

## UTILIZAR PROYECTOS PARA ENSEÑAR MATEMÁTICAS EN SECUNDARIA

**Francisco J. Benjumeda Muñoz**, *I.E.S. El Parador, Roquetas de Mar (Almería)*

### RESUMEN

La implantación del modelo basado en la adquisición de Competencias Clave en secundaria plantea profundas transformaciones en los sistemas tradicionales de enseñanza. Motivar e implicar al alumnado y generar aprendizajes significativos, transferibles, funcionales y duraderos requiere metodologías activas como el ABP.

Esta ponencia pretende aportar al profesorado de matemáticas de secundaria propuestas concretas de ABP en el aula: características, información, resultados, ideas y experiencias. Avalados por una prolongada experiencia de implementación en el aula y varias aportaciones realizadas desde la investigación didáctica, se describen ejemplos reales de proyectos y productos (también multidisciplinares), herramientas y recursos diseñados y/o recopilados durante más de diez cursos.

**Nivel educativo:** ESO, Bachillerato.

### 1. INTRODUCCIÓN

Los modelos educativos para el desarrollo de Competencias Clave en secundaria deben fomentar la motivación y generar un tipo de aprendizajes que requiere el uso de metodologías activas y contextualizadas, promoviendo la participación e implicación del alumnado y la adquisición y uso de los conocimientos en situaciones reales. Estos modelos promueven la resolución de problemas y el uso de proyectos de investigación, especialmente para la asignatura de Matemáticas, así como una evaluación integral del alumnado acorde con su desempeño y con su capacidad de movilizar conocimientos, destrezas, valores y actitudes en la resolución de tareas. Todo ello convierte al método de Aprendizaje basado en Proyectos (ABP) en un referente de gran potencial educativo en la actualidad.

### 2. ABP: CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Aunque en su concepción influyen numerosos factores, las características más destacadas de la propuesta de ABP que se presenta son:

- Se utiliza el diseño de un producto exigente o la búsqueda de respuestas a preguntas complejas como estrategia central de enseñanza para involucrar al alumnado en el proceso de aprendizaje y aplicación de los conocimientos y habilidades programadas (Boss y Kraus, 2018; Kokotsaki et al., 2016; Markham et al., 2003; Midouser y Betzer, 2008).

- Cada proyecto gira en torno a temáticas, contextos o ambientes atractivos y motivadores, reuniendo otros elementos que lo convierten en un auténtico desafío para el alumnado: el contexto, el rol que juegan los/as estudiantes, las tareas o el producto final, la colaboración externa o la audiencia a la que presentan los resultados (Jones et al., 1997; Mettas y Constantinou, 2008).
- Las tareas y productos que se plantean son trabajados en el aula por equipos heterogéneos (3-5 miembros), otorgando al alumnado un significativo grado de autonomía, libertad y responsabilidad (Bell, 2010; García y Pérez, 2018; Morales et al., 2013; Patton, 2012; Thomas 2000).
- El ABP plantea tareas abiertas complejas de investigación, experimentación y resolución de problemas reales que impliquen el diseño de estrategias, la reflexión, la comunicación de ideas, la creatividad, el espíritu crítico y el uso de materiales y recursos variados, especialmente el de las TIC (Blumenfeld et al., 1991; Capraro y Slough, 2009; Chiang y Lee, 2016; Crespí et al., 2022; Mergendoller y Thomas, 2005; Redkar, 2012).

### 3. DISEÑO DE PROYECTOS

Además de lo anterior, la versatilidad del ABP ofrece la posibilidad de combinar estrategias metodológicas, recursos y conocimientos de una o más disciplinas. Este potencial supone, asimismo, un enorme reto para el profesorado de secundaria: El diseño de un proyecto (más aún interdisciplinar) requiere una planificación docente coordinada y reflexiva para idear productos de calidad, generados mediante un proceso estructurado y coherente de tareas que, a su vez, satisfaga e integre las exigencias curriculares de cada materia.

