

El aprendizaje basado en proyectos en el ámbito STEM: Conceptualización por parte del profesorado

¹Anna Torras Galán, ²Silvia Lope Pastor y ³Mar Carrió Llach

Grupo de Investigación Educativa en Ciencias de la Salud (GRECS). Departamento de Ciencias Experimentales y de la Salud, Universidad Pompeu Fabra, Barcelona, España. ¹ atorras9@xtec.cat, ² silvia.lope@upf.edu, ³ mar.carrio@upf.edu

Resumen: El uso del aprendizaje basado en proyectos (ABP) en la educación secundaria y especialmente en el ámbito STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) ha aumentado en los últimos años, dando lugar a una variedad de experiencias y aproximaciones de su implementación. En este estudio se analiza cómo el profesorado entiende el ABP-STEM, qué elementos consideran esenciales y cómo se implementa. Por ello se han recogido datos a través de entrevistas semiestructuradas y un cuestionario dirigido a profesorado con experiencia en ABP. Los resultados evidencian que no existe un consenso en la definición del ABP, pero se identifican algunos elementos que están generalmente presentes cuando se aplica como son: una pregunta guía, el trabajo colaborativo, actividades de autorregulación del aprendizaje y la interdisciplinariedad. Sin embargo, la indagación científica y creatividad, no están siempre presentes.

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos, STEM, indagación, creatividad.

Title: PBL in the STEM field: conceptualization by teachers.

Abstract: Project Based Learning (PBL) in education, especially in the STEM field (Science, Technology, Engineering and Mathematics) has increased a lot in recent years, leading to a variety of experiences and approaches to its implementation. This study aims to analyze how teachers implement this methodology, how they define the concept of PBL and what key elements it should have. An empirical study based on semi-structured interviews (n = 13) has been carried out to high school teachers in Cataluña. The interviews have focused on the conception of PBL and the key elements of the methodology. The interviews have been analyzed qualitatively and six categories have been defined. After its analysis, a questionnaire has been prepared with more specific questions about this methodology (n = 19). The results of the study show that there is no consensus in the definition of the project. It is also appreciated that all teachers identify context, evaluation and interdisciplinarity as key elements, like the references. However, other elements cited in the literature, such as creativity, are not considered a key element.

Keywords: project-based learning, STEM, inquiry, creativity.

Introducción

La velocidad a la que circula hoy la información, su acceso rápido y amplio, junto a la evolución de las nuevas tecnologías ha favorecido un cambio en la educación. Al profesorado le corresponde trabajar aspectos como la activación de los potenciales humanos, lo que implica estimular el espíritu crítico, la capacidad de análisis y dejar a un lado las clases tradicionales (Perales-Palacios y Ayerbe, 2016).

En la actualidad se promueven métodos didácticos que estimulan un aprendizaje profundo y persistente y que favorecen la adquisición de las competencias que se han identificado como clave para el siglo XXI. Entre éstas se incluyen las competencias cognitivas de resolución de problemas, pensamiento crítico y la creatividad; las intrapersonales de metacognición y autorregulación; las interpersonales de interacción social, colaboración y trabajo en equipo y las técnicas, como las de investigación (Geisinger, 2016).

El Aprendizaje basado en Proyectos (ABP) es un método inspirado en las ideas de John Dewey (1902) de una enseñanza centrada en el aprendiz o activa, que fue desarrollada y sistematizada por William H. Kilpatrick en 1918. A pesar de que el método está descrito hace más de un siglo, no ha sido hasta los últimos años cuando se ha empezado a implementar de manera amplia en los centros de educación secundaria.

El ABP es un método de enseñanza-aprendizaje que parte de un reto a partir del cual se construyen los aprendizajes como una necesidad de solucionarlo, potenciando así, tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de competencias, actitudes y valores. Se ha visto que favorece la motivación del alumnado, estimula el aprendizaje profundo y las habilidades de resolución de problemas (Pellegrino y Hilton, 2012). La resolución del problema en un contexto auténtico suele implicar una aproximación a la interdisciplinariedad (Domènech-Casal et al., 2019) y ha sido ampliamente utilizado para trabajar objetivos STEM (Science, Technology, Engineering and Maths).

