

Rendimiento de metodologías de aprendizaje mixto en docencia reglada universitaria: diseño de una herramienta de evaluación de las competencias geométricas

José Carlos Piñero Charlo*, María Teresa Costado Dios*

* Departamento de Didáctica (área de Didáctica de la Matemática), Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz

josecarlos.pinero@uca.es

RESUMEN: En el afán de ir más allá en la implementación de estrategias de aprendizaje basado en problemas (PBL) para la enseñanza de conocimientos relacionados con el ámbito de la geometría, los enfoques para promover el aprendizaje digital se están volviendo cada vez más diversos, difundidos y generalmente bien aceptados.

En esta contribución presentamos los resultados obtenidos al desarrollar un aprendizaje mixto (presencial y virtual) para trabajar el desarrollo y evaluación de competencias ligadas al desarrollo del conocimiento espacial y geométrico en estudiantes de maestro. Este estudio se enmarca en un esfuerzo continuado por implementar metodologías de aprendizaje mixto, presentando los resultados acumulados tras varios cursos de experiencia y analizando, en particular, la utilidad de este tipo de estrategias para el estudio de la geometría.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje mixto, evaluación, geometría, espacio.

INTRODUCCIÓN

El término “aprendizaje mixto” se aplica generalmente al uso práctico de experiencias de docencia presencial y en línea en ámbitos de enseñanza reglada [1]. En un curso de aprendizaje mixto, por ejemplo, los estudiantes asisten a clases dirigidas por un profesor (en una disposición de clases tradicional), completando o complementando la docencia con lecciones online fuera del aula. En este caso, el tiempo de clase puede ser reemplazado o complementado (según el enfoque del profesor) por dichas experiencias online, de forma que los estudiantes puedan trabajar los conocimientos y contenidos del curso utilizando ambos recursos. Las experiencias “online” y de asistencia personal al aula deben ser paralelas y complementarias. También conocido como “aprendizaje híbrido” o “modo mixto de aprendizaje”, las experiencias de aprendizaje mixto varían enormemente de centro a centro.

Por ejemplo, una experiencia de aprendizaje mixto podría darse en un centro en el que sólo participen de la experiencia unos cuantos docentes; o podría ser la forma dominante en el programa académico diseñado. El aprendizaje online podría ser un componente menor como parte de un curso basado en clases presenciales. Otras herramientas complementarias a las lecciones en video podrían ser tutorías en video, chats, foros de debate y otras experiencias de aprendizaje disponibles como actividades online que permitan al estudiante una interacción suficiente como para una atención primaria a sus necesidades. De hecho, en algunos planteamientos, los estudiantes podrían trabajar independientemente partiendo de lecciones en video, proyectos o asignaciones de trabajo fuera del aula (siempre y cuando cualquiera de estos procedimientos esté acompañado de reuniones periódicas con el profesor, de manera que pueda supervisarse el proceso de aprendizaje, hacer preguntas, o dar asistencia al estudiante).

En otros casos los estudiantes podrían emplear el tiempo en asistencia tradicional a clases presenciales, dedicando un tiempo previo de trabajo online independiente (esta

aproximación es conocida como “aprendizaje invertido” [2], si bien esta aproximación se está volviendo cada vez más “mixta” [3]).

METODOLOGÍA

Durante la última década, educadores e investigadores han reconocido la importancia del aprendizaje autorregulado [4] y centrado en el estudiante [5]. Partiendo de este punto, es comprensible que las aproximaciones mixtas estén atrayendo una creciente atención en el sector educativo [6]. En un módulo educativo mixto, los estudiantes pueden autorregular su proceso de aprendizaje completando tareas previas a las secciones presenciales, tales como el visionado de videos o la ejecución de ejercicios online.