En el diseño de un proyecto son claves los siguientes aspectos:

- Tomar como principal referente y punto de partida los criterios de evaluación de nuestra materia para, junto a los saberes y contenidos, definir las metas de aprendizaje que guiarán el proceso.
- De manera simultánea, buscar y analizar ideas de posibles productos finales y contextos o ambientes apropiados para desarrollar esos aprendizajes. Una vez halladas combinaciones apropiadas de estos dos aspectos, será cuestión de depurar las propuestas hasta encontrar aquella que responda al mayor número de demandas, tanto curriculares como propias del modelo de ABP (autenticidad, exploración activa, aplicación del aprendizaje, etc.)
- Finalmente, como en cualquier secuencia didáctica, estas metas globales deberán alcanzarse a partir de su concreción para cada tarea o producto del proceso. En este aspecto es fundamental conocer y clarificar los objetivos e intenciones que persigue cada una (mediante rúbricas de evaluación) para, además de orientar su desarrollo, favorecer la recogida e interpretación de las distintas evidencias que permitan valorar su consecución.

En definitiva, diseñar un proyecto de aprendizaje requiere alinear los elementos curriculares en favor del desarrollo de competencias mediante la programación de un conjunto bien secuenciado de tareas significativas y motivadoras que ofrezcan como resultado un producto final. Se pretende, además, que este proceso se ajuste a las necesidades, características y

diferentes ritmos de aprendizaje del alumnado y les ofrezca un aprendizaje transferible a cualquier contexto personal, social y académico de su vida.

## 4. METODOLOGÍA Y RECURSOS

Además de las características metodológicas descritas, desde la asignatura de matemáticas se utilizan estrategias, herramientas y recursos que favorecen aprendizajes conceptuales propios de la materia y el desarrollo de conocimientos, habilidades y destrezas de orden superior (Benjumeda et al., 2017):

### 4.1. TIPOLOGÍA DE TAREAS

En la asignatura de matemáticas se intercalan tres tipos de tareas dentro de cada proyecto con las explicaciones de los conocimientos y habilidades precisos para su realización (Benjumeda et al., 2015):

- Tareas abiertas complejas de investigación, experimentación y resolución de problemas reales (Benjumeda et al., 2015; Blumenfeld et al., 2000). Aportan conocimientos necesarios y/o resultados incorporables al producto final (subproductos). Incluyen rúbricas de evaluación propias y se trabajan por equipos en clase durante varias sesiones.
- Relación de problemas reales, más concretos y estructurados, y con varios niveles de complejidad. Desarrollan conocimientos propios del proyecto con aplicación en el producto final o en otros contextos, y son trabajados por parejas o de manera individual.
- Actividades y ejercicios rutinarios que pretenden afianzar conceptos, procedimientos y fórmulas propias de cada bloque de contenidos. Son realizadas de forma individual como tarea doméstica, ofreciendo periodos de entrega que permita resolver dudas o dificultades en sesiones de clase.

Durante el trabajo en el aula, el docente adopta un papel de promotor y observador, respetando la autonomía, favoreciendo el debate e interacción dentro de los equipos y aprovechando las sesiones para reforzar y apoyar al alumnado que lo requiere. Finalmente, la calificación desde la disciplina incorpora también los resultados de las pruebas escritas individuales realizadas en cada proyecto.

### 4.2. MATERIALES Y RECURSOS

El aprendizaje práctico, contextualizado y funcional que propone el ABP implica que muchos conocimientos sean aprendidos y trabajados en el aula gracias a las tareas programadas, reduciendo el número de sesiones magistrales por parte del docente. Esto otorga un papel muy relevante a la elección adecuada de los recursos y materiales que se utilizan en el desarrollo de cada proyecto. En este sentido, además del papel fundamental de los recursos y herramientas tecnológicas y digitales, se apuesta por el uso de materiales y recursos variados y manipulativos en contextos de enseñanza cercanos y atractivos para ellos (juegos, instrumentos de medida, criptografía, magia, etc.)