Actualmente, en Cataluña un buen número de centros apuestan por trabajar los objetivos STEM a través del ABP. El objetivo de esta investigación es conocer cómo se está llevando a la práctica el método de ABP-STEM, y determinar la conceptualización del profesorado que lo implementa. En concreto, se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cómo define el ABP-STEM el profesorado que lo utiliza en su práctica educativa? ¿Qué elementos del método consideran esenciales? ¿Cómo se implementa el ABP-STEM? ¿Los elementos clave descritos en el marco teórico están presentes en la implementación del ABP-STEM que realiza el profesorado del estudio?

Marco teórico: los elementos clave para el diseño y la implementación de ABP

La bibliografía consultada evidencia que el ABP se implementa de formas muy diversas y hay una falta de consenso sobre cómo se define (Condliffe et al., 2017). De todos modos, se han identificado siete elementos clave

que se considera que deberían estar presentes en el diseño y la implementación del ABP en el aula, que se describen a continuación.

Los contenidos y los objetivos de aprendizaje curriculares. En los proyectos se deben trabajar los contenidos curriculares y desarrollar las competencias de forma integrada (Katz y Asor, 2007). Por eso, se precisa que duren un cierto tiempo (entre una semana y un semestre) y que no sea únicamente el alumnado quien escoja el tema del proyecto puesto que su elección puede no contemplar los contenidos curriculares.

El reto que se plantea debe ser auténtico y estar relacionado con cuestiones importantes en el mundo real, debe vincular los objetivos del curso con problemas cercanos al alumnado para que éste encuentre más sentido en el trabajo que realiza y se prepare para un papel activo en la sociedad (Larmer y Mergendoller, 2015). Es recomendable que el proyecto esté orientado a desarrollar un producto público, para compartir el conocimiento generado con agentes externos (Darling-Hammond, 2008). El proyecto debe desarrollarse a partir de una pregunta guía que se va revisando en todo el proceso del ABP.

La indagación científica es un enfoque de aprendizaje que busca trabajar el proceso real de la ciencia. Requiere que el alumnado se involucre en preguntas que le motiven, generen y evalúen explicaciones alternativas basadas en evidencias, conecten explicaciones con conocimientos científicos, comuniquen y justifiquen sus explicaciones (Garritz, 2006). El ABP en el ámbito STEM se debería basar en la indagación y la experimentación, para promover una mayor comprensión conceptual y un mayor desarrollo del razonamiento científico (Minner et al., 2010). Con este enfoque, el alumnado mejora las actitudes y la motivación para aprender (Gibson y Chase, 2002) y se apropia del proceso de construcción del conocimiento y de las competencias científicas (Krajcik y Shin, 2014).

La autorregulación permite al alumnado ser consciente de qué y cómo aprende y evaluar sus resultados. El profesor/a debe generar espacios para compartir los objetivos de aprendizaje, promover el diálogo socrático, la conversación constructiva en el aula, la apropiación de los criterios de evaluación y la colaboración entre ellos (Huberman et al., 2014). También debe proporcionar andamios para orientarlos (Alozie et al., 0). Estas herramientas facilitan el aprendizaje del alumnado y le ayuda a ser más crítico y riguroso con el conocimiento (Mergendoller y Thomas, 2000).

El trabajo colaborativo se considera para algunos autores como un aspecto esencial del ABP, que debe estar presente en todas las fases del proceso, ya que permite el intercambio de ideas, favorece la síntesis y compartir conocimientos (Krajcik y Shin, 2014). Además, el alumnado que trabaja de forma colaborativa se siente apoderado cuando utiliza estrategias efectivas para resolver problemas (Thomas, 2000). El trabajo colaborativo es una oportunidad para desarrollar las competencias requeridas para la sociedad del conocimiento (Darling-Hammond, 2008).

Las emociones son clave en los procesos de aprendizaje (Damasio, 2006). La motivación, la curiosidad y la atención vienen asociadas a la implicación. Para que el ABP tenga éxito, el alumnado se debe implicar y comprometer. Por ello es importante generar un vínculo emocional con el

reto a resolver, favorecer la autonomía, la toma de decisiones del alumnado y estimular la creatividad (Sanmartí y Márquez, 2017).

