

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EDUCATIVA EN UN INSTITUTO DE ENSEÑANZA SECUNDARIA CENTRADA EN EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS: «DISEÑEMOS UNA CARRETERA»

Proposal of educational intervention in a Secondary School through a PBL:
“Design a road”

Daniel Calvo Aguilar, José Roberto Arias García

Universidad Isabel I

Correspondencia:

José Roberto Arias García
Mail: jroberto.arias@ui1.es

Recibido: 05/05/2017; Aceptado: 21/12/2017
DOI: <https://doi.org/10.17398/0213-9529.36.2.211>

Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta de intervención educativa para desarrollar las competencias de los alumnos de 4º de ESO mediante la metodología centrada del Aprendizaje Basado en Proyectos. El objetivo es desarrollar un proyecto novedoso que involucra a varios departamentos, siendo transversal e interdisciplinar. Dicho proyecto consiste en buscar la solución más óptima del «diseño de una carretera». La propuesta de intervención se organiza en un año o curso académico. Como resultado más destacable señalamos el proceso de evaluación basado en el desarrollo de las competencias alcanzadas por los alumnos.

Palabras clave: Competencias; Evaluación; Aprendizaje Basado en Proyectos; Interdisciplinariedad.

Abstract

The present paper discusses a proposal of educational intervention aiming at developing 4th year ESO students' skills through a project-based learning methodology. The goal of this novel proposal -as it involves several departments in a crosscutting and interdisciplinary approach to knowledge development- is to seek the most optimal solution to the project presented to the students: "Designing a road". Its duration is a full academic year. We point out the development of an evaluation project based on the degree of achievement of competences by the students.

Keywords: Development skills; derivative rules; evaluation; PBL; interdisciplinary

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha hecho notoria la necesidad de encontrar métodos educativos que se ajusten a las demandas laborales de la sociedad, a la vez que preparen a los alumnos a la vida adulta. En el método tradicional, la lección magistral, el papel del profesor es predominante, mientras los alumnos adoptan un papel pasivo. Con este tipo de educación la desmotivación de los alumnos es alta, debido a que no observan la aplicación práctica de los contenidos (Isla e Insa, 2004).

Según lo expuesto, el progreso de la sociedad debería fomentar en la educación el desarrollo de las destrezas y habilidades exigidas. A este respecto, el informe UNESCO de la Comisión Internacional sobre educación (Delors, 1996) establece cuatro pilares básicos que deben guiar la educación: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos o con los demás, y aprender a ser. El método tradicional de enseñanza se centra principalmente en el primer pilar: aprender a conocer; y no de forma óptima, ya que los alumnos adquieren el conocimiento en las aulas, pero no se les enseña como adquirirlo en otros contextos. Cubrir estos cuatro pilares básicos de la enseñanza supone un giro metodológico en la educación.

El objetivo del estudio es el diseño de la implementación de un proyecto educativo concreto basado en la metodología del aprendizaje basado en proyectos (ABP). El estudio engloba la descripción del marco teórico y las ventajas encontradas de los ABP, así como una descripción detallada de la metodología de implantación del proyecto educativo.

El proyecto educativo es el diseño de una carretera, y la intención es que grupos de alumnos trabajen utilizando las destrezas y habilidades de todos para buscar una solución óptima, siendo capaces de explicar los pasos seguidos. El diseño incluye los métodos de evaluación, acordes a la metodología planteada. Mediante una evaluación detallada se pretende evitar la ambigüedad a la que se enfrenta frecuentemente los proyectos ABS cuando definen los objetivos, especialmente los sociales (Helle, Tynjälä, Olkinuora, 2006).

MARCO TEÓRICO

Características principales del *Aprendizaje Basado en Proyectos*

La metodología ABP es un método educativo centrado en el alumno, en contextos colaborativos donde los alumnos aprenden por sí mismos. Existen tres elementos fundamentales de la metodología del ABP: el aprendizaje colaborativo, ya que los alumnos dan soluciones a los problemas por medio de la interacción entre los miembros de cada grupo; la acción sobre el proyecto, por medio de diferentes destrezas o habilidades como fuente de conocimiento; y la capacidad de los alumnos para desarrollar sus propios conocimientos.

Según Egido et al. (2006, p. 139) las características generales del ABP son:

- Es un método de enseñanza centrado en el alumno.
- El estudiante es responsable del aprendizaje.
- Se utilizan estrategias que permitan al alumno mantenerse motivado y busque conocimientos por su cuenta.
- El profesor aporta apoyo y ayuda.

Otra de las características del ABP es que el aprendizaje sucede «a la inversa». Es decir, el aprendizaje se produce *a posteriori* de la presentación del problema, evitando el problema de que los alumnos no sepan el propósito de los aprendizajes (Gallagher, Sher, Stepien, Workman, 1995). Las raíces de esta metodología se encuentran dentro de la perspectiva psicológica constructivista de Dewey (Dewey, 1910; Dewey, 1916). Las bases del ABP se establecen en las teorías cognitivo-constructivista. Vigotsky (1930) introduce la importancia de la relación social y el lenguaje en el aprendizaje. La adquisición de conocimientos a través de la acción y la experiencia con el entorno encuentra sus bases en la teoría de Piaget (1950), que describe la inteligencia en su aspecto biológico.

Ventajas del Aprendizaje Basado en Proyectos

En los orígenes del método, Barrows (1986, pp. 481-482), observó ventajas centradas en el ámbito médico: «estructura los conocimientos para utilizarlos en la práctica, desarrolla procesos de razonamiento como resolución de problemas y toma de decisiones, fomenta el aprendizaje autodidáctico y mejora la motivación de los estudiantes al tener un papel activo en el problema».

Escribano, Bejarano, Zuñiga y Fernández (2010), ponen de manifiesto la mejora en la inteligencia intrapersonal e interpersonal de los alumnos.

En esta línea, estudios como los de Styla y Michalopoulou (2016) demuestran la mejora no solo en el nivel cognitivo de los alumnos, sino en las habilidades sociales, lo que constituye un pilar básico de la educación.

Entre otros estudios, Díaz (2005) indica que los estudiantes con el método ABP «mejoran sus habilidades autorreguladoras y flexibilizan su pensamiento, pues pueden concebir diferentes perspectivas o puntos de vista, así como estrategias de solución en relación con el asunto en cuestión». Por otra parte, Reyes (1998) indica que los estudiantes adquieren habilidades que les permiten desarrollar conocimientos de forma colaborativa.

También existen estudios manifestando la mejora en la motivación de los estudiantes y la consecuente mejora en los resultados académicos (Ilter, 2014; Rosales and Sulaiman, 2016). Además de la motivación, la mejora del pensamiento crítico, entendido como el análisis, la evaluación y la intervención ante problemas, ha sido demostrada en contextos de ABP (Saripudin, Haryani, Wardani, 2015).

Aunque todas estas ventajas son demostradas por medio de los estudios realizados por Gies (2017), autores como Doğan, Batdi, Yildirim (2013) señalan la existencia de inconvenientes para implementar esta metodología: la falta de tiempo por parte de los docentes y la desconfianza de estos.

Fases de la metodología Aprendizaje Basado en Proyectos

Al igual que Asensio (2014) observamos diferencias entre la enseñanza tradicional y la metodología ABP: mientras la primera sigue un esquema lineal, la segunda supone una enseñanza cíclica.