## 5. EVALUACIÓN: CLAVES E INSTRUMENTOS

El ABP propone la evaluación integral, continua y formativa del alumnado. Esto requiere, no sólo instrumentos que permitan valorar y ofrecer retroalimentación durante el proceso para mejorar productos y resultados, sino también un sistema

de calificación que considere, además del trabajo propio de cada materia, aspectos esenciales del modelo como el producto final y el trabajo en equipo.

En la Tabla 1 se muestra el sistema de calificación y evaluación para un proyecto interdisciplinar, donde la calificación de los dos primeros criterios es consensuada por el profesorado de las materias implicadas y los dos últimos son propios de la materia de matemáticas.

**Tabla 1**

*Criterios, instrumentos y porcentajes de evaluación y calificación*

<b>Criterios</b>	<b>Instrumentos de Evaluación</b>	<b>Ponderación</b>
Trabajo colaborativo	Rúbrica de Evaluación – Diario de clase	20%
Producto Final	Rúbrica Evaluación Producto Interdisciplinar	20%
Actividades y tareas	Tareas, problemas y actividades	30%
Pruebas escritas	Pruebas competenciales del proyecto	30%

## 5.1. PARRILLA DE EVALUACIÓN FORMATIVA

Junto a estos instrumentos, diseñados y utilizados para evaluar al alumnado, se han diseñado dos herramientas claves en el proceso de evaluación. La primera, denominada *Parrilla de Evaluación Formativa* (Sanmartí, 2007; Goos, 2014), es una tabla que incluye las capacidades y tareas a desarrollar durante todo el proyecto. De manera individual, el estudiante se autoevalúa en cada tarea de las capacidades implicadas mediante un sistema de semáforos, informando de su percepción al docente, que la contrasta con los resultados de la misma. Esto permite al alumnado conocer las metas de aprendizaje y trabajar en sus puntos débiles a lo largo de las tareas que conforman el proyecto, redundando en la mejora de sus resultados académicos. Por su parte, ayuda al profesor a planificar sistemáticamente las tareas, ofrecer realimentación continua y procurar los refuerzos pertinentes (Benjumea et al., 2016).

## 5.2. MATHSFLOW

Mediante la otra herramienta, denominada MathsFlow, el alumnado evalúa las tareas del proyecto a nivel afectivo, usando un cuestionario validado para medir el flujo o “flow” experimentado al resolverlas (Csikszentmihalyi, 1990; Mavridis et al., 2017; Montoro y Gil, 2012; Gil et al., 2019). Incluye quince preguntas de escala de valoración, agrupadas en dimensiones (claridad de metas, retroalimentación, nivel de complejidad, interés y utilidad de la tarea) y sirve al docente para analizar su adecuación, mejorarla y/o modificar su lugar en la secuencia del proyecto.

## 6. EJEMPLOS REALES DE PROYECTOS Y PRODUCTOS

Los aspectos anteriormente descritos se concretan en esta sección mediante ejemplos reales, donde se describen algunos de los proyectos más relevantes desarrollados durante estos años desde la asignatura de matemáticas en el IES El Parador. La descripción detallada de su ejecución, así como la mayoría de recursos y materiales elaborados para su puesta en práctica pueden encontrarse en la Web <http://www.abpmates.es>. A continuación, describimos brevemente la

temática y el producto final de cada uno, explicitando el trabajo realizado desde la asignatura de matemáticas:

## 6.1. MATESCHEF-FITUR

Simulando la famosa feria internacional, los equipos exponen, en la plaza del pueblo, una muestra de decenas de países de todo el mundo a través de diversos soportes: geografía, cultura, costumbres, folklore, naturaleza, gastronomía, etc.

### 6.1.1 Producto final

Stand monográfico y presentación en vídeo bilingüe del país elegido, así como posters y trípticos que muestran aspectos de su cultura, geografía y geología, fauna y flora, parques naturales, gastronomía, trajes y música típica, etc.