La creatividad consiste en la capacidad para encontrar diferentes alternativas para solucionar problemas e interpretar situaciones (Beghetto y Kaufman, 2007). Actualmente, se describe como una competencia esencial del siglo XXI (Pellegrino y Hilton, 2012). El ABP es ideal para que el alumnado desarrolle su pensamiento creativo mientras construye conocimiento, desarrolla productos y procesos innovadores. Por ello, el profesorado debe facilitar que el alumnado se sienta cómodo tomando riesgos y estar abierto para aceptar puntos de vista diferentes (Huberman et al., 2014). Sin embargo, existen pocas herramientas específicamente diseñadas para trabajar y evaluar la creatividad en las aulas (Lucas et al., 2013). Una de las pocas es el test de Torrance (1966), que evalúa las cuatro dimensiones de un proceso creativo: fluidez, flexibilidad, originalidad y elaboración. Dónde la fluidez es la capacidad de producir gran cantidad de ideas diferentes; la flexibilidad es la habilidad para cambiar de una línea de pensamiento a otra; la originalidad la capacidad de plantear ideas poco habituales, en una población dada y un momento determinado; y la elaboración, la capacidad de completar y/o detallar una respuesta.

Metodología

Contexto del estudio

El estudio se ha realizado durante los cursos 2016-17 y 2017-18 en centros de educación secundaria de Cataluña que trabajan con el método de aprendizaje basado en proyectos.

El estudio tiene un enfoque cualitativo y se ha realizado en dos fases: en la primera se realizaron entrevistas semiestructuradas al profesorado que implementa el ABP-STEM en su práctica educativa. Tras su análisis cualitativo, se identificaron los aspectos que el profesorado consideraba clave de la implementación del ABP-STEM y se elaboró un cuestionario en línea con preguntas más concretas que fue contestado por una muestra más amplia de profesorado con experiencia con este método.

Participantes del estudio

En la primera fase del estudio participaron 13 docentes (Tabla 1), de los cuales 6 eran mujeres y 7 hombres, con una experiencia laboral de entre 5 y 41 años. Todos ellos impartían materias de ciencias, matemáticas o tecnología, estaban utilizando el método ABP de ámbito STEM durante los cursos 2016-2017 y 2017-2018 y participaron en el estudio de manera voluntaria.

El cuestionario en línea se envió a un total de 28 centros de secundaria que estaban trabajando con este método durante el curso 2017-2018. Se obtuvo una muestra de 19 docentes (12 mujeres y 7 hombres). Solo un encuestado pertenecía a un centro concertado, todos los demás trabajaban en centros públicos. Todos los centros han implementando el ABP-STEM, dos de los cuales al menos hace 2 años, diez centros llevan 3-4 años, y solo un centro más de 6. De los 19 encuestados, 14 trabajaban con ABP-STEM en toda la ESO (73,7%), tres en el primer ciclo (15,8%) y dos en segundo ciclo (10,5%).

Entrevista	Tipología de centro	Formación	Años de experiencia docente	Años de experiencia en ABP
E1	Concertado	Bioquímica	6	2
E2	Concertado	Ingeniera	5	2
E3	Público	Geología	16	7
E4	Público	Biología	18	10
E5	Público	Psicología	41	6
E6	Público	Biología	31	20
E7	Público	Biología	10	2
E8	Público	Biología y Humanidades	9	5
E9	Público	Biología	18	6
E10	Concertado	Física	10	4
E11	Público	Biología	7	3
E12	Público	Biología	30	1
E13	Público	Química	20	5

Tabla 1. Perfil de los entrevistados en la primera fase del estudio. Fuente: elaboración propia con datos propios.

Recogida y análisis de datos

La primera parte de la investigación se llevó a cabo mediante entrevistas semiestructuradas realizadas al profesorado que implementa ABP-STEM, con el propósito de explorar su concepción del ABP e identificar las principales características de su implementación (Qu y Dumay, 2011). Las entrevistas se llevaron a cabo presencialmente en el lugar de trabajo de los participantes o mediante videoconferencia y se grabaron como archivos de audio. El tiempo promedio para cada entrevista fue de 55 minutos y se trataron los siguientes aspectos:

Concepción del ABP y sus características.

