota en la pregunta específica que la esperada (Figura 5). Estos resultados muestran que los alumnos tienen mayores dificultades con esta parte del temario en comparación a otros temas.

- Satisfacción de los alumnos con la participación en metodologías activas.

Los resultados recogidos de las encuestas muestran que, en general, los alumnos estaban satisfechos con las actividades realizadas (Figura 6).

Todos los encuestados indicaron que la metodología de aula invertida y trabajo colaborativo dirigido les resultaba interesante, considerándola más individualizada y que respetaba su ritmo de aprendizaje. El trabajo personal previo permite que el nivel de conocimientos una vez que llega al aula sea más homogéneo, ya que ha podido trabajar los materiales dispuestos a su ritmo y ajustándolo a sus necesidades particulares. Este método permite promover un ritmo individual de avance y desarrollar habilidades de aprendizaje autodirigido (Martínez-Olvera *et al.*, 2014).

Un alto porcentaje de los estudiantes indicó que dedicar el tiempo de clase a actividades prácticas era más beneficioso para su aprendizaje (94,4%) y que este modo de trabajar se adaptaba más a sus necesidades (83,3%). Además, al 76,5% de los encuestados les gustó más esta metodología que la tradicional. Todos los alumnos consideraron que las actividades propuestas en el aula eran de dificultad media y el 94,7% las consideró útiles o muy útiles.



Los ejercicios propuestos "resolucion de ejercicios practicos en el aula" mediante trabajo colaborativo han sido

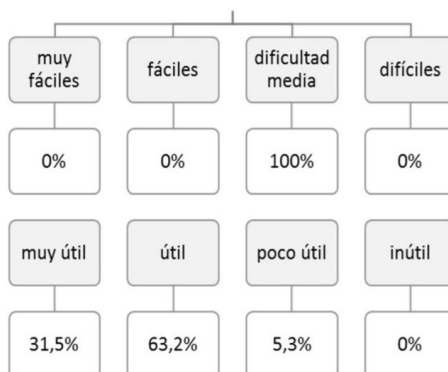


FIGURA 6. Respuestas a la encuesta de los alumnos que siguieron el tema por metodologías activas.

A pesar de los buenos resultados en cuando a la satisfacción entre los estudiantes que siguieron la metodología, el empleo de un cuestionario con preguntas dicotómicas, no permite matizar convenientemente las percepciones. Para paliar esta limitación, se plantea utilizar un cuestionario con escala Likert en estudios futuros.

En las preguntas abiertas los alumnos resaltaron que al seguir el tema mediante metodologías activas necesitan realizar mayor esfuerzo, ya que tienen que resolver los ejercicios con sus propios medios. También comentaron que las dudas surgidas fueron resueltas en ese mismo momento por sus compañeros o las profesoras de una forma más individualizada, ayudándoles a afianzar los conocimientos. Destacaron que la clase fue más dinámica, amena y flexible permitiendo el intercambio de dudas y fomentando el trabajo en grupo. Los comentarios negativos se centraron en que con la metodología tradicional se resuelven un mayor número de ejercicios y los resuelve la profesora, suponiendo un menor esfuerzo para el alumno, lo cual resulta congruente con otros estudios (Missildine *et al.*, 2013; Pablo-Lerchundi *et al.*, 2019). Una adecuada combinación con otras metodologías docentes puede ayudar a que los alumnos sean partícipes de la evolución y los logros adquiridos, tanto en las competencias específicas como en competencias transversales. Hay diversas experiencias que demuestran que el uso de actividades colaborativas entre los alumnos aumenta el interés por el temario y mejora sus calificaciones en la asignatura (Balverdi *et al.*, 2020). No obstante, en esta experiencia no se asignaron roles específicos a los estudiantes para el desempeño de las tareas colaborativas (Echazarreta *et al.*, 2009; Jiménez González, 2009), cuestión a tenerse en cuenta en futuras ediciones.

Por otro lado, la mitad de los estudiantes dedicaron más tiempo al estudio del tema, en comparación a otros temas impartidos de forma convencional. La media de la cantidad de horas de estudio dedicadas fuera del aula fue $2,5 \pm 2,2$ horas. Respecto a las herramientas propuestas por las docentes, el 78,9% de los alumnos lo visualizó más de una vez y el 26,3% utilizó otras herramientas adicionales, como vídeos de plataformas digitales y apuntes de otros cursos.

Las sugerencias del alumnado estaban dirigidas a realizar pausas durante las actividades de trabajo colaborativo para realizar explicaciones y a reducir la duración de los vídeos utilizados para el aula invertida. La primera de las sugerencias percibe una necesidad de mayor apoyo docente en estas sesiones. Aunque las técnicas interactivas de participación se pueden aplicar con elevado número de alumnos (Wieman y Perkins, 2005), no se pueden siempre desarrollar de forma óptima y con la atención correcta a los estudiantes, que en ocasiones tienen que esperar a ser atendidos para resolver cuestiones esenciales o para recibir la guía adecuada. En este caso, la ratio profesor-alumno para el trabajo colaborativo fue de 2:28. La segunda de las sugerencias, relacionada con la extensión de los vídeos para el aula invertida, pone de manifiesto la necesidad de crear recursos audiovisuales propios, considerando los objetivos del tema.