### 6.1.2 Producto y tareas matemáticas

Denominado *MatesChef*, este proyecto (que ha formado parte de diversos proyectos interdisciplinares) puede ser desarrollado de manera independiente desde nuestra asignatura. Vinculando los aprendizajes con la gastronomía, el producto final consiste en la elaboración de un escandallo, herramienta utilizada en el mundo de la restauración para optimizar el precio de los platos. Con este fin, los equipos desarrollan conocimientos relacionados con magnitudes y medida, proporcionalidad y porcentajes, fracciones y decimales, estadística y gráficas.

## 6.2. CIUDAD SOSTENIBLE

En el proyecto Ciudad Sostenible se analiza la problemática energética actual y sus posibles soluciones. A partir de ellas, se formulan propuestas para convertir nuestra localidad en un lugar mejor en armonía con nuestro entorno. Así, se plantea transformar el modelo urbanístico y construir edificios bioclimáticos para obtener el necesario equilibrio entre confort y ahorro de recursos.

### 6.2.1 Producto final

Ante un jurado de expertos en la materia, los equipos presentan los resultados de sus estudios mediante un conjunto de propuestas de edificabilidad y urbanísticas respetuosas con el medio ambiente. Partiendo de un estudio local, exponen un plano con sus propuestas para transformar y mejorar la vida en su barrio, junto a un modelo propio de edificio eficientemente energético mostrado a través de un plano, una maqueta y un diseño digital 3D.

### 6.2.2 Producto y tareas matemáticas

Desde la asignatura de Matemáticas, el proyecto desarrolla principalmente dos bloques de contenidos: (1) Funciones y gráficas y (2) Geometría y medida. No obstante, tanto las tareas y actividades como el diseño del producto final integran estos conocimientos, habilidades y procesos de forma interdisciplinar con las ciencias, tecnología y el uso de las TIC en la construcción del edificio.

### 6.3. THE MUSEUM

El Centro se convierte en un museo de historia, arte y ciencias, que puede ser visitado por cualquier persona durante varias jornadas, y en el que se exponen los trabajos realizados por el alumnado.

#### 6.3.1 Producto final

El museo incluye salas de historia, arte, inventos, fauna y el universo, con paneles, maquetas y descripciones detalladas en QR. Además, se desarrollan talleres, obras de teatro, encuentros literarios, etc.

#### 6.3.2 Producto y tareas matemáticas

El producto final de cada equipo consiste en el desarrollo de un taller (digital o de trabajos manuales) en el que se crean, exponen y trabajan construcciones geométricas matemáticas y/o vinculadas con el arte: cuerpos geométricos; Frisos, mosaicos y rosetones; fractales, etc. Se utilizan principalmente materiales de papiroflexia y programas como *Geogebra* o *Tinkercad*.

### 6.4. MATHLETICS

Tras un minucioso trabajo de investigación, cada equipo presenta, ante un prestigioso jurado de deportistas, la candidatura de un país del mundo de su elección, a próxima sede de unos juegos olímpicos.

#### 6.4.1 Producto final

Una presentación completa, acompañada en formato digital, de las infraestructuras, aspectos demográficos, culturales, geográficos y gastronómicos, junto a una maqueta de la sede olímpica.

#### 6.4.2 Producto y tareas matemáticas

La mayoría de tareas del proyecto se desarrollan utilizando contextos deportivos y trabajan una gran variedad de contenidos matemáticos. Predominan las relacionadas con el uso de la proporcionalidad y el cálculo de porcentajes, el uso de la estadística y sus gráficas o diagramas, pero también se incluyen numerosas tareas o actividades para trabajar otros aspectos matemáticos: magnitudes y medida, números enteros o estrategias y lógica

### 6.5. THE MEDIA

El acercamiento a los medios de comunicación en soporte digital o mediante la tradicional revista estilo *Magazine*, presentada a conocidos periodistas de radio, televisión o prensa escrita de la zona.

#### 6.5.1 Producto final

La elaboración de una revista, página Web o programa de radio, de contenido diverso o monotemático, que incluye encuestas, reportajes, noticias, vídeos, artículos, opinión, pasatiempos, etc.

