

Implantación de técnicas de aprendizaje mixto en docencia reglada universitaria: metodologías alternativas para el aprendizaje y la enseñanza de la didáctica de las matemáticas

José Carlos Piñero Charlo*

*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 de los métodos basados en clases magistrales para la implementación del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de conocimientos relacionados con el ámbito de las matemáticas en educación universitaria, los enfoques para promover el aprendizaje digital se están volviendo cada vez más diversos, difundidos y generalmente bien aceptados dentro de la educación universitaria. Esta nueva etapa enfatiza en el creciente impacto de factores externos emergentes que, creemos, pueden promover un mayor uso de metodologías digitales. Estos factores contextuales incluyen: (i) Un creciente compromiso con el currículo basado en competencias, que focaliza en el aprendizaje de competencias específicas (incluidas competencias tecnológicas y de trabajo en equipo). (ii) Los avances en los medios digitales, que incrementan las posibilidades de desarrollo de los contenidos fuera del aula, liberando recursos para sintetizar y aplicar dichos conceptos. Sin embargo, la adopción de tales enfoques está entrando en una nueva y difícil era, enfrentando desafíos persistentes, entre los cuales se encuentra la falta de directrices útiles.

En la presente contribución, pretendemos demostrar consistentemente resultados de excelencia) cuando se utilizan tales métodos y estrategias de aprendizaje, evidenciados mediante la puesta en práctica de dicha metodología en la docencia de asignaturas universitarias durante el curso 2017-18. Concretamente, en esta experiencia se ha trabajado la enseñanza del Algoritmo Basado en Números (ABN) partiendo desde diferentes perspectivas metodológicas en distintos grupos de la misma asignatura del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz. La metodología empleada, de clases invertidas, se ha puesto en funcionamiento facilitando recursos en distintos soportes a los distintos grupos de trabajo (lecciones en video o lecciones en texto) a fin de discriminar el rendimiento de estos recursos.

De igual manera, facilitaremos las directrices y métodos utilizados para su puesta en práctica en el contexto específico mencionado, así como los resultados de aprendizaje y las impresiones de los alumnos que han cursado dicha asignatura.

PALABRAS CLAVE (*se indexarán para facilitar la búsqueda de este documento*): proyecto, innovación, mejora, docente, didáctica, matemáticas, aprendizaje mixto.

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]).

CAMBIO DE CICLO: NUEVAS NECESIDADES, NUEVAS TECNOLOGÍAS

La metodología de aprendizaje correlaciona directamente con la filosofía de trabajo del aprendizaje basado en problemas (PBL). La implantación del PBL, a finales de los 80, representó un punto de inflexión en el marco de la educación y la enseñanza. Sirvió como punto de referencia desde el que considerar las actuales tendencias en aprendizaje colaborativo y, entre 1988 y 2010, las referencias en torno al método PBL lo colocaron como el 4º tipo de artículo más citado en artículos de alto impacto en un campo de tanta importancia y respeto

profesional como la enseñanza en medicina [4]. Este último dato apunta a que los métodos basados en resolución de problemas han alcanzado un porcentaje de implantación significativa. Con el paso de los años, otras opciones han ido emergiendo [5], aunque ninguno de estos diversos modelos de enseñanza ha acabado dominando el panorama educativo.

Adaptar la docencia para dar cabida a estas nuevas metodologías implica adoptar métodos que enfatizan en la aplicación y en la consolidación del contenido, así como en el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo y de búsqueda de información (habilidades que están en consonancia con las actuales demandas de la sociedad y que pueden verse potenciadas mediante el uso de nuevas tecnologías).

De acuerdo con esta tendencia, ahora es posible vislumbrar que las clases magistrales (con el objetivo de cubrir todo el contenido del curso) acabarán siendo una herramienta obsoleta a medida que los estudiantes demanden una enseñanza adaptada a su tiempo y sus ritmos. De hecho, los métodos que permiten ir más allá de la docencia basada en clases magistrales y que facilitan la implementación de metodologías de aprendizaje basado en problemas son el principal motivo de mejora en el rendimiento académico en el ámbito de las matemáticas en educación universitaria [6].

De hecho, durante la pasada década, las opciones de aprendizaje online se han ido haciendo más extensivas universidades de prestigio como el Instituto Tecnológico de Massachusetts (donde ya implementan metodologías de aprendizaje mixto en la mayoría de su oferta docente [7], siendo líderes en campos como la ingeniería mecánica [8]).