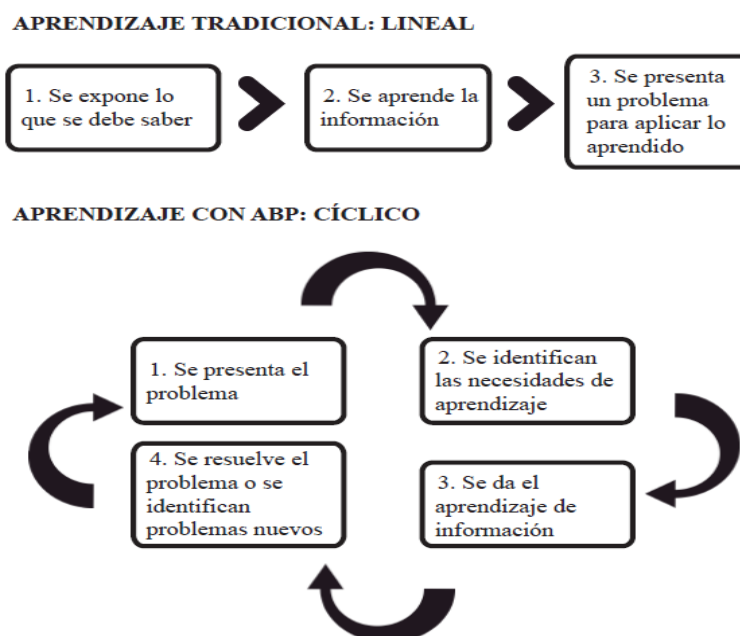


Figura 1: Esquema de las fases en el Aprendizaje Basado en Proyectos y en la enseñanza tradicional. Fuente: Asensio (2014, p.9)

La primera fase de un ABP es la elección del proyecto, basándose en los conocimientos previos de los estudiantes. El proyecto debe ser nuevo para el estudiante y, «para examinarlo y resolverlo, el estudiante, guiado por el profesor, observa, fija lo que sabe y no sabe, busca, analiza, juzga, evalúa, reflexiona e intercambia» (Egido et al., 2006, p. 139)

Antes del trabajo con los alumnos, el docente debe seguir unos pasos (Asensio, 2014): diseñar el proyecto, establecer las reglas del trabajo y los roles de los miembros del grupo, y planificar el tiempo.

El papel del docente y de los alumnos es diferente al que se presenta en el modelo tradicional de lección magistral. Así, el rol del docente consiste en (Martínez, 2014):

- Diseño del proyecto y planteamiento a los alumnos de un modo motivador.
- Transferir a los alumnos el control de la resolución del proyecto.
- Orientar a los alumnos en la resolución.
- Fomentar pensamiento crítico.
- Evaluar a los alumnos.

Adicionalmente, señalar la necesidad de crear un ambiente propicio para el trabajo cooperativo (Moust, Bouhuijs, Schmidt, 2007) y considerar cada problema propuesto a los alumnos en particular. Van (Berkel y Schmidt, 2000)

Por otra parte, el papel de los alumnos es (Martínez, 2014, p.28):

- Sentirse motivados por el problema.
- Buscar información y plantear las líneas a seguir.
- Aplicar los conocimientos, habilidades y estrategias en la resolución.

Detalles del proceso de implementación en un contexto de educación universitaria se puede encontrar en los trabajos de Spalek (2014), y Thomas (2000).

METODOLOGÍA DE LA PROPUESTA DE INTERVENCIÓN EDUCATIVA

Cuestiones previas a la propuesta de intervención educativa

El diseño de una carretera real requiere de un equipo de profesionales cualificados. Trabajar en este proyecto en educación secundaria supone tener en cuenta las limitaciones para adecuarlo a las capacidades de los alumnos.

El diseño de una carretera consta, en primer lugar, del Estudio Previo de Soluciones, que incluye dos fases:

1.- Investigación del entorno:

- Estudio de la cartografía.
- Estudio geológico.
- Estudio climatológico.
- Estudio del medio biótico.
- Estudio de las áreas protegidas.
- Estudio del paisaje en el entorno.
- Estudio de las vías pecuarias.
- Estudio de impacto ambiental (realizado después del diseño de la carretera)
- Estudio del patrimonio cultural.
- Estudio socioeconómico.
- Estudio de la red viaria actual y de movilidad.

Todos estos estudios se desarrollan con alto grado de detalle en un proyecto real; no obstante, es posible desarrollarlos adaptándolo a los alumnos de educación secundaria. La realización de todos ellos sirve para afianzar y ampliar conocimientos de las áreas incluidas en el Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria (tabla 1):

Tabla 1*Elementos en el Estudio Previo del diseño de una carretera y áreas del currículo relacionadas.*

Elementos del Estudio Previo del diseño de una carretera	Áreas del currículo relacionadas
Estudio de la cartografía.	Biología y Geología: Bloque 2. La tierra, un planeta en continuo cambio. El relieve terrestre y su representación. (4º E.S.O.) Ciencias sociales, geografía e historia: Bloque 2. La tierra y los medios naturales (1º E.S.O.)
Estudio geológico.	Biología y Geología: Bloque 2. La tierra, un planeta en continuo cambio. La historia de la Tierra. Reconstrucción elemental de la historia de un territorio a partir de una columna estratigráfica sencilla. (4º E.S.O.) Bloque 5. Rocas y Minerales (3º E.S.O.)
Estudio climatológico.	Biología y Geología: Bloque 3. Materiales terrestres (1º E.S.O.)
Estudio del medio biótico. Estudio de las áreas protegidas. Estudio del paisaje en el entorno. Estudio de las vías pecuarias.	Biología y Geología: Bloque 4. Los seres vivos y su diversidad (1º E.S.O.) Bloque 5. El medio ambiente natural (2º E.S.O.)
Estudio de impacto ambiental	Biología y Geología.: Bloque 4. La dinámica de los ecosistemas (4º E.S.O.) Bloque 3. La actividad humana y el medio ambiente (3º E.S.O.)
Estudio del patrimonio cultural Estudio socioeconómico Estudio de la red viaria actual y de movilidad.	Ciencias sociales, geografía e historia: Bloque 3. Historia (1º E.S.O.) Bloque 2. La sociedad y sus relaciones con la naturaleza (2º E.S.O.) Bloque 2. Actividades económicas y espacios geográficos (3º E.S.O.)

2.- Búsqueda de soluciones

En esta fase, teniendo en cuenta la fase anterior, se definen los siguientes apartados:

- Trazado de las soluciones propuestas.
- Movimiento de tierras.
- Enlaces con las vías existentes.
- Servicios afectados y soluciones (líneas alta tensión, tuberías de gas, etc.).
- Elección de la solución óptima y justificación.

Los alumnos deben tener en cuenta varios factores:

- **Factores Económicos:** cuanto más larga sea más cuesta. Además, las excavaciones en terrenos duros no cuestan lo mismo que en terrenos blandos. Cuanto menos tarde el viajero en realizar el recorrido mayor el ahorro económico en términos sociales.
- **Factores de Seguridad:** el trazado debe ser suave tanto en horizontal como en vertical y la visibilidad debe ser amplia.
- **Efecto en el entorno:** el efecto en el entorno, tanto social como biótico, debe ser mínimo.
- **Factor de adecuación:** la carretera debe conectarse de la forma más óptima con otras vías.