#### 6.5.2 Producto y tareas matemáticas

Se analiza la importante relación entre las matemáticas y los medios de comunicación a través de numerosos enfoques: logotipos (geometría, figuras,



simetrías y colores), publicidad y marketing (ofertas y descuentos, porcentajes), funciones y gráficas de todo tipo y la realización de un informe estadístico completo a través del uso de formularios digitales y hoja de cálculo.

## 6.6. DA VINCI CODE

Trepidante aventura que combina matemáticas y arte, vinculando importantes artistas y sus obras pictóricas con la resolución de enigmas y la decodificación de mensajes y códigos secretos.

### 6.6.1 Producto final

Aventura Digital al estilo de un Escape Room en el que los equipos deberán ir afrontando diversas misiones hasta obtener el antídoto para un veneno letal diseñado por *Da Vinci*, un peligroso terrorista.

### 6.6.2 Producto y tareas matemáticas

En este recorrido se mezclan importantes artistas y sus obras pictóricas con la decodificación de mensajes ocultos, poniendo de relieve numerosos conocimientos matemáticos. Los sistemas de numeración, el lenguaje algebraico, la resolución de ecuaciones y sistemas, la representación de puntos y rectas en los ejes cartesianos... Además, a esta gran cantidad de contenidos se le unen aspectos geométricos y elementos de lógica.

## 7. CONCLUSIÓN

La puesta en práctica de este tipo de proyectos de aprendizaje requiere un profundo cambio de mentalidad y un importante esfuerzo e implicación por parte de los docentes, a los que se ha de sumar la necesaria coordinación y el respaldo organizativo cuando son de carácter interdisciplinar. Esta comunicación pretende, no sólo ofrecer al profesorado de matemáticas herramientas y materiales para su puesta en marcha, sino también mostrar ejemplos reales de implementación en el aula. Además, se aportan herramientas e ideas que ponen de manifiesto los beneficios de la colaboración entre docentes e investigadores universitarios para mejorar la práctica educativa, acercando los marcos teóricos a la realidad del aula. Por último, ejemplifica cómo una apuesta decidida por la transformación educativa puede dar lugar a experiencias colectivas relevantes que revierten positivamente en la motivación e implicación de alumnado y docentes (Benjumeda et al., 2020).

## 8. REFERENCIAS

- BELL, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83, 39–43.
- BENJUMEDA, F. J., ROMERO, I., Y LÓPEZ-MARTÍN, M. M. (2015). Alfabetización matemática a través del aprendizaje basado en proyectos en secundaria. En

- C. Fernández, M. Molina y N. Planas (Eds.), *Investigaciones en educación matemática XIX* (pp. 163-172). Alicante, España: SEIEM.
- BENJUMEDA, F. J., ROMERO, I., ZURITA, I. (2016) Una propuesta de evaluación formativa para el aprendizaje basado en proyectos en matemáticas. En J. A. Macías, A. Jiménez, J. L. González, M. T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F. J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 177-186). Málaga, España: SEIEM.
- BENJUMEDA F. J., ROMERO I. M. (2017) Ciudad Sostenible: un proyecto para integrar las materias científico-tecnológicas en Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (3), 621-637. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/19511>.
- BENJUMEDA, F. J., ROMERO, I. M., CODINA, A. (2017) Una propuesta integradora de investigación y evaluación en el aula a través de niveles DOK de profundidad de conocimiento. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 1, nº Extra, pp. 267-74, <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334245>.
- BENJUMEDA F. J., ROMERO I. M. (2020) ABP MATES: La enseñanza de las Matemáticas en Secundaria mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Desempeño docente y formación en competencia digital en la era SARS COV 2*, 90, 1089-1101. Dykinson S. L.: Madrid.
- BLUMENFELD P. C., SOLOWAY E., MARX R. W., KRAJCIK J. S., GUZDIAL M., PALINCSAR A. (1991). Motivating Project-Based Learning: sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- BLUMENFELD, P., FISHMAN, B. J., KRAJCIK, J., MARX, R. W., & SOLOWAY, E. (2000). Creating usable innovations in systemic reform: Scaling up technology-embedded project-based science in urban schools. *Educational Psychologist*, 35, 149-164.
- BOSS, S. M., KRAUSS, J. (2018) *Reinventing Project Based Learning: Your Field Guide to Real-World Projects in the Digital Age*, International Society for Technology in Education (ISTE).
- CAPRARO, R. M., SLOUGH, S. W. (2009) *Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*, The Netherlands: Sense Publishers.
- CHIANG, C. L., LEE H. (2016) The Effect of Project-Based Learning on Learning Motivation and Problem-Solving Ability of Vocational High School Students. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(9), 709-712. <https://doi.org/10.7763/IJIET.2016.V6.779>.
- CRESPÍ, P., GARCÍA-RAMOS, J. M., & QUEIRUGA-DIOS, M. (2022). Project-Based Learning (PBL) and Its Impact on the Development of Interpersonal Competences in Higher Education. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 11(2), 259-276. [doi: 10.7821/naer.2022.7.993](https://doi.org/10.7821/naer.2022.7.993).
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper & Row.