En sentido estricto, no existe una concreción sobre el tiempo que debe dedicarse a actividades online en un módulo invertido. Sin embargo, de acuerdo con la bibliografía [7],

Entornos de enseñanza según su uso de recursos online		
<i>Impartido virtualmente</i>	<i>Tipo de modulo o curso</i>	<i>Descripción</i>
0%	Tradicional	Curso sin uso de tecnología en línea, su contenido es impartido completamente de manera oral o escrita.
1-29%	Recursos web	El curso facilita recursos online o páginas web para apoyar el desarrollo curricular.
30-79%	Mixto	Un porcentaje significativo de la docencia se imparte virtualmente y se complementa con docencia presencial.
+80%	Invertido	Un curso en el que todos los contenidos (o la inmensa mayoría) son impartidos online.

Tabla 1: Vista general de distintos entornos de enseñanza según su uso de recursos online.

podemos concluir que una docencia “mixta” es aquella que conserva una proporción del 30 al 79% de su docencia para ser impartida virtualmente. De hecho, podemos estructurar los entornos de enseñanza con respecto a los recursos online según los casos reconocidos en la tabla 1 (adaptado desde [7]). En el caso que nos ocupa, asumimos un porcentaje de docencia online del 35% en el que la mayor parte de los elementos teóricos del bloque temático seleccionado se imparten mediante docencia online y los aspectos prácticos se trabajan siempre en sesiones presenciales.

Elementos de diseño

Tal como mencionamos en anteriores estudios [8], [9], los planes de trabajo deben incluir las actividades, recursos y apoyos correspondientes que, además, deben ser accesibles y comprensibles desde un primer momento. En el caso que nos ocupa (y de acuerdo con el modelo presentado en [8]) hemos diseñado una secuencia de logros de aprendizaje vinculadas al uso de los siguientes elementos:

- Recursos: artículos y documentos facilitados en el campus virtual. Vídeos explicativos seleccionados por el docente, disponibles en el campus virtual.
 - En conexión con las actividades, se facilita el recurso online “geogebra” para la simulación y ensayo de actividades de geometría dinámica.
 - Igualmente se discuten los elementos a tener en cuenta para “modelar” situaciones-problema de tipo geométrico.
- Actividades: se plantean retos y desafíos vinculados a la resolución de problemas de solución múltiple.
- Apoyos: Se establece una programación clara que el estudiante posee por adelantado, con una secuencia de actividades temporizada, fechas de docencia y entrega definidas (de manera que el estudiante pueda autogestionar su tiempo, con el único objetivo final de cumplir las entregas).

Durante la implementación de la experiencia, se hizo especial énfasis en resaltar la importancia de la colaboración entre estudiantes y el aprendizaje entre iguales. Se diseñaron actividades cooperativas y se facilitaron casos de estudio en discusiones no monitorizadas.

El papel del error

La presencia permanente de errores en la adquisición y consolidación del conocimiento humano es una cuestión compleja y delicada. El error es conocimiento deficiente e incompleto, pero es también una fuente de posibilidades y una realidad permanente en el conocimiento científico verdadero (de hecho, el desarrollo del conocimiento científico está plagado de errores). Sin embargo, los procesos de aprendizaje incluyen errores sistemáticos, que son objeto de estudio por los expertos en didáctica.

Sin pretender profundizar en los fundamentos epistemológicos, consideramos que el error es una posibilidad permanente de adquisición y consolidación de conocimientos y que puede llegar a formar parte del conocimiento científico. Esta posibilidad no es una mera hipótesis, basta con observar lo que ha ocurrido a lo largo de la historia de diversas disciplinas en las que se han aceptado como conocimiento

válido multitud de conceptos que, hoy día, sabemos que son erróneos. Por lo tanto, consideramos que el error es una posibilidad de aprendizaje (tal como propone Popper en “conjeturas y refutaciones” [10]).

La particular obsesión por la formación en el conocimiento matemático puramente aritmético (una deformación particular del sistema español) produce estudiantes con marcadas dificultades en la resolución de problemas geométricos debidos, en particular, a su escasa visión espacial (como veremos en este mismo artículo). La resolución de problemas geométricos es un escenario de producción de errores que nos permite utilizarlo como parte constituyente en la adquisición de conocimientos del alumno. Este escenario de presencia del error se complementa con la necesidad de un ejercicio constante de crítica, que someta a prueba los conocimientos y aproximaciones a la verdad. De hecho, los errores pueden contribuir positivamente en el proceso de aprendizaje, pero estos no aparecen por azar sino que surgen en un marco conceptual consistente (basado sobre conocimientos adquiridos previamente).