Al igual que en la fase anterior, en esta segunda fase los criterios que los alumnos deben desarrollar ejercitan áreas del currículo de educación secundaria, presentes en el Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria (tabla 2):

Tabla 2*Fase de diseño de una carretera y áreas del currículo relacionadas.*

Fase de diseño de la carretera	Áreas del currículo relacionadas
Trazado de las soluciones propuestas	Educación plástica y visual:
Movimiento de tierras	Bloque 3. Representación de formas. (1º E.S.O.)
Enlaces con vías existentes	Bloque 4. Espacio y volumen. (1º E.S.O.)
	Bloque 3. Análisis y representación de formas (3º E.S.O.)
	Bloque 5. Espacio y volumen (3º E.S.O. y 4º E.S.O.)
	Matemáticas:
	Bloque 4. Geometría (Todos cursos E.S.O.)
	Bloque 6. Estadística y probabilidad (Todos cursos E.S.O.)
Trazado de las soluciones propuestas	Física y Química:
	Bloque 2. Fuerzas y movimientos (4º E.S.O.)

Justificación curricular de la propuesta.

En la presente propuesta de intervención educativa centrada en el ABP, los alumnos manejan conocimientos de varias disciplinas para llegar a una solución óptima. Por otra parte, este proyecto tiene una duración considerable (mínimo dos trimestres), debido a su complejidad. Esto permite a los alumnos ser conscientes de la importancia de la organización de las tareas.

Destinatarios.

La propuesta ofrecida está dirigida a estudiantes de 4º de la E.S.O. y tiene como referencia un instituto de enseñanza secundaria de la comunidad de Madrid del horario diurno. Se tienen en cuenta los itinerarios A (Ciencias y Tecnología), B (Ciencias Sociales y Humanidades(itinerario1)) y el C (Ciencias Sociales y Humanidades(itinerario2)), así como el grupo de diversificación.

Objetivos de aprendizaje

La propuesta que ofrecemos en este artículo permite el desarrollo de objetivos didácticos y competencias (tabla 3).

Tabla 3*Objetivos didácticos (ODs) y competencias relacionadas.*

Objetivos Didácticos	Competencias Relacionadas
Conocer la realidad de un proyecto de ingeniería civil, el papel en la economía, el paisaje, la cultura y el medio ambiente.	Competencia matemática y Competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT) Conciencia y expresiones culturales (CEC)
Utilizar conocimientos y destrezas adquiridas en asignaturas de diferentes áreas para la búsqueda de un objetivo común.	Aprender a aprender (CAA)
Favorecer el razonamiento crítico de los alumnos.	Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIE)
Inculcar a los alumnos la búsqueda de la información y el autoaprendizaje.	Competencia digital (CD) Aprender a aprender (CAA)
Fomentar el trabajo en grupo, la comunicación cívica, la resolución de problemas y la defensa de ideas desde el respeto y la comprensión.	Competencia social y cívica (CSC).
Fomentar la expresión oral y escrita de los alumnos.	Competencia lingüística (CL)

Obtenido de Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria

Descripción de la propuesta.

La primera fase del proyecto supone un total de 6 tareas que se extienden a lo largo del primer y segundo trimestre y a los que se dedican una duración total aproximada de 20 horas (cada hora se computa como 50 minutos). La segunda fase consta de 3 tareas desarrolladas a lo largo de parte del segundo trimestre y del tercer trimestre con una dedicación total de aproximadamente 13 horas. A continuación, detallamos cada una de estas dos fases.

Fase 1: Fase de búsqueda de información y diseño de tres alternativas

Objetivo: determinar, sin detalle geométrico ni técnico, tres posibles carreteras que permitan unir dos municipios.

Semana: 8 al 11 de septiembre.

Duración: 3 horas.

Asignaturas: Horario de Ciencias Sociales, Geografía e Historia.

Áreas a desarrollar

Introducción al proyecto:

- El transporte en la sociedad. Importancia y tipos. (25 minutos)
- Historia de los transportes en el mundo y en España en particular. (25 minutos)
- Importancia económica de los transportes. (25 minutos)
- Aspectos artísticos y culturales de los transportes. (25 minutos)

En los siguientes 50 minutos, los alumnos realizan grupos teniendo en cuenta:

- Los grupos deben ser de cinco personas.
- Debe haber dos o tres personas de 4º E.S.O. de tipo A.
- No puede haber más una persona de diversificación por cada grupo de 5 alumnos.

Si existen dificultades, los profesores responsables se encargarían de formar o modificar algún grupo. Se notificará el resultado final mediante el tablón de anuncios o por una aplicación informática, cuyas características principales se describirán en la sección de este documento: Aspectos clave: metodológicos y organizativos.

En esta hora se comentará a los alumnos qué se espera de ellos. Concretamente, se les entregará en un documento, que estará disponible en la aplicación informática, que muestre el método de evaluación del proyecto de ABP: «diseñemos una carretera».

Semana: 7 al 11 de diciembre.

Duración: 2 horas.

Asignaturas: Horario de tutoría o de Matemáticas

Áreas a desarrollar

Todos los alumnos de 4º E.S.O. A, 4º E.S.O. B, 4º E.S.O. C están distribuidos en 10 grupos que se distribuyen en diferentes aulas.

En los primeros 50 minutos se explicará a los alumnos:

- Definición de mapa topográfico. Escalas. Dónde conseguir mapas topográficos de España. (20 minutos)
- Identificar en la leyenda elementos del mapa (15 minutos)
- Identificar en el mapa elevaciones, valles, cimas y otros elementos geográficos (15 minutos)

En los segundos 50 minutos cada grupo deberá elegir una zona perteneciente a una comunidad autónoma diferente. Posteriormente, los profesores les indicarán cómo conseguir un mapa topográfico a escala 1:50000, concretamente los publicados por el Instituto Geográfico Nacional. Un ejemplo de mapa sobre el que trabajarán los alumnos es el mostrado en la Figura 2:

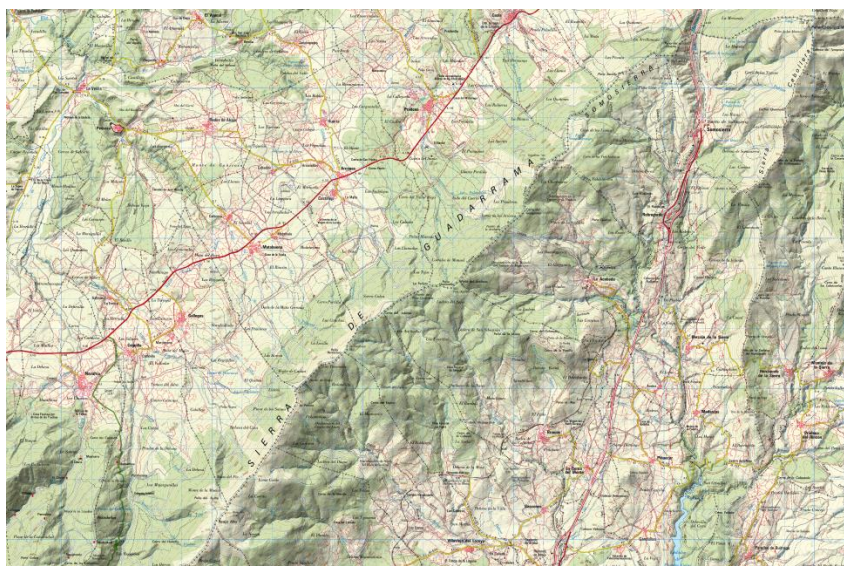


Figura 2. Mapa topográfico a escala 1:50000. Fuente: Instituto Geográfico Nacional (2016).