Contenidos curriculares, objetivos de aprendizaje e interdisciplinariedad entre materias.

Criterios e instrumentos de evaluación y desarrollo de la autonomía del alumnado.

Organización del alumnado para trabajar cooperativamente.

Interacciones en el aula y gestión de las emociones.

Selección de un contexto y reto.

Indagación científica.

Estrategias para desarrollar y evaluar la creatividad.

Organización interna del centro.

Las entrevistas fueron transcritas y analizadas a través del programa de análisis cualitativo Atlas.ti. El análisis e interpretación del contenido se realizó a través del proceso de clasificación sistemática de codificación e identificación de categorías (Hsieh y Shannon, 2005). En primer lugar, se procedió a un análisis descriptivo-inductivo de las respuestas proporcionadas y éstas se organizaron en 9 categorías. Posteriormente, se contabilizó el número total de aportaciones en cada categoría. A cada

entrevistado se le asignó la letra E y un número correspondiente al número de entrevista realizada para referenciar su cita, garantizando el anonimato.

La segunda parte del estudio se realizó a través de un cuestionario en línea para profundizar en los elementos clave del ABP-STEM identificados en las entrevistas. Este constaba de una primera parte de preguntas para caracterizar la muestra encuestada y 22 preguntas estructuradas en 8 bloques: concepción del ABP, contenidos y objetivos, reto, indagación científica, autorregulación, trabajo colaborativo, emociones, creatividad y necesidades. Se usaron distintas tipologías de preguntas cerradas (de selección y con escala de Likert) y abiertas de respuesta corta.

Resultados

A partir de la bibliografía se identificaron los elementos clave que debería tener un ABP. Del análisis de las entrevistas se indaga si estos elementos clave están presentes o no en la implementación del ABP que realiza el profesorado participe en el estudio. En la tabla 2 se resumen las categorías identificadas, sus definiciones y su frecuencia de aparición en todas las entrevistas.

Categoría	Definición	Nº citas/nº citas totales
Concepción del ABP	Ideas sobre cómo definen el ABP y qué características debe tener.	55/510
Contenidos y objetivos	Ideas sobre qué aprende el alumnado en relación a objetivos y competencias.	45/510
Reto	Desafío que se plantea con la intención de crear un entorno de aprendizaje situado.	48/510
Indagación	Acciones que se proponen a lo largo del ABP para favorecer la construcción de modelos científicos mediante procesos de indagación que involucren pensamiento, acción y comunicación.	31/510
Autorregulación	Estrategias que se utilizan en el ABP para favorecer la autorregulación.	83/510
Trabajo colaborativo	Organización del alumnado en el ABP.	36/510
Emociones	Relevancia en el ABP e influencia en el aprendizaje.	79/510
Creatividad	Ocasiones para desarrollar, aplicar y evaluar dicha capacidad durante el ABP.	49/510
Necesidades	Gestión material, logística y profesional que se requiere para llevar a cabo el ABP.	84/510

Tabla 2. Categorías identificadas a partir del análisis de las entrevistas. Fuente: elaboración propia con datos propios.

Concepción del término ABP y sus características

Los resultados obtenidos a partir del análisis de las entrevistas indican que el profesorado no comparte una única idea sobre qué es el ABP. Las definiciones que dan son diferentes entre sí. Sin embargo, sí comparten que se trata de un método activo que sitúa al alumnado como protagonista de su aprendizaje. Además, se constata que el profesorado es consciente que cuando se habla de ABP en realidad se puede estar hablando de propuestas

muy diferentes, parece que es algo muy adaptable a las diferentes realidades de los centros.

Cuando se pregunta al profesorado sobre la definición del ABP, solo 6 docentes dan una, pero sin que sea común o incluso ambigua (6 docentes, 7 citas, ejemplos E2 y E4). Sin embargo, todos los docentes enumeran una serie de características que son compartidas: los proyectos caducan, es decir, se tienen que actualizar (2 docentes, 2 citas, ejemplo E1); tienen que proponer un reto (13 docentes); debe existir un producto final (12 docentes); se propone trabajo en equipo (8 docentes); se trata de un método que permite tratar mejor la diversidad (2 docentes); suele haber un tratamiento interdisciplinar (13 docentes); las actividades tienen que ser de calidad (13 docentes) y, finalmente, es coherente con una visión socioconstructivista del aprendizaje (13 docentes).