En la práctica, todo proceso de instrucción es potencialmente un generador de errores; siendo el aula (la clase presencial) el escenario ideal en el que se practica una crítica y una puesta a prueba de los conocimientos de los estudiantes.

En este sentido, nuestra experiencia se tiene como objetivo poder centrar los esfuerzos del docente en el reconocimiento de errores del estudiante, ya que el conocimiento nace en contra de un conocimiento anterior, destruyendo los conocimientos mal adquiridos y superándolos.

Procedimiento de análisis y auto-análisis

Se facilita a los estudiantes un modelo de análisis didáctico [11], que será utilizado una vez se presentan los resultados de los primeros problemas resueltos. Dicha herramienta de análisis resulta útil para sistematizar la identificación de conocimientos movilizados, estrategias que pueden desarrollarse, elementos que deben evaluarse, etc. En este sentido, pretendemos el desarrollo de las siguientes competencias matemáticas específicas:

- Pensar matemáticamente: entendiéndolo por esto la capacidad para distinguir entre distintos tipos de enunciados (condicional, conjetura, definición...) y la ampliación de la extensión de un concepto mediante la abstracción de sus propiedades.
- Plantear y resolver problemas matemáticos: identificando, definiendo y planteando diferentes tipos de problemas geométricos.
- Modelar matemáticamente: Diseñar, analizar, traducir e interpretar los elementos del modelo en términos del mundo real.
- Representar entidades matemáticas: Entendiéndolo y utilizando relaciones entre diferentes representaciones de una misma entidad y escogiendo entre varias representaciones de acuerdo con la situación y el propósito.
- Utilizar herramientas (incluyendo tecnologías): conocer y utilizar de modo reflexivo diferentes herramientas y ayudas para la actividad matemática,

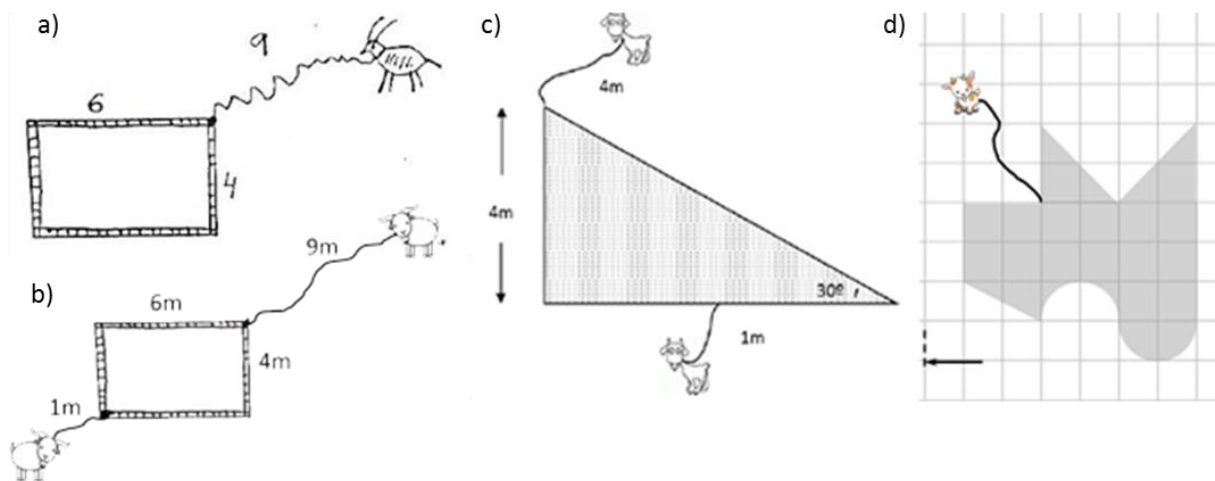


Figura 1: Ejemplos de la evolución en la dificultad de uno de los problemas planteados para establecer un modelo de razonamiento y resolución.

considerando su alcance y sus posibles limitaciones (se analizan y discuten razonadamente).