Asignados los mapas, los alumnos elegirán dos municipios para diseñar una carretera que los conecte. Con otros grupos y con el profesor, en la siguiente sesión se valorará si la elección de los municipios ha sido la idónea.

Para ayudarles en la elección se indicará a los alumnos las siguientes razones que pueden justificar unir los municipios:

- *Movilidad por trabajo*. Para conocer la demanda laboral se puede consultar el número de oficinas por ciudad, paro, porcentaje de trabajo del sector servicios, etc.
- *Movilidad por turismo*, en caso de que algún pueblo cuente con algún punto de interés cultural.
- *Movilidad de confluencia*, porque algún otro municipio de interés se encuentra de paso entre los dos municipios.
- *Movilidad por promoción*, municipios donde no se existe demanda de movilidad de los habitantes, pero es interesante fomentarla para dar lugar otras formas de economía o de ocio, como por ejemplo una vía verde.

Los accidentes geográficos entre los municipios no pueden ser muy pronunciados sin que se justifique su idoneidad.

Semana: 11 al 15 de enero.

Duración: 3 horas.

Asignaturas: Horario de tutoría; Ciencias Sociales, Geografía e Historia; o Lengua Castellana y Literatura.

Áreas a desarrollar

Los alumnos realizarán una presentación sobre el territorio en el que van a trabajar y los municipios que unirán. Cada grupo contará con 10 minutos para justificar la elección siguiendo los criterios. Después, el resto de grupos dispondrán de 5 minutos para realizar preguntas y aportar sugerencias. Al finalizar la exposición se valorará la capacidad para justificar las decisiones tomadas y contestar a posibles cuestiones, según criterios de evaluación que exponemos en un apartado posterior.

Durante la exposición, los profesores del proyecto coordinarán las exposiciones y ayudarán a los grupos en su explicación y a realizar preguntas al resto de grupos.

Semana: 11 al 15 de enero.

Duración: 1 hora.

Asignaturas: Horario de tutoría o de Matemáticas

Áreas a desarrollar

En esta sesión no es necesario que se junten los grupos. Los profesores explicarán a los alumnos cómo redactar una serie de documentos (partiendo de ejemplos reales y adaptándolo a los conocimientos y capacidades de los alumnos de 4º E.S.O.). Este trabajo de redacción consistirá en:

- Búsqueda de información.
- Análisis de la información.
- Relación de la información con el diseño de las tres alternativas.

La dificultad de la tercera parte obliga al profesorado a guiar mediante instrucciones adecuadas, y disponibles en una aplicación informática, los pasos a seguir por los alumnos. Los documentos son los siguientes:

Documento referido a la Cartografía

Deberán explicar las zonas del terreno más relevantes tales como fuertes pendientes en el terreno, que puedan condicionar el diseño de las tres alternativas.

Extensión aproximada: dos o tres páginas.

Documento referido a la Geología

Deberán explicar las características geológicas más importantes de la zona que se encuentra entre los municipios donde van a diseñar las tres carreteras. Los aspectos geológicos que tendrán en cuenta son:

- Breve descripción de la historia geológica de la zona, a partir de una columna estratigráfica sencilla (será proporcionada por el profesor si ellos no la encuentran en bibliotecas, internet, etc).
- Rocas y minerales más abundantes.
- Descripción de las propiedades físicas de las rocas que puedan influir en el diseño de las carreteras.

Extensión aproximada: dos o tres hojas.

Documento referido a la Climatología e Hidrología

Deberán explicar las características climatológicas e hidrológicas más importantes de la zona:

- **Descripción de la climatología.** El factor más influyente es la lluvia, por lo que deberán indicar la historia pluviométrica de la zona. Los datos se encuentran en Internet en la Agencia Estatal de Meteorología, pero podrán ser proporcionados por los profesores.
- **Descripción de los ríos más importantes.** Datos de la historia del caudal. Disponibles en Internet en la página de la cuenca hidrográfica a la que pertenezca el río. Los profesores podrían proporcionar dichos datos.
- **Análisis estadístico a partir de los datos de los caudales y la pluviometría.** Caudal medio y desviación estándar. Para ampliar, se entregarán unos documentos en la aplicación informática donde se explicará el tratamiento de los datos en el caso de un proyecto real.
- **Relación entre los datos obtenidos y cómo puede influir en el diseño de las tres alternativas.** Existirán instrucciones en la aplicación informática para realizar este punto.

Extensión aproximada: dos o tres hojas.

Documento referido al Medio biótico

Deberán indicar los seres vivos que se encuentran en la zona. Las directrices dadas son:

- Descripción de los animales que se encuentran en la zona.
- Descripción de las plantas que se encuentran en la zona.
- Descripción de zonas protegidas.

Los datos obtenidos pueden influir en el diseño de las tres alternativas. Se incorporará en la plataforma electrónica instrucciones para realizar este último punto.

Extensión aproximada: cinco páginas.

Documento referido al Estudio del patrimonio cultural y socioeconómico

Se recogerán los elementos relativos al patrimonio cultural en la zona de diseño de las alternativas, así como las características generales de la población. Los puntos a tratar serán:

- Descripción del patrimonio cultural.
- Descripción de la población de la zona. Datos disponibles en el Instituto Nacional de Estadística, aunque se pueden proporcionar a los alumnos en la aplicación informática.
- Nivel económico.
- Nacionalidad.

- Sector laboral.
- Pirámide poblacional.
- Análisis de las carreteras existentes y datos de movilidad en esas vías.
- Análisis estadístico de los datos de la población y del tráfico. Valores medios y desviación típica.

Al igual que en otros casos las relaciones entre los datos y cómo afectan al diseño de las tres alternativas estarán recogidas en documentos en la aplicación informática.

Extensión aproximada: quince páginas

Documento referido al diseño de tres alternativas de carretera entre los dos municipios

Dibujarán de forma aproximada (puede ser a mano), y teniendo en cuenta la información obtenida en los documentos anteriores, el trazado y el ancho de tres carreteras en el mapa topográfico perteneciente a su zona. La elección de tres posibles carreteras se realizará descartando todas aquellas zonas que no fueran viables por alguna de las razones recogidas en los documentos anteriores. Además, se justificará en qué grado cada trazado afecta a cada una de las razones expuestas anteriormente. Para cada trazado es muy probable que algunos aspectos se encuentren beneficiados y otros no. Será decisión de los alumnos dar más peso a unos puntos que a otros.

Elección de la alternativa más idónea

Una vez diseñadas las tres alternativas, los alumnos deberán valorar cuantitativamente cuál es la mejor solución, según tres aspectos:

- **Aspecto cultural y social:** mediante tabla con valoraciones numéricas que relacione efectos concretos en el aspecto sociocultural
- **Aspecto medioambiental:** mediante tabla con valoraciones numéricas que relacione efectos concretos en el medio ambiente
- **Aspecto económico:** mediante tabla donde se indica el coste de la carretera por kilómetro dependiendo de la geología de la zona y de las infraestructuras que habría que realizar.