Conclusiones

Este estudio estuvo motivado por la necesidad de reformular las metodologías docentes, que deben centrarse en el alumno como agente activo y en el profesor como guía en el proceso de aprendizaje, pasando a un modelo de aprendizaje activo más acorde al modelo competencial actual. Teniendo en cuenta la cantidad y heterogeneidad de metodologías activas propuestas actualmente, se torna necesario buscar aquellas que puedan

combinarse efectivamente y responder a los objetivos perseguidos en una asignatura o temario concretos. Nuestros resultados sugieren que la combinación de aula invertida y trabajo colaborativo puede mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes en una asignatura de Química, y fomentar el aumento de su nivel motivacional. A pesar de estos buenos resultados, el uso de estos métodos en la temática concreta de "Equilibrios de precipitación" no tuvo ninguna incidencia en la tasa de abandono de la asignatura. Los resultados mostraron que los alumnos tienen dificultades con esta parte de la asignatura en comparación a otros temas. Asimismo, se concluye que es necesario realizar mejoras en la implementación de estas metodologías, creando recursos audiovisuales propios y aumentando la ratio profesor-alumno en el trabajo colaborativo dirigido.

Agradecimientos

Universidad Politécnica de Madrid. Proyecto de Innovación Educativa. Código: IE1819.1201

Referencias

- Almendros, P. (2020). Informe académico. *PR/ES/003 Proceso de Seguimiento de Títulos Oficiales Universidad Politécnica de Madrid*.
- Awidi, I. T., y Paynter, M. (2019). The impact of a flipped classroom approach on student learning experience. *Computers and Education*, 128, 269–283. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.013>
- Balverdi, C. V., Balverdi, M. D. P., Marchisio, P. F., & Sales, A. M. (2020). El modelo "clase invertida" en Química Analítica. *Educación Química*, 31(3), 15-26. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.3.70250>
- Bergmann, J., y Sams, A. (2014). Dale la vuelta a tu clase. *Madrid: Ediciones SM*.
- Chu, T., Wang, J., Monrouxe, L., Sung, Y., Kuo, C., Ho, L. e Id, Y. L. (2019). The effects of the flipped classroom in teaching evidence based nursing : A quasi-experimental study. *PLoS ONE*, 15, 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210606>
- Echazarreta, C., Prados, F., Poch, J., y Soler, J. (2009). La competencia "El trabajo colaborativo": una oportunidad para incorporar las TIC en la didáctica universitaria. Descripción de la experiencia con la plataforma ACME (UdG). *UOC Papers: Revista Sobre La Sociedad Del Conocimiento*, 8.
- Gopalan, C. (2019). Effect of flipped teaching on student performance and perceptions in an Introductory Physiology course. *Advances in Physiology Education*, 43, 28–33. <https://doi.org/10.1152/advan.00051.2018>
- Herreid, C. F., y Schiller, N. A. (2013). Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, 42(5), 62–66. <https://www.jstor.org/stable/43631584>
- Jiménez González, K. (2009). Propuesta estratégica y metodológica para la gestión en el trabajo colaborativo. *Revista Educación*, 33(2), 95-107.

- Sosa Díaz, M. J., y Palau Martín, R. F. (2018). Flipped Classroom en la Formación Inicial del Profesorado: Perspectiva del alumnado. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 16(2), 249-264. <http://hdl.handle.net/10251/114666>
- Martínez-Olvera, W., Esquivel-Gámez, I., y Martínez-Castillo, J. (2014). Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje : Origen , Sustento e Implicaciones. *Los Modelos Tecno-Educativos, Revolucionando El Aprendizaje Del Siglo XXI, November 2016*, 143-160. <http://aprendizaje20.blogspot.com.es/2015/06/los-modelos-tecno-educativos.html>
- Mason, G. S., Shuman, T. R., y Cook, K. E. (2013). Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course. *IEEE Transactions on Education*, 56(4), 430-435. <https://doi.org/10.1109/TE.2013.2249066>
- Missildine, K., Fountain, R., Summers, L., y Gosselin, K. (2013). Flipping the Classroom to Improve Student Performance and Satisfaction. *Journal of Nursing Education*, 52(10), 597-600. <https://doi.org/10.3928/01484834-20130919-03>
- Mora-Vicarioli, F., y Hooper-Simpson, C. (2016). Trabajo colaborativo en ambientes virtuales de aprendizaje: Algunas reflexiones y perspectivas estudiantiles. *Revista Electrónica Educare*, 20(2), 1-26. <https://doi.org/10.15359/ree.20-2.19>
- Pablo-Lerchundi, I., Núñez del Río, J., Martí Blanc, G., Martín-Núñez, J., y Sánchez-Núñez, J. (2019). Flipped classroom en la formación del profesorado de Secundaria: la percepción de los estudiantes . *XIX Congreso Internacional de Investigación Educativa: Investigación Comprometida Para La Transformación Social*, 931-937.
- Revelo-Sánchez, O., Collazos-Ordóñez, C. A., y Jiménez-Toledo, J. A. (2018). El trabajo colaborativo como estrategia didáctica para la enseñanza/aprendizaje de la programación: una revisión sistemática de literatura. *TecnoLógicas*, 21(41), 115-134.
- Sams, A., y Bergmann, J. (2013). Flip your students' learning. *Educational Leadership*, 70(6), 16-20.
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education Next*, 12(1), 82-83.
- Wieman, C., y Perkins, K. (2005). Transforming physics education. *Physics Today*, 58(11), 36.