RESULTADOS

Para limitar la extensión del presente artículo, centraremos la problemática en la evolución de un determinado tipo de problema geométrico en el que se plantea a los estudiantes el cálculo del área total que es capaz de pastar una cabra atada a un recinto con distintas formas. Se planteó una dinámica de dificultad creciente en la que los estudiantes podían hacer uso de recursos manipulativos, online y momentos de discusión grupal.

El contexto educativo

Los resultados que a continuación se presentan deben entenderse dentro de su contexto educativo correspondiente. En este caso hablamos de un grupo de 66 estudiantes del grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz. Este grupo corresponde con el segundo año del grado, con lo que la edad media de los estudiantes es de 20 años. La asignatura correspondiente (didáctica de las matemáticas 1) posee un subgrupo bilingüe, que corresponde con nuestra muestra (a pesar de que en este estudio no se plantea ningún elemento de bilingüismo).

Los criterios de evaluación

En el contexto particular del grado en Educación Primaria, la distinta formación inicial de los futuros maestros dificulta sobremanera la labor de homogeneizar capacidades. Es por eso que la selección de capacidades a evaluar sigue el criterio de valorar la habilidad para analizar regularidades, formular resultados generales... y otros elementos que pueden resultar transversales. En este sentido, las capacidades evaluadas, en conexión con las competencias mencionadas, figuran relacionadas en la tabla 2.

Evolución y dificultades detectadas

Los resultados obtenidos en este apartado son lo suficientemente complejos como para suponer el primer paso en un estudio mayor, a fin de profundizar en los sesgos y

dificultades que presentan los estudiantes de maestro... ya que, como se ha indicado anteriormente, el diseño de las actividades ha seguido un patrón de dificultad creciente. Es de esperar que los estudiantes desarrollen la capacidad de establecer patrones geométricos y estrategias de resolución de problemas comunes a las distintas variantes de un mismo problema (como por ejemplo el de la Figura 1). Sin embargo, los resultados obtenidos siguen mostrando un conocimiento sesgado y una resistencia al razonamiento.

En la Figura 2 se aprecian las soluciones facilitadas por varios estudiantes que aún muestran errores de razonamiento (cuando no la ausencia total del mismo). En particular se revelan dificultades para:

- Establecer una estrategia de resolución de problemas que sea extensible y generalizable a todos los problemas de este tipo.
- Expresar mediante lenguaje matemático la codificación geométrica propuesta.
- Comprobar la validez del resultado mediante la interacción con otros iguales.
- Usar las herramientas facilitadas.

A pesar de que los casos presentados en la Figura 2 no son los mayoritarios, no es menos cierto que persiste una cierta resistencia a razonar; mientras se mantiene inalterada la

Competencia	Capacidades
Pensar matemáticamente	Descubrir regularidades. Usar estrategias de resolución de problemas (simplificación, generalización, particularización...)
Plantear y resolver problemas matemáticos	Interpretar y comprobar la validez de un resultado. Perseverar en la búsqueda de soluciones.
Modelar matemáticamente	Expresar mediante lenguaje matemático las relaciones planteadas.
Representar entidades matemáticas	Traducir expresiones algebraicas e interpretarlas como relaciones geométricas y viceversa.
Utilizar herramientas	Autonomía en el uso de las herramientas facilitadas. Desarrollar un criterio para seleccionar la mejor herramienta en cada caso.

Tabla 2: Relación de competencias y capacidades trabajadas.