Los alumnos deberán normalizar las tres valoraciones para que se encuentren en una misma escala, por ejemplo, del 1 al 10. Posteriormente, podrán otorgar pesos a algún aspecto, si consideran que es más importante que otros. Al finalizar el estudio, la alternativa con más puntos será la elegida.

De cara a la organización interna de los grupos, conviene indicar que existen aspectos que serán desarrollados más favorablemente por unos miembros del grupo que por otros. Por ejemplo, el estudio geológico lo desarrollarán mejor los alumnos del grupo que pertenezcan a 4º E.S.O. A, ya que son los únicos que cursan la asignatura de Biología y Geología. No obstante, son los grupos los que gestionan el tiempo y toman decisiones por su cuenta en la asignación de tareas.

Los grupos dispondrán a partir de este momento hasta el 17 de marzo para realizar toda la tarea de investigación y redacción de los documentos. El equipo docente encargado del proyecto entregará documentos de guía a los alumnos. Los documentos se irán actualizando a lo largo del curso según las dudas que puedan tener los alumnos.

Semana: 18 de enero al 11 de marzo.

Duración: 1 hora por semana.

Asignaturas: Horario de tutoría.

Áreas a desarrollar

Realizarán los documentos indicados en la tarea anterior y el profesor les guiará y atenderá las dudas. La aplicación informática permitirá un contacto entre otros miembros del grupo con otros grupos y con los profesores. La biblioteca del centro contará con información específica para cada grupo y espacios para realizar trabajos en grupo.

Semana: 14 de marzo al 17 de marzo.

Duración: 3 horas.

Asignaturas: Horario de tutoría o de Ciencias Sociales, Geografía e Historia.

Áreas a desarrollar

Cada grupo explicará, durante 10 minutos, el trabajo realizado al resto de grupos, justificando la elección de las tres alternativas y señalando la más idónea. Posteriormente, el resto de grupos y los profesores contarán con 5 minutos para plantear cuestiones.

Fase 2: Fase de diseño de la carretera

Objetivo: diseñar el trazado desde un punto de vista técnico, indicando los elementos necesarios para su construcción.

Semana: 4 de abril al 20 de mayo.

Duración: 1 hora por semana.

Asignaturas: Horario de tutoría.

Áreas a desarrollar

Realizarán el trazado de la carretera seleccionada en la fase 1, pero con mayor grado de detalle. El trazado consistirá en una sucesión de rectas y curvas circulares, para simplificar el trazado real de una carretera. Los criterios que seguirán, incluidos en el documento colgado en la plataforma informática, son los siguientes:

- Se ha de evitar, en la medida de lo posible, rectas excesivamente largas, para evitar monotonía en la conducción.
- Se han de evitar un número elevado de curvas seguidas.
- Las curvas circulares no pueden ser pronunciadas.
- El trazado se debe ajustar en la medida de lo posible a la topografía del terreno. Se indicará donde se realizan excavaciones y dónde rellenos de tierra.
- El trazado no puede salirse del tramo establecido en la fase 1.
- Se diseñará el ancho de la carretera según sea una autopista o una carretera secundaria. La elección del tipo de carretera se realizará según la movilidad esperada, obtenida en la fase 1.

Se entregará a los alumnos en la plataforma informática guías para desarrollar las tareas y los profesores estarán presentes para guiar a los alumnos y resolver dudas. Al finalizar las semanas, los alumnos habrán dibujado sobre los mapas topográficos el trazado final de la carretera, indicando las zonas de excavaciones, relleno, túneles y viaductos.

Semana: 27 de mayo al 10 de junio.

Duración: 1 hora.

Asignaturas: Matemáticas.

Áreas a desarrollar

Realizarán un presupuesto aproximado del coste de la construcción de la carretera. Para ello deberán tener en cuenta los siguientes puntos.

- Longitud total de la carretera, teniendo en cuenta los tramos rectos y curvos.
- Volúmenes de relleno y de excavación.

Según el ancho y la longitud total de la carretera, se entregará a los alumnos el coste por kilómetro de asfalto. Asimismo, se proporcionará el coste por unidad de volumen de excavación, según el tipo de terreno, y de relleno. Los profesores atenderán las dudas referentes a la obtención de volúmenes.

Semana: 13 de junio al 17 de junio.

Duración: 4 horas.

Asignaturas: Horario de tutorías o Matemáticas.

Áreas a desarrollar

Se lleva a cabo la exposición final de cada grupo. La exposición puede realizarse en el salón de actos delante de todos los profesores de 4º de la E.S.O. y de padres. Se realizará un resumen de todas las tareas realizadas durante un tiempo de 15 minutos.

Aspectos clave: metodológicos y organizativos.

El proyecto está pensado para realizarse entre mediados de diciembre y mediados de junio. No obstante, los profesores de cada departamento irán introduciendo el proyecto a comienzo de curso.

Todos los departamentos se involucrarán en el proyecto, en particular el departamento de Ciencias Naturales, el de Geografía e Historia, el de Matemáticas, el de Economía, el de Tecnología, el de Física y Química, el de Artes Plásticas, y el departamento de Actividades Extraescolares, siendo necesario que se realicen reuniones para organizar todas las tareas descritas en el apartado anterior. En concreto:

- Cada profesor debe conocer el estado del proyecto e incluir en la medida de lo posibles actividades que ayuden a los alumnos a continuar con su proyecto. Esto supone un acoplamiento de las programaciones de aula al ABP.
- El diseño y el mantenimiento de la aplicación informática, medio de comunicación alumno-profesor, debe diseñarse al comenzar el curso y realizarse y mantenerse durante el mismo por un profesor especialista en TIC. La aplicación informática consistirá en un entorno virtual de aprendizaje (EVA), cuyo objetivo es facilitar la comunicación entre los docentes y los alumnos mediante distintos medios integrados en la plataforma (correos electrónicos, envío de documentos, acceso a videos de tutorías o explicativos, etc.)
- Análisis de dudas por el responsable final del ABP para dirigir las al departamento adecuado. Una cuestión clave es la asignación de competencias a departamentos dependiendo del tema que se esté tratando en el ABP, según se muestra en la tabla 4. En caso de duda, el profesor responsable del proyecto asignará la duda al departamento que crea conveniente.