A pesar de este notorio cambio de ciclo, muchas instituciones ven ralentizada su implementación (o son reacias a adoptar este tipo de metodología) por una variedad de razones que van desde una financiación inadecuada, falta de medios tecnológicos o redes computacionales para organizar y almacenar la información de manera efectiva, etcétera. Además, la adopción de estos enfoques está entrando en una nueva y difícil era, enfrentando desafíos persistentes entre los cuales se encuentra la falta de directrices útiles [9]. De hecho, uno de los mayores impedimentos para el desarrollo de este tipo de metodologías es el hecho de que requiere una reforma “de facto” de las estrategias empleadas por los docentes. Es decir: incorporar estrategias de aprendizaje mixto implica forzar a los profesores a cambiar la forma en la que históricamente han instruido e interactuado con sus estudiantes. Por ejemplo: si profesores y estudiantes asumen de forma extensiva un aprendizaje mixto, llevaría a reexaminar la programación docente y repensar cómo se estructuran las clases en la universidad.

DIFICULTADES Y ERRORES: USO DEL ERROR EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

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 enseñanza de nuevos algoritmos de cálculo 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.

Sería ideal, por tanto, 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. Para acotar el campo de estudio, definiremos las dificultades más comunes de los algoritmos trabajados bajo ambas metodologías.

Dificultades comunes del algoritmo ABN

Los errores y dificultades más comunes en este algoritmo no dependen del método en sí, sino de otras circunstancias como:

- Requiere un buen dominio de la numeración
- La falta de formación previa en este algoritmo
- La falta de formación en los materiales didácticos necesarios para la enseñanza del algoritmo
- La tendencia del alumnado menos avanzado a esforzarse por alcanzar el estado de cálculo de otros compañeros, forzando el salto de etapas y distorsionando la evolución natural a la cual se llega con la realización de ejercicios

Dificultades comunes del algoritmo tradicional

Los errores y dificultades más comunes en este algoritmo están relacionados con:

- Errores en la posicionalidad y en la colocación de los términos a operar
- En multiplicación, dificultades en la existencia (o no) de ceros intercalados
- En división, dificultades en la existencia (o no) de ceros al cociente intermedio o final
- Errores o dificultades en las llevadas

He utilizado los recursos que se facilitaron con anterioridad a la correspondiente sesión presencial

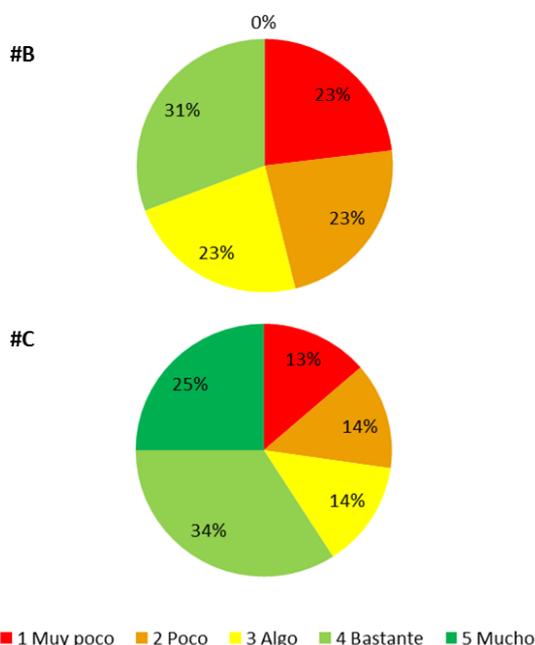


Figura 1 Estadística y seguimiento del uso del material facilitado a ambos grupos con anterioridad a la correspondiente sesión presencial