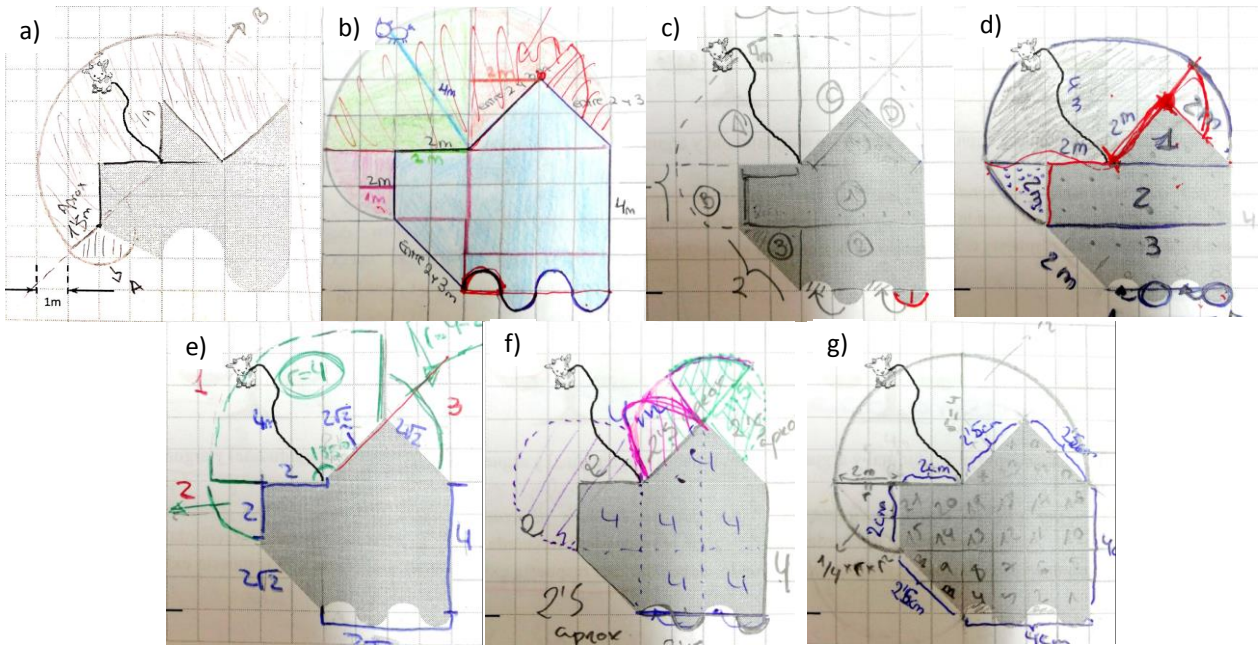


Figura 2: Recopilación de algunos de los errores más comunes que persisten.

pretensión de memorizar problemas similares y “copiar” el resultado de dicho problema sin tener en cuenta las adaptaciones oportunas. El escaso desarrollo de las capacidades y conocimientos vinculados a la geometría hace predecible que el desarrollo competencial de los estudiantes, en lo tocante a las competencias específicas relacionadas con las matemáticas, sea escaso.

Esta patente limitación en el conocimiento actúa como cuello de botella e imposibilita el correcto desarrollo de una lección de aprendizaje mixto de geometría (ya que por su naturaleza está fuertemente centrada en el desarrollo de la autonomía del estudiante y esta es casi inexistente). Conviene contrastar este resultado con el más positivo resultado obtenido al trabajar algoritmos y conocimientos aritméticos mediante aprendizaje mixto [8]. A pesar de esta evolución desigual en la progresión de conocimientos de los estudiantes, las encuestas realizadas reflejan una acogida enormemente positiva de esta nueva metodología. En particular, la Figura 3 presenta los resultados obtenidos al preguntar a los

estudiantes por la utilidad de esta metodología para facilitar la adquisición de conocimientos y el desarrollo de competencias. Se observa que la respuesta, absolutamente mayoritaria, es de un alto grado de acuerdo con la metodología.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La docencia universitaria es un campo de actividad complejo. Por ejemplo, una filosofía de trabajo que aplicada en una asignatura determinada resulte en un éxito rotundo en su docencia puede dar lugar a resultados desastrosos cuando se aplica en condiciones ligeramente diferentes.