Tabla 4

Fases del proyecto y departamentos implicados

Fases del proyecto	Departamentos implicados
Estudio de la cartografía existente.	Departamento de Ciencia Naturales: Aspectos relativos a la representación del relieve en mapas topográficos. Departamento de Geografía e Historia: Aspectos relativos a las diferentes vías que se encuentran en el mapa, así como a los símbolos de los municipios, de otros medios de transporte o de líneas de alta tensión, tuberías de gas o redes eléctricas.
Estudio de los datos geológicos.	Departamento de Ciencias Naturales: Aspectos relativos a la reconstrucción de la historia de un elemento a través de una columna estratigráfica.
Estudio de los datos climatológicos.	Departamento de Ciencias Naturales: Todos los aspectos relacionados con la climatología y la hidrología, excluyendo los análisis estadísticos de los datos, que corresponde al Departamento de Matemáticas.
Estudio del medio biótico.	Departamento de Ciencia Naturales: Todos los aspectos referentes a los seres vivos y su hábitat
Estudio de las áreas protegidas.	
Estudio del paisaje en el entorno.	
Estudio de las vías pecuarias.	
Estudio del patrimonio cultural	
Estudio socioeconómico de la zona	Departamento de Geografía e Historia: Todos los aspectos relacionados con la historia de la zona, el patrimonio cultural y los datos socioeconómicos, excluyendo el análisis estadístico de los datos, que corresponde con el departamento de Matemáticas)
Estudio de la red viaria actual y de movilidad.	
Trazado de la carretera elegida como idónea	Departamento de Artes Plásticas: Todos los aspectos relacionados con la representación en el mapa de las rectas y las curvas, así como de la forma de las secciones transversales Departamento de Matemáticas: Aspectos relacionados con el trazado, que involucren cálculos relativos a las formas geométricas, como longitudes y radios. Cálculo de volúmenes y áreas. Departamento de Física y Química: Aspectos relativos a la suavidad de la conducción y cómo afecta el trazado. Aspectos relativos a la velocidad de vehículos y tiempos de recorrido, así como cinemática en el tramo curvo.

- Independientemente del punto anterior, todos los profesores implicados deberán conocer de forma general el proyecto para poder atender las dudas de los alumnos o indicar a qué profesor o departamento se han de dirigir.
- Los profesores implicados de cada departamento deben ponerse de acuerdo en la forma de explicar el proyecto en cada aula, de forma que los contenidos sean similares, para no perjudicar a unos grupos frente a otros.

Recursos

El proyecto necesita recursos materiales y humanos para su realización (Tabla 5).

Tabla 5

Recursos materiales y recursos humanos

Recursos Materiales	Recursos Humanos
10 mapas topográficos escala 1:50000	Profesor encargado de la coordinación general del proyecto
Material bibliográfico (geología, biología, patrimonio cultural, etc)	Profesor (jefe del departamento) responsable de los contenidos de las asignaturas implicadas en el proyecto.
Escuadra, cartabón, regla y compás	Profesor encargado de la creación y mantenimiento de la aplicación informática.
Sala de ordenadores	Profesor encargado de la gestión de los espacios y los recursos de la biblioteca.

Evaluación de la propuesta: Evaluación del proceso de aprendizaje del alumno.

La evaluación de la propuesta supone la evaluación de los objetivos didácticos que están relacionados directamente con las competencias clave descritas anteriormente.

1. Procedimientos e instrumentos de evaluación

Se realizará una evaluación diagnóstica a partir de un contraste de expectativas al inicio de la primera sesión. Este procedimiento se realizará en forma de diálogo con los alumnos de la clase. Se les preguntará qué tareas esperan tener que hacer para realizar el proyecto propuesto, así como las áreas que creen que están implicadas, el esfuerzo que tendrán que realizar y las competencias que esperan desarrollar. La dificultad del proyecto se adaptará a las expectativas de trabajo por parte de los alumnos.

A medida que se vaya implementando el proyecto se valorará si las competencias y objetivos marcados en el diseño se desarrollan, y ajustar la dificultad y el diseño del proyecto al rendimiento de los alumnos. Los instrumentos más utilizados serán los diarios de clase. Asimismo, se evaluará la base de datos de preguntas que realicen los alumnos tanto directamente a los profesores como las que se almacenen en la plataforma informática.

2. Instrumentos de calificación

Para evaluar cada uno de los objetivos se han diseñado diferentes rúbricas que mostramos a continuación:

Tabla 6

Rúbrica de evaluación del objetivo 1: Conocer la realidad de un proyecto de ingeniería civil, el papel en la economía, la cultura y el medioambiente.

Criterios de Evaluación	de Comp.	Puntuación	
Identificación de los elementos matemáticos, científicos y tecnológicos en el proyecto real de una carretera	CMCT	0 pts	No identifica elementos del proyecto real de una carretera con conocimientos y destrezas desarrolladas en el aula.
		1 pts	Existen elementos del proyecto real que identifica y le resultan familiares cuando la forma de describir estos elementos es idéntica en el proyecto y en el aula.
		2 pts	Relaciona elementos desarrollados en el aula de matemáticas, ciencia y tecnología con el proyecto real de una carretera, incluso cuando la forma de presentar o definir dichos elementos es diferente en el aula y en el proyecto.
Competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología	CMCT	0 pts	No muestra competencia matemática ni competencia básica en ciencia y tecnología.
		1 pts	Muestra un cierto grado de Competencia matemática o de competencia básica en ciencia y tecnología.
		2 pts	Manifiesta cierto grado de Competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología.
Muestras de elementos del proyecto realizados para cuidar el medioambiente	CMCT	0 pts	No existe ningún apartado en el proyecto donde se tenga en cuenta el medioambiente.
		1 pts	Los elementos de protección del medioambiente son generales de todos los proyectos de carreteras y no están contextualizados.
		2 pts	Los elementos de protección del medioambiente se sitúan en el contexto del proyecto.

Tabla 7

Rúbrica de evaluación del objetivo 2: Utilizar conocimientos y destrezas adquiridas en asignaturas de diferentes áreas para la búsqueda de un objetivo común.

Criterios de Evaluación	de Comp.	Puntuación	
Identificación de destrezas o conocimientos necesarios de distintas áreas para realizar una tarea	CAA	0 pts	No identifica las destrezas o conocimientos desarrollados en distintas áreas con el problema o tarea que hay que realizar.
		1 pts	Es capaz de dividir la tarea en distintos apartados, cada uno de ellos relacionado con un área de aprendizaje en concreto, pero no es capaz de enlazar los distintos apartados.
		2 pts	Identifica los instrumentos, destrezas o conocimientos de cada área o materia que tiene que utilizar en cada paso para resolver la tarea.

Tabla 8*Rúbrica de evaluación del objetivo 3: Favorecer el razonamiento crítico de los alumnos.*

Criterios de Evaluación	de Comp.	Puntuación	
Capacidad de justificación de los resultados obtenidos	SIE	0 ptos	No es capaz de justificar las elecciones realizadas.
		1 ptos	Es capaz de justificar el trabajo realizado; aunque no muestras signos de convicción en la mayoría de alumnos y profesores
		2 ptos	Justifica el trabajo realizado, contestando con coherencia a las preguntas y comentarios de alumnos y profesores y mostrando un argumento convincente.
Independencia en el razonamiento crítico, iniciativa.	SIE	0 ptos	Los razonamientos son similares al resto de compañeros, incluso cuando estos no son coherentes.
		1 ptos	Presenta argumentos propios, aunque siempre está conforme con las opiniones y justificaciones de los compañeros
		2 ptos	Presenta argumentos propios cuando identifica incoherencia en las justificaciones de los compañeros y justifica su decisión cuando está de acuerdo con las decisiones de sus compañeros

Tabla 9*Rúbrica de evaluación del objetivo 4: Inculcar a los alumnos la búsqueda de información y el autoaprendizaje.*

Criterios de Evaluación	de Comp.	Puntuación	
Búsqueda de información en medios tecnológicos	CD	0 ptos	No es capaz de encontrar información en Internet o la información encontrada procede de lugares con poca o nula credibilidad
		1 ptos	Encuentra la información buscada en Internet en medios con credibilidad y fuentes, aunque no contrasta los resultados ni amplía la información.
		2 ptos	Encuentra la información en Internet en medios con credibilidad y referencias. Además, contrasta los resultados con otros medios y/o amplía la información.
Referencias y citas	CD	0 ptos	No es capaz de identificar las referencias encontradas en Internet.
		1 ptos	Identifica las referencias encontradas en Internet, pero contienen erratas y no están contrastadas.
		2 ptos	Identifica las referencias encontradas en Internet de forma correcta. Contrasta la información de las referencias.
Ampliación de conocimientos no adquiridos en el aula	CAA	0 ptos	No es capaz de ampliar conocimientos necesarios para el proyecto.
		1 ptos	Identifica y encuentra ampliaciones a conocimientos, aunque no se corresponde con los conocimientos que hay que aplicar en el proyecto.
		2 ptos	Identifica los conocimientos que debe ampliar con corrección, los encuentra y los asimila, implantándolos de forma correcta en el proyecto.