“El ABP es como un reto que tiene una fase de exploración, está contextualizado, se desarrollan diversas actividades que guían al alumno para conseguir un producto final que es resolver este reto” (E2).

“Cada uno define el trabajo por proyectos como aquello que hace en su centro, por lo tanto, hay tantas definiciones de proyectos como centros que los imparten” (E4).

“Los proyectos no se pueden dar para siempre, quedan obsoletos” (E1).

Parte del profesorado valora más el ABP cuantas más disciplinas es capaz de incluir, incluso dicen que las materias deberían desaparecer (3 docentes, 3 citas, ejemplo E9). Mientras que otros argumentan que es el contexto el que determina las materias que deben intervenir en un proyecto (1 docente, 1 cita, ejemplo E8). Se considera la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad como una consecuencia del tratamiento de problemáticas o escenarios reales, que evita la fragmentación de contenidos distribuidos por materias, ya que establecen dependencia unas de otras debido a las relaciones recíprocas que se dan entre ellas. Exige del profesorado compromiso y voluntad para generar un ambiente de diálogo en donde se instauran acuerdos con el fin de elaborar un marco general que transforme cada disciplina. Esto implica gran coordinación entre el claustro para diseñar e implementar el proyecto, incluso con compañeros de otras especialidades, o con compañeros versátiles que tengan conocimientos de varias materias para crear estos ABP (4 docentes, 6 citas, ejemplo E12).

Algunos docentes destacan que el hecho de evaluar conjuntamente con compañeros de materias diferentes supone una mejora en la objetividad en la evaluación.

“El ABP tiene que tener un producto final. Debe de ser interdisciplinar o transdisciplinar, invitar a participar varias materias y, lo deseable sería que no se viera la línea divisoria entre unas materias y otras. También debe permitir el trabajo en equipo del alumnado” (E9).

“La interdisciplinariedad siempre debería de ser una consecuencia de lo amplio que sea el contexto, no tiene que ser una condición sine qua

non, porque si no, nos encontramos que hay gente que lo que hace es un proyecto interdisciplinario poniendo muchas materias, y lo que acaban haciendo es un contexto artificial, sin sentido en el mundo real” (E8).

“Se necesitan profesionales transversales para hacer proyectos transversales. Si tú no eres especialista en esa materia, pero estás en el aula [...] y ves que no lo sabes resolver, quizás ese contenido no es muy adecuado para el proyecto” (E12).

Las respuestas al cuestionario muestran que, mayoritariamente, la implementación del ABP en los centros corresponde a un método de enseñanza-aprendizaje orientada a la realización de un producto final, en la que se incluyen procesos de resolución de problemas, actividad científica y proceso tecnológico (42%). En otros se focaliza más en el trabajo en grupo (15%) o en tratar de resolver un problema desde diferentes materias (15%).

Se trabaja de manera interdisciplinar o, al menos, involucrando más de una materia. En algunos centros se agrupan materias del mismo ámbito (63%) y en otros trabajan simultáneamente materias de ámbitos diferentes (37%). Los proyectos multinivel son muy escasos y se trabajan de forma esporádica en casos concretos. El 58% de los proyectos del ámbito STEM, implican a tres materias.

Los contenidos y objetivos curriculares

El profesorado entrevistado declara que la finalidad del ABP es trabajar competencialmente. Hablan de funcionalizar los contenidos y relacionarlos entre sí (12 docentes y 17 citas). Afirman que los contenidos que se trabajan en los proyectos tienen que ser los necesarios para conseguir los objetivos del proyecto (8 docentes y 21 citas), pero también se destaca la importancia de incluir en el ABP contenidos curriculares (4 docentes y 6 citas). Más de la mitad del profesorado entrevistado (7) dice no basarse en el currículum para generar un ABP y argumenta que seguirlo demasiado es contraproducente. Creen que en el ABP pueden aparecer necesidades que no están vinculadas al currículum y, si no se trabajan, se pierden oportunidades para profundizar en cuestiones de interés del estudiante (1 docente, 2 citas, ejemplo E8). Se pone de manifiesto que hay una tensión entre trabajar contenidos del currículum y la verosimilitud o realismo del ABP. Con frecuencia hay que realizar una selección y/o reordenación en los programas e incluso hay contenidos que se cambian de curso según las necesidades del ABP.