Los recursos facilitados me han sido de ayuda

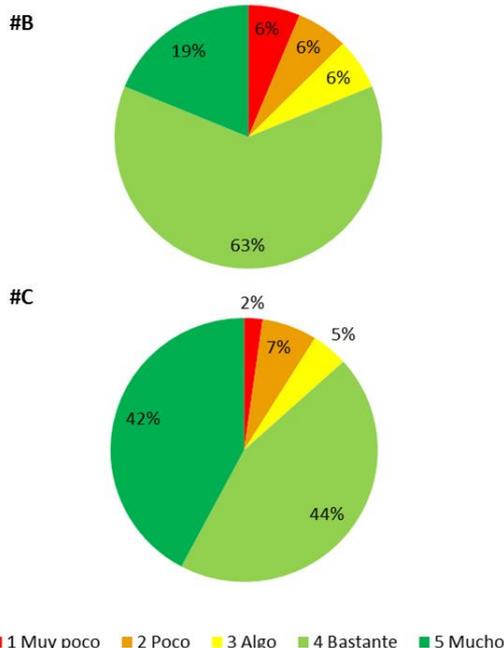


Figura 2 Consideración de los estudiantes sobre la utilidad y el nivel de uso de los recursos facilitados

APRENDIZAJE MIXTO APLICADO A LA ENSEÑANZA DE ALGORITMOS A MAESTROS EN FORMACIÓN

En la presente contribución se muestra una comparativa de rendimiento en la enseñanza de los algoritmos ABN y tradicional a maestros en formación (pertenecientes al grado en Educación Primaria de la Universidad de Cádiz) en la asignatura "Didáctica de la Matemática 1" siguiendo dos estrategias formativas diferentes:

- Grupo #B: enseñanza tradicional con lecturas adelantadas
- Grupo #C: aprendizaje mixto con videos de las lecciones por adelantado

Se ha sometido a ambos grupos a idéntica prueba final escrita y se ha seguido su evolución y su rendimiento mediante sendos cuestionarios (inicial y final). Algunos de estos resultados se reflejan en la presente contribución, donde podemos apreciar:

- Amplio nivel de uso de los recursos previamente a la asistencia a la sesión presencial, como se aprecia en la Figura 1.
- Amplio nivel de uso de los recursos tras la sesión presencial, mejor valoración de la utilidad de los mismos en #C en contraste con el rendimiento de los recursos en #B

Las limitaciones en extensión del documento no permiten presentar los resultados obtenidos en toda su amplitud, por lo que resumimos los puntos más importantes detectados durante la experiencia y se incluyen estadísticas adicionales en los documentos anexos:

- Aumento de la capacidad de razonamiento matemático en #C, en contraste con #B
- Comparativamente, los estudiantes valoran que elementos de innovación docente les han ayudado a la adquisición de competencias asociadas a la asignatura mucho más positivamente en #C, en contraste con #B
- Los factores afectivos relativos a la materia bajo estudio han mejorado sensiblemente en #C, en contraste con #B

Es también de señalar que durante la implementación de la docencia mediante aprendizaje mixto se tomaron las siguientes medidas:

- Dedicar una clase presencial al trabajo por pequeños grupos en una sesión dedicada a resolución de problemas utilizando algoritmo ABN en distintas casuísticas (sesión dedicada a subsanación de errores prácticos).
- Desgranar las lecciones en video asociadas a la lección en videos de no más de 20 minutos, tratando contenidos muy específicos en cada video
- Orientación (durante las clases presenciales) a los alumnos sobre el material facilitado
- Presentación de la problemática en sesión de clases presenciales, posterior posibilidad de visualización de los vídeos y sesión para ronda de debate clase presencial

Un resultado importante (no recogido en este documento porque la fecha límite de presentación del documento escrito no está acompañada con los tiempos de revisión de exámenes finales) es la estadística asociada a las respuestas de los estudiantes en el examen final. En el grupo #B se les facilitó la



Figura 3 Mapa de secuencias de aprendizaje utilizado en este trabajo

posibilidad, durante la prueba escrita, de diseñar un recorrido de examen que evitase la pregunta correspondiente al algoritmo ABN: el resultado fue que sólo 4 alumnos (de un total de 77 estudiantes en dicho grupo) escogieron resolver la pregunta relativa a dicho algoritmo. Por otro lado, el grupo #C no tuvo esa posibilidad de elección, siendo obligatoria la pregunta relativa al algoritmo (la misma pregunta que se diseñó para el examen #B). Los resultados, aun con la estadística sin procesar, arrojan un saldo positivo en las respuestas.

DIRECTRICES PARA LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE MIXTO

Aunque las directrices pueden variar según el contexto específico de aplicación de la metodología, se han detectado una serie de directrices generales que pueden ser de uso general:

- Planificar el diseño del módulo

Durante el diseño, deben planificarse la dedicación reservada a discusiones en clase y deben configurarse los videos. Recomendamos videos no superiores a 20 minutos, dirigidos específicamente a trabajar un determinado aspecto de una lección concreta. Recomendamos diseñar una tabla por cada módulo de trabajo con los trabajos online y presenciales semana a semana.