Tabla 10

Rúbrica de evaluación del objetivo 5: Fomentar el trabajo en grupo, la comunicación cívica dentro de cada grupo, la resolución de problemas y la defensa de ideas desde el respeto y la comprensión.

Criterios de Evaluación	de Comp.	Puntuación	
Interés y colaboración	y CSC	0 ptos	Apenas ha participado en la actividad o ha colaborado con sus compañeros.
		1 ptos	Ocasionalmente ha colaborado con los compañeros aportando ideas y observaciones.
		2 ptos	En todo momento ha aportado ideas y observaciones interesantes y se ha mostrado colaborativo.
Disposición ante conflictos	CSC	0 ptos	Cuando se han presentado conflictos ha intentado imponer sus ideas sin llegar a soluciones intermedias o justificar cívicamente sus propuestas.
		1 ptos	Por regla general, ha respetado las opiniones de los demás y no ha intentado imponer las propias.
		2 ptos	En todo momento ha expuesto con educación los motivos de sus propuestas y ha aportado ideas para la resolución de conflictos.
Aceptación y responsabilidad de las tareas	y CSC	0 ptos	Apenas ha estado de acuerdo con las tareas individuales asignadas ni ha explicado el trabajo realizado a sus compañeros.
		1 ptos	Ha aceptado su trabajo individual y ocasionalmente lo ha explicado a sus compañeros y ha aceptado críticas.
		2 ptos	Siempre ha realizado el trabajo individual y ha aceptado las críticas constructivas de sus compañeros

Tabla 11

Rúbrica de evaluación del objetivo 6: Fomentar la expresión oral y escrita de los alumnos.

Criterios de Evaluación	de Comp.	Puntuación	
Presentación escrita	CL	0 ptos	La presentación es incompleta, contiene faltas de ortografía o faltan elementos de estructuración como título o índice.
		1 ptos	Existe limpieza y claridad y además existen elementos de estructuración.
		2 ptos	El texto es fácil de leer, existe continuidad, estructuración y claridad en cada apartado.
Presentación oral	CL	0 ptos	Hay miembros del grupo que desconocen el motivo de la exposición. La exposición se realiza de memoria y no se cuida el lenguaje oral y gestual.
		1 ptos	Todos los miembros del grupo conocen el tema de la exposición. No obstante, la exposición se realiza de memoria y no despierta interés en la audiencia.
		2 ptos	Todos los miembros del grupo están compenetrados y conocen el tema. El tono y volumen de voz, así como el lenguaje gestual, son adecuado y despierta interés en la audiencia.
Originalidad presentación escrita y oral.	CL	0 ptos	La presentación no cuenta con ningún elemento de originalidad.
		1 ptos	Existen elementos de originalidad en exposición oral (exposición en pizarra, maquetas, dibujos, etc.), y en la exposición escrita (colores llamativos, dibujos, gráficos, etc.)
		2 ptos	La presentación contiene elementos innovadores que despiertan el interés de la audiencia y acreditan el trabajo realizado.

3. Asignación de porcentajes a los instrumentos de evaluación

Cada apartado está evaluado por una rúbrica de evaluación. Se utilizarán los siguientes pesos para cada objetivo, de forma que la puntuación de cada objetivo haya que multiplicarla por el peso correspondiente.

Objetivo 1. (Peso: 2)

Objetivo 2. (Peso: 2)

Objetivo 3. (Peso: 2)

Objetivo 4. (Peso: 1)

Objetivo 5. (Peso: 1)

Objetivo 6. (Peso: 2)

De esta forma, la puntuación final se encontrará en una escala del 1 al 100, que será la puntuación final del proyecto otorgada a los alumnos.

CONCLUSIONES

La propuesta que planteamos en torno al ABP enfocada al curso de 4º ESO es novedosa al involucrar a diferentes departamentos. Aunque la metodología del ABP es utilizada en los niveles universitarios (Kubiakto and Vaculova, 2010; Sancho, Fernández y Errasti, 2011; Sánchez-Valverde, 2012; Aranzabal, 2014; Anasagasti y Berciano, 2016), y existen centros que la empiezan a implantar en educación secundaria (Asensio, 2014; Martínez, 2014) no es una metodología que se desarrolle de forma habitual y en escasas situaciones fomenta la interdisciplinariedad. Algunas de las propuestas realizadas en educación preuniversitaria se encuentran en el trabajo de Pozuelos (2007).

Al realizarse al finalizar una etapa (E.S.O.), los alumnos relacionan el trabajo en el proyecto con un esfuerzo adicional para conseguir el título de E.S.O., lo que puede aumentar la motivación. En 2º de Bachillerato también se cierra una etapa educativa y se poseen más conocimientos para realizar esta metodología con éxito; no obstante, las pruebas de los exámenes de selectividad o, en su caso, las pruebas propias de acceso de cada universidad son aspectos prioritarios de los alumnos que desean continuar sus estudios en la universidad.

Consideramos que esta metodología es de gran utilidad para adquirir y evaluar las competencias y conocimientos de 4º E.S.O.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anasagasti, J. y Berciano, A. (2016). El aprendizaje de la estadística a través de PBL con futuros profesores de Primaria. *Contextos Educativos*, 20, 31-43. doi: <http://dx.doi.org/10.18172/con.num20>
- Aranzabal, A. (2014). Enfoque Aprendizaje Basado en Proyectos para enseñar sistemas de potencia de gas y vapor. *@tic revista d'innovació educativa*, 13, 138-148. doi: 10.7203/attic.13.3904
- Asensio, M.P. (2014). *Aprendizaje basado en problemas: una experiencia en el aula* (Trabajo fin de máster). Universidad de Zaragoza. Recuperado de <http://zaguan.unizar.es/record/14864/files/TAZ-TFM-2014-173.pdf>
- Barrows, H.S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical education*, 20, 481-486. Doi: 10.1111/j.1365-2923.1986.tb01386.x
- Caeiro, M., Llamas, M., Rodríguez y M., de Carvalho, C. (2014). eCity Environment Specification. Universidad de Vigo. Recuperado de http://ecity-project.eu/site/assets/files/1/wp3_specification_report_v8.pdf
- Decreto 23/2007, de 10 de mayo, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria (BOCM de 29 de mayo)
- Delors, J. (1996). *Informe a la UNESCO de la Comisión Interacional sobre educación para el siglo XXI: La educación encierra un tesoro*. Madrid: Santillana y Ed. UNESCO.
- Dewey, J. (1910). How we think. In Sutherland, J y Maxam, C. *The Project Gutenberg EBook*. Fecha de publicación 14 de septiembre de 2011. Recuperado de <http://www.gutenberg.org/files/37423/37423-h/37423-h.htm>
- Dewey, J. (1916). Democracy and education. In Reed, D., Widger, D., *The Project Gutenberg EBook*. Fecha de publicación 26 de julio de 2008. Recuperado de <http://www.gutenberg.org/files/852/852-h/852-h.htm>
- Díaz Barriga, F. (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill.
- Doğan, Y., Batdı, V. & Yildirim, B. (2012). Teachers' Views on the Practice of Project-Based Learning Approach in Primary School Science Education. *International Conference New Perspectives in Science Education, Ed. 5*. Florencia, Italia. Recuperado de http://conference.pixel-online.net/science/common/download/Paper_pdf/124-SEP11-FP-Dogan-NPSE2012.pdf
- Egido, I., Aranda, R., Cerrillo, R., De la Herrán, A., De Miguel, S., Gómez, M., Hernández, R., Izuzquiza, D., Murillo, F. J. y Pérez, M. (2006). Aprendizaje basado en problemas (ABP). Estrategia metodológica y organizativa del currículum para la calidad de la enseñanza en los estudios de Magisterio. *Revista Interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 20 (3), 137-149.