Sin embargo, 6 de los entrevistados diseñan sus proyectos basándose en el currículum y opinan que este es el que marca los contenidos a impartir en el ABP (6 docentes, 9 citas, ejemplo E6). Algunos docentes sugieren que en el ABP el alumnado aprende más contenidos procedimentales que conceptuales (3 docentes y 3 citas).

“Según los propósitos del alumnado que surgen mientras se hace el proyecto, aparecen necesidades en este que pueden estar vinculadas o no al currículum, pero que es necesario atenderlas. El objetivo del proyecto es hacer demandas para aprender, y aquello que no sirva

para conseguir los objetivos del ABP, desde mi punto de vista, no se tendría que incluir" (E8).

"Si un proyecto es muy chulo e interesante, pero no tiene contenidos, quizás es un proyecto de centro recreativo, pero no de aula. Creo que son relevantes los contenidos curriculares dentro de un proyecto" (E6).

El reto y las preguntas que orientan el aprendizaje

En las entrevistas queda claro que se busca que el reto del ABP sea relevante y significativo para el alumnado (10 docentes, 15 citas, ejemplos E6 y E8). El profesorado considera que trabajar con contenidos relevantes y reales permite al alumnado encontrar sentido a lo que se trabaja en clase y ello les ayuda a aprender. Pero también reconoce que es difícil encontrar uno que interese a todo el alumnado.

"Un ABP debe tener un contexto y no un pretexto, es decir, lo que el alumnado haga debe tener un significado real para él" (E6).

"Nos interesa que ellos vean el conocimiento no como algo interesante, sino como algo útil para resolver problemas" (E8).

En relación a la selección del reto del ABP, generalmente este es seleccionado por el claustro, aunque en algunos casos se intenta que el alumnado participe de alguna manera (5 docentes, 5 citas, ejemplo E4).

"Al principio partimos de necesidades e intereses de los alumnos para elegir el contexto, pero no terminó de funcionar porque se apartaba mucho del currículum. Por ello, ahora son los profesores los que deciden el contexto" (E4).

Parte del profesorado reconoce un gran valor a productos finales que tienen algún impacto fuera del aula, ya sea porque responden a un encargo externo, tienen un objetivo social o porque abren el centro a las familias (8 docentes, 20 citas, ejemplo E8).

"Para nosotros deben ser contextos que tengan una repercusión social. Como el producto final es colectivo, [...] debe ser útil para la gente de la calle o que sea un beneficio al servicio del municipio." (E8)

Las respuestas al cuestionario indican que los contextos más utilizados en el ABP son aquellos que plantean situaciones reales y que involucran diversas competencias. No suelen ser escogidos por el alumnado, vienen dados por el profesorado (Fig. 1).