- García, J., & Pérez, J. E. (2018). Project-based Learning: método para el diseño de actividades. *CEF*, 10, 37–63.
- GIL, E.; CASTILLO, F. J.; MONTORO, A. B. (2019). La importancia de la utilidad y el interés para experimentar flujo con tareas matemáticas. En Marbán, José María; Arce, Matías; Maroto, Ana; Muñoz-Escolano, J. M.; Alsina, Ángel (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIII* (pp. 353-362). Valladolid, España: Universidad de Valladolid.
- GOOS, M. (2014). Mathematics classroom assessment. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 413-417). Dordrecht, Holanda: Springer.
- JONES B. F., RASMUSSEN C. M., MOFFITT M. C. (1997) *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. Washington D.C. American Psychological Association.
- KOKOTSAKI, D., MENZIES, V., WIGGINS, A. (2016) Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools*, 19(3), 267-277. <https://doi.org/10.1177/1365480216659733>.
- MARKHAN, T., LARMER, J., RAVITZ, J. (2003). *Project-based Learning (2nd Edition): A guide to standards-focused project-based learning for middle and high school teachers*. Buck Institute for Education, Navato, California.
- Mavridis, A., Katmada, A., & Tsiatsos, T. (2017). Impact of online flexible games on students' attitude towards mathematics. *Educational Technology Research and Development*, 65(6), 1451–1470. <http://www.jstor.org/stable/45018613>.
- MERGENDOLLER, J. R., & THOMAS, J. W. (2005). *Managing project based learning: Principles from the field*. California: Buck Institute for Education.
- METTAS, A. C., & CONSTANTINO, C. C. (2008). The technology fair: a project-based learning approach for enhancing problem solving skills and interest in design and technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 18, 79-100.
- MIODUSER, D., BETZER, N. (2008). The contribution of project-based-learning to high-achievers' acquisition of technological knowledge and skills. *International Journal of Technology and Design Education*, 18, 59–77.
- MONTORO, A.B. Y GIL, F. (2012). Elaboración y aplicación de un instrumento para medir experiencias de flujo. En A. Estepa, Á. Contreras, J. Deulofeu, M. C. Penalva, F. J. García y L. Ordóñez (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVI*, .397- 406. Jaén: SEIEM
- MORALES, T. M., BANG, E., & ANDRE, T. (2013). A one-year case study: Understanding the rich potential of project-based learning in a virtual reality class for high school students. *Journal of Science Education and Technology*, 22, 791–806.
- PATTON, M. (2012). *Work that matters: The teacher's guide to project-based learning*. London: Paul Hamlyn Foundation.
- REDKAR, S. (2012) Teaching advanced vehicle dynamics using a project based

---

learning (PBL) approach. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(3), 17-29.

SANMARTÍ, N. (2007). Diez ideas clave. Evaluar para aprender. Barcelona: Graó.

THOMAS J. W. (2000) *A Review of Research on Project-Based learning*. Los Angeles. The Autodesk Foundation.