- Organizar y secuenciar las actividades de aprendizaje

Presentar los recursos de aprendizaje, introduciéndolos brevemente en la clase y resaltando la especificidad de cada recurso para cada apartado del módulo. En la etapa de diseño se deben considerar tareas específicas que sirvan a los estudiantes, trabajando sobre los errores que se detecten en las clases presenciales.

- Animar a los estudiantes a colaborar y aprender en grupo

Las lecciones en video permiten discusiones en el aula, así como una docencia centrada en subsanar los errores de los estudiantes. La creación de pequeños grupos de trabajo para hacer estudios de casos presentados en video, es una herramienta que permite el beneficio de estudiantes más

atrasados, mientras fortalece las habilidades comunicativas de los demás estudiantes en discusiones no monitorizadas.

- Apoyar a los estudiantes durante el proceso

Debe fortalecerse la expectación y la visión crítica de la materia haciendo explícito el buen uso que los estudiantes hagan de los recursos.

Finalmente, en la Figura 3 presentamos el mapa de secuencias de aprendizaje utilizado en este trabajo. Dicho mapa puede servir de orientación para el diseño de módulos de aprendizaje mixto.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Las ventajas asociadas a la metodología de aprendizaje mixto han quedado reveladas en este estudio, donde además se han obtenido resultados de excelencia respecto de metodologías clásicas.

Los resultados estadísticos que se adjuntan como anexos, evidencian una clara mejoría de la relación del alumnado con la materia (en el caso particular de los estudiantes del grado de Educación Primaria, todas las asignaturas relacionadas con las matemáticas tienden a ser problemáticas). Nos remitimos ahora a los datos reflejados en el anexo:

- Relación afectiva: Es bien sabido que una mala predisposición a una asignatura, genera malos resultados. En virtud de los resultados obtenidos, puede afirmarse que la relación emocional mejora aplicando metodologías de aprendizaje mixto.
- Utilidad del conocimiento: La metodología de aprendizaje mixto involucra necesariamente al alumno en el proceso de aprendizaje, implicándolo en la consecución del conocimiento. Queda demostrado que este tipo de metodología refuerza la utilidad del conocimiento adquirido.
- Uso de recursos y material de consulta: Las nuevas tecnologías y formatos en los que puede compartirse la información de los alumnos también tiene un impacto sobre su índice de consultas y sobre su nivel de utilidad. Queda demostrado que las lecciones en video, con el correspondiente refuerzo de los documentos pertinentes, ayudan a alcanzar los objetivos curriculares de manera más eficiente.

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] J. I. Rotgans, "The themes, institutions, and people of medical education research 1988-2010: Content analysis of abstracts from six journals," *Adv. Heal. Sci.*

- Educ.*, vol. 17, no. 4, pp. 515–527, 2012.
- [5] 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.
- [6] P. Valero, “Recontextualizaciones y ensamblajes: ABP y matemáticas universitarias. Educación matemática para el cambio,” *Didacticae*, vol. 1, pp. 4–25, 2016.
- [7] MIT, “Blended/Hybrid learning,” *MIT students site*. [Online]. Available: <https://jwel.mit.edu/topics/blendedhybrid-learning>.
- [8] “Blended Learning in Mechanical Engineering | MIT J-WEL.” [Online]. Available: <https://jwel.mit.edu/assets/video/blended-learning-mechanical-engineering>. [Accessed: 25-Jun-2018].
- [9] J. C. Piñero Charlo, “Un paso más en el aprendizaje basado en problemas: aprendizaje mixto en la universidad,” *Actas la II Jornadas innovación docente Univ. UCA*, pp. 62–67, 2017.
- [10] K. Popper, *Conjeturas y refutaciones*, K. Popper. 1996.

ANEXOS

Sol-201700083548-tra_Anexo 1.pdf

AGRADECIMIENTOS

A la universidad de Cádiz por el proyecto del plan propio de investigación (modalidad de joven investigador) PR2017-013. A la universidad de Cádiz por el proyecto de innovación sol-201700083548-tra. A los profesores M.A. Aballe Villero, A.Á. Guerrero Bey y M.C. Canto López por su ayuda en la realización de este trabajo.