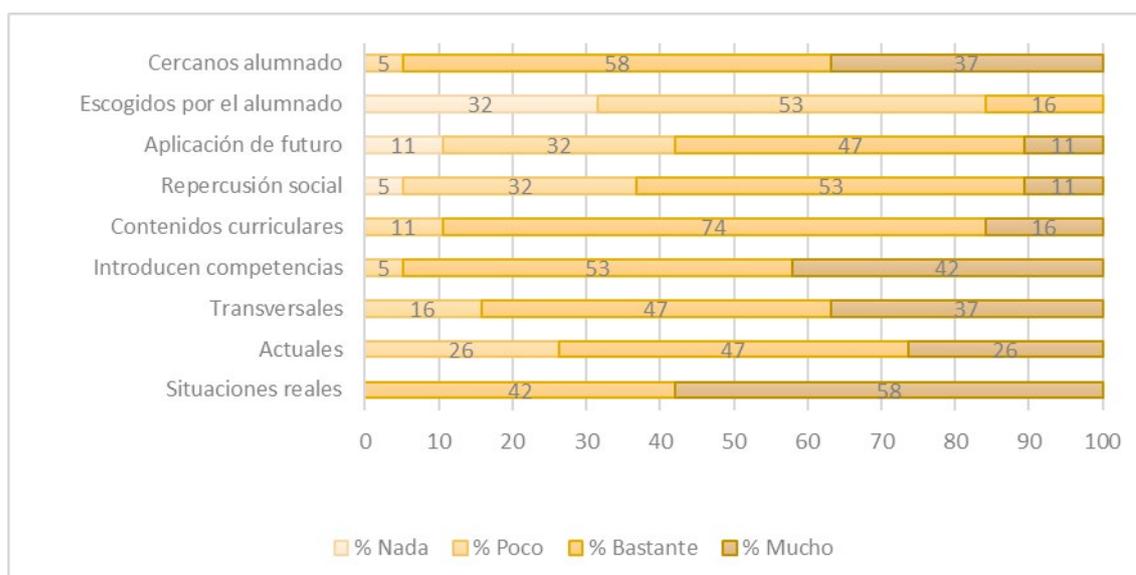


Figura. 1. Respuestas del profesorado a la pregunta del cuestionario: "Gradúa qué tipo de contextos usáis en los ABP" (n = 19). Fuente: elaboración propia con datos propios.

La indagación científica

En las entrevistas, el profesorado afirma que es imprescindible potenciar en el alumnado la capacidad de formularse preguntas. Sin embargo, es el propio profesorado el que formula más preguntas, lo hace para orientar el aprendizaje, para visibilizar la finalidad de éste y para favorecer el diálogo en la clase (6 docentes, 8 citas, ejemplo E10). De hecho, utiliza las preguntas al inicio del ABP para ayudar al alumnado a que se representen los objetivos.

"Formulo preguntas abiertas para favorecer el diálogo. Además, queremos que las investigaciones que hace el alumnado sean rigurosas, cumplan todos los aspectos del método científico y partan de una pregunta inicial que suele surgir de una necesidad" (E10).

Se relaciona la indagación con el trabajo de laboratorio o de campo (4 docentes, 5 citas, ejemplo E3). Un solo profesor habla sobre la interpretación de datos y la modelización. Éste, considera difícil conseguir que el alumnado construya modelos científicos en un ABP. En relación a la argumentación, se espera que el alumnado desarrolle la capacidad de argumentar, pero solo un profesor indica que se les debe enseñar (1 docente, 1 cita, ejemplo E8).

"El alumnado debe aprender a observar, a recoger datos de forma sistemática. Para ello, yo los llevo a trabajar mucho en el campo y allí, trabajamos la observación" (E3).

"En un buen proyecto de ciencias debe tener procedimientos de ciencias y procesos epistémicos de la ciencia, es decir, en algún momento, el alumnado debería interpretar datos o diseñar experimentos, buscar respuestas de manera metódica y argumentada. Se debe potenciar la observación, la investigación, el sentido crítico, el diseño de experimentos y explicar resultados aportando evidencias que faciliten la redacción de las conclusiones justificadas. Esto permite

interpretar y dar sentido a los modelos científicos para resolver algo fuera de estos” (E8).

Cuando en el cuestionario se pregunta al profesorado sobre los aspectos de la indagación que se trabajan en sus ABP (Fig. 2), refiere la observación, la formulación de preguntas, la experimentación y la recogida de datos, de forma moderada. La interpretación de datos, la elaboración de conclusiones y la afirmación de evidencias, de manera más intensa. La modelización se trabaja en menor medida.