Muchos son los condicionantes que afectan a la eficacia del proceso docente: el área de conocimiento, el número de alumnos, el tipo de aula, el carácter de los alumnos, el del profesor,... Esta diversidad de variables es la que hace que la docencia en la Universidad represente una tarea compleja a la par que apasionante y no carente de los elementos implicados en cualquier investigación.

En este sentido, las conclusiones de este estudio no dejan de ser tremendamente parciales y requieren de cierta continuidad a fin de evidenciar el posible sesgo en el conocimiento que parece deducirse de los resultados.

Como conclusión general podemos afirmar que la metodología resulta parcialmente exitosa. En estudios anteriores hemos demostrado un gran rendimiento de la metodología para la enseñanza de nuevos algoritmos; sin embargo el rendimiento obtenido al trabajar el ámbito geométrico es sensiblemente peor. Pensamos que esto se debe, fundamentalmente, a una pésima formación inicial de los estudiantes en cuanto a conocimiento geométrico y destrezas matemáticas se refiere.

La resolución de esta problemática lleva aparejado un proceso de formación y seguimiento continuado [12] a fin de identificar, categorizar y tratar los errores sistemáticos encontrados en los estudiantes.

Los elementos de innovación docente han favorecido la comprensión

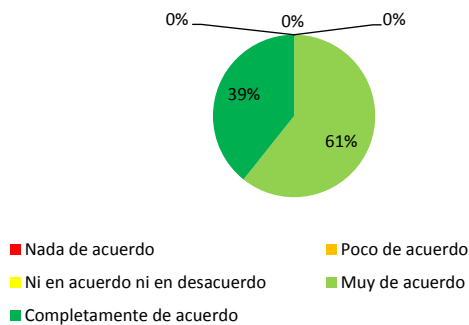


Figura 3: Respuesta de los estudiantes al ser preguntados por su grado de adecuación a la afirmación “Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura”.

REFERENCIAS

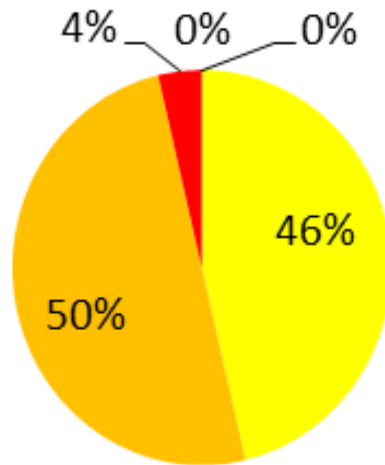
- [1] D. R. Garrison and H. Kanuka, "Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education," *Internet High. Educ.*, vol. 7, no. 2, pp. 95–105, 2004.
- [2] J. F. Strayer, "How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation," *Learn. Environ. Res.*, vol. 15, no. 2, pp. 171–193, 2012.
- [3] I. le Roux and L. Nagel, "Seeking the best blend for deep learning in a flipped classroom – viewing student perceptions through the Community of Inquiry lens," *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, vol. 15, no. 1, 2018.
- [4] F. Torrano Montalvo and M. del C. González Torres, "El aprendizaje autorregulado presente y futuro de la investigación," *Rev. electrónica Investig. Psicoeduc.*, vol. 2(1), pp. 1–34, 2004.
- [5] E. Román-Cao and J. I. Herrera-Rodríguez, "Aprendizaje centrado en el trabajo independiente," *Educ. y Educ.*, vol. 13 (1), 2010.
- [6] A. Bartolomé Pina, "Entornos De Aprendizaje Mixto En Educación Superior," *Rev. Iberoam. Educ. a Distancia*, vol. 11, no. 1, pp. 15–51, 2008.
- [7] I. E. Allen and J. Seaman, *Class Differences: Online Education in the United States*. Sloan Consortium, 2010.
- [8] J. C. Piñero Charlo and M. del C. Canto López, "Eficacia comparativa de métodos de aprendizaje mixto en la enseñanza de nuevos algoritmos a maestros en formación: estudio de un caso para la elaboración de directrices de diseño," *Brazilian J. Dev.*, vol. 5, no. 6, pp. 7431–7444, 2019.
- [9] J. C. Piñero Charlo, "Un paso más en el aprendizaje basado en problemas: aprendizaje mixto en la universidad," in *Libro de actas - II Jornadas de Innovación Docente Universitaria UCA*, Universidad de Cádiz, 2017, pp. 62–67.
- [10] K. Popper, *Conjeturas y refutaciones*, K. Popper. 1996.
- [11] V. Font, N. Planas, and J. D. Godino, "Modelo para el análisis didáctico en educación matemática," *Infanc. y Aprendiz. J. Study Educ. Dev.*, vol. 33, no. 1, pp. 89–105, 2010.
- [12] M. T. Costado Dios and J. C. Piñero Charlo, "Proceso coordinado de formación de maestros del Grado de Educación Primaria," *Brazilian J. Dev.*, vol. 5, no. 6, pp. 6130–6135, 2019.