- Escribano, A., Bejarano, M.T., Zuñiga, M.A. y Fernández, J.L. (2010) Programa de metodología didáctica para la mejora de la inteligencia emocional y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). *Revista docencia e investigación*, 20, 271-305.
- Fominaya, C. y Pérez-Barco, M.J. (2014, marzo 13). El sistema educativo español está anclado en la era industrial. Recuperado de <http://www.abc.es/familia-educacion/20140313/abci-richard-gerver-educacion-201403112038.html>
- Gallagher, S. A., Sher, B. T., Stepien, W. J., & Workman, D. (1995). Implementing problem-based learning in science classrooms. *School Science and mathematics*, 95(3), 136-146.
- Gies, S. G. (2017). *Project-based learning: stakeholders' perceptions and student achievement impact*. (Tesis Doctoral). Ball State University. Recuperado de <http://cardinalscholar.bsu.edu/handle/123456789/200673>
- Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. (2006). Project-based learning in post-secondary education—theory, practice and rubber sling shots. *Higher Education*, 51(2), 287-314.
- Hernández, F. H., & Robira, M. V. (1992). *La organización del currículum por proyectos de trabajo: el conocimiento es un calidoscopio* (Vol. 130). Graó
- Ilter, İ. (2014). A study on the efficacy of project-based learning approach on Social Studies Education: Conceptual achievement and academic motivation. *Educational Research and Reviews*, Vol. 9(15), 487-497.
- Instituto Geográfico Nacional (2016). Página web informativa: <http://www.ign.es/ign/main/index.do>
- Isla, P. e Insa, R. (2004). Educación activa. Análisis de la efectividad versus enseñanza tradicional. *Segundas Jornadas Nacionales de la Sociedad Científica Española de Enfermería*. Universidad de Alicante. Recuperado de http://www.scele.org/org/web_scele/archivos/educac_activa.pdf
- Kubiátko, M., & Vaculová, I. (2011). Project-based learning: characteristic and the experiences with application in the science subjects. *Energy Educ Sci Technol Part B*, 3(1), 65-74.
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de ordenación general del sistema educativo (BOE, de 4 de octubre)
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (BOE, de 10 de diciembre)
- Martínez, M., (2014). *Estrategias constructivistas para la enseñanza de las ciencias sociales: el ABP y la simulación* (Trabajo fin de máster). Universidad Católica de Murcia. Murcia. Recuperado de <http://docplayer.es/5440378-Trabajo-fin-de-master-facultad-de-ciencias-sociales-y-de-la-comunicacion.html>
- Moust, J., Bouhuijs, P. y Schmidt, H. (2007). *El aprendizaje basado en problemas: guía del estudiante*. Cuenca: Ediciones de la UCM.
- Palomares, A. (2007). *Nuevos retos educativos: el modelo docente en el espacio europeo*. Albacete: Ediciones de la UCM.
- Piaget, J. (1950) *Introduction à l'épistémologie génétique. (III) La pensée biologique. La pensée psychologique. La pensée sociologique*. Paris: Presses Univ. De France.
- Pozuelos, F. J. (2007). Trabajo por proyectos en el aula: descripción, investigación y experiencias. *Morón de la Frontera: Cooperación Educativa*.
- Real Decreto 83/1996, de 26 de enero, por el que se aprueba el Reglamento orgánico de los Institutos de Educación Secundaria. (B.O.E. 21 de febrero de 1996)
- Reyes, R. (1998). *A native perspective on the school reform movement: a hot topics paper*. Northwest Regional Education Lab., Portland, Or. Comprehensive Center, Region X. Recuperado de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED423101.pdf>
- Richmond, M., Robinson, C. y Sachs- Israel, M. (2008). *El desafío de la alfabetización en el mundo*. París: UNESCO. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001631/163170s.pdf>
- Rivera, R. (2014, mayo 2). Las empresas no solo buscan empollones entre los universitarios [Web blog post]. *Teinteresa.es*. Recuperado de http://www.teinteresa.es/educa/empresas-solo-buscan-empollones-universitarios_0_1130887636.html
- Rosales JR, J. J. & Sulaiman, F. (2016). Students' personal interest towards project-based learning. *PEOPLE: International Journal of Social Sciences*, Vol. 2(1), 214-227.
- Sánchez-Valverde, B. (2012). Aprendizaje de estadística basado en proyectos. *Uno*, 59, 40-45
- Saripudin, A., Haryani, S. & Wardani, S. (2015). Characterized Project based learning to improve critical thinking skill. *International Conference on Mathematics, Science, and Education (ICMSE 2015)*, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Semarang State University. Indonesia.
- Sancho, J., Fernández, U. y Errasti, I. (2011). Aprendizaje Basado en Proyectos aplicado a Ingeniería Fluidomecánica. *IX Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: diseño de buenas prácticas docentes en el contexto actual*. Universidad de Alicante.
- Saura, S. (2015, junio 2). ABP multidisciplinares: motivar y cambiar la dinámica del aula [Web blog post]. Centro Nacional de Desarrollo Curricular en Sistemas no Propietarios. Recuperado de <http://cedec.educalab.es/es/noticias-de-portada/2210-proyecto-el-sistema-solar>
- Spalek, S. (2014). Project-based learning. Experiences from the initial stage of implementation in a higher education institution. *International Journal of Innovation and Learning*, 16(1), 1-11.
- Styla, D. & Michalopoulou, A. (2016). Project Based Learning in Literature: The Teacher's New Role and the Development of Student's Social Skills in Upper Secondary Education. *Journal of Education and Learning*, Vol. 5(3), 307-314.
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning.
- Van Berkel, H.J.M. y Schmidt, H.G., (2000). Motivation to commit oneself as a determinant of achievement in problem-based learning. *Higher Education*, 40(2), 231-242. doi:10.1023/A:1004022116365
- Vizcarro, C. y Juarez, E. (2008). ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas? En Julia García Sevilla (coord.), *El aprendizaje en problemas en la enseñanza universitaria* (pp. 17-36). Murcia: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.