ANEXOS

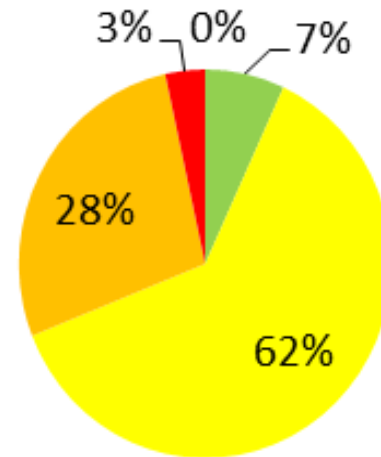
[sol-201800112585-tra_Anexo 1.pdf](#)

Valoración del grado de dificultad

Antes de implementar la propuesta



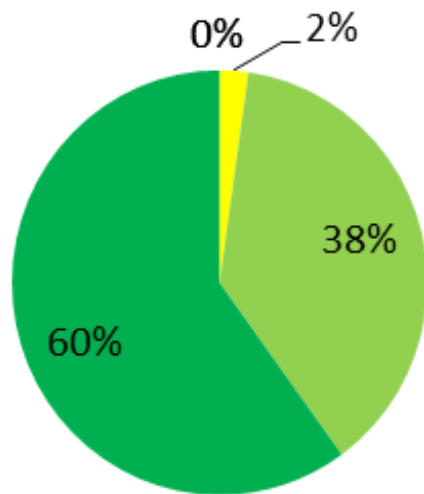
Una vez implementada la propuesta



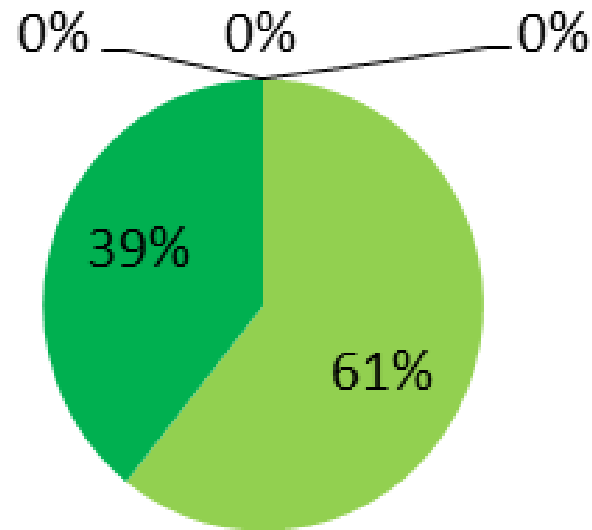
■ Ninguna dificultad ■ Poca dificultad ■ Dificultad media ■ Bastante dificultad ■ Mucha dificultad

Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura

Curso 2017/18



Curso 2018/19



■ 1 Muy poco ■ 2 Poco ■ 3 Algo ■ 4 Bastante ■ 5 Mucho