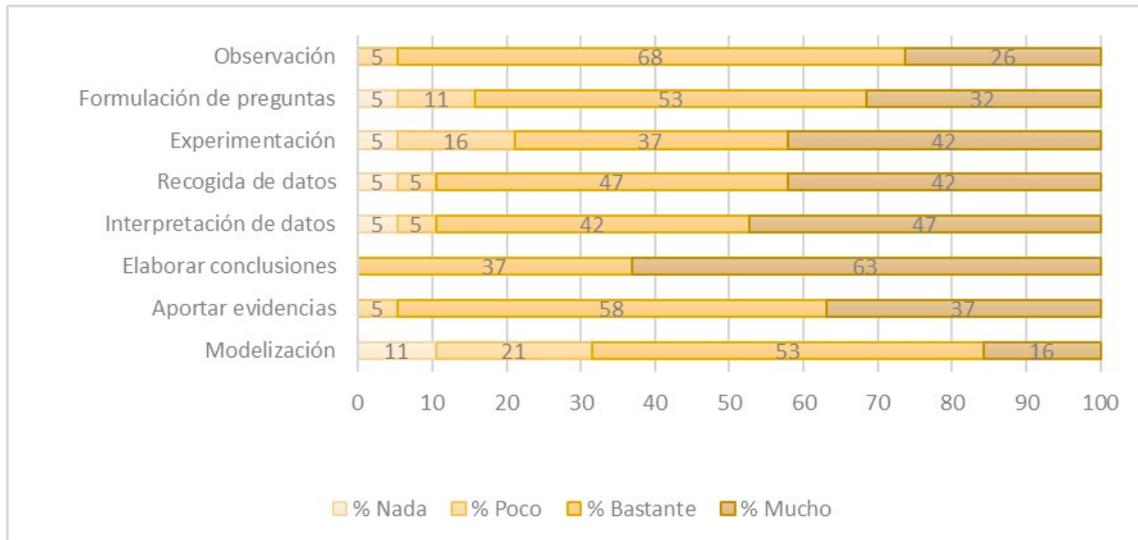


Figura. 2. Respuestas del profesorado a la pregunta del cuestionario: “Gradúa qué tipo de actividad científica realizáis en los ABP” (n = 19). Fuente: elaboración propia con datos propios.

Cuando se pregunta sobre el grado en que se evalúa la indagación o directamente por los indicadores que se utilizan para evaluarla, un 21% dicen evaluarla poco y el 25% no refieren ningún indicador.

La autorregulación

En las entrevistas se relaciona la autorregulación con un aprendizaje significativo, aunque se afirma que al alumnado le cuesta reflexionar sobre el propio aprendizaje. En especial, indican que el alumnado menos dispuesto a reconocer aspectos propios de mejora es precisamente aquellos que tienen más facilidad para el aprendizaje. Parece que incorporar actividades de autorregulación es común en el ABP (9 docentes en 15 citas así lo destacan). Son habituales las coevaluaciones (5 docentes, 5 citas, ejemplo E2), realizar planes de mejora y evaluar el cumplimiento de los compromisos a los que llegan el alumnado (8 docentes, 9 citas, ejemplo E6). A veces, los planes de mejora se comparten solo oralmente, pero parece que este seguimiento está en el plan de acción del profesorado y se realiza de manera regular.

“Co-evalúan los compromisos y objetivos que ellos mismos se han planteado. Siendo conscientes de lo que han hecho bien y de lo que tienen que mejorar” (E2).

“Diseñamos pequeñas actividades de regulación insertadas a lo largo del ABP; el producto final, mejora mucho” (E6).

El profesorado reconoce la importancia de compartir los objetivos con el alumnado, sin embargo, algunos indican una posible confusión entre los objetivos del proyecto y los de aprendizaje (1 docente, 1 cita, ejemplo E8).

Parte del profesorado explica la importancia de que el alumnado sea consciente de lo que está aprendiendo y creen que es necesaria una mayor sistematización de lo que se ha aprendido a lo largo del proyecto (1 docente, 1 cita ejemplo E8).

“Se deben comunicar los objetivos, pero si cada dos por tres les decimos qué deben hacer, se desvirtúa el relato del proyecto” (E8).

“Creo que a muchos proyectos les falta una parte final de revisión de cómo ha ido el proyecto y de lo que se ha aprendido. En general, faltan momentos de sistematización de los aprendizajes” (E8).

En relación a la autonomía, el profesorado piensa que el trabajo en grupo y las demandas más abiertas favorecen su desarrollo. Sin embargo, también han constatado que demasiada autonomía puede causar ansiedad (1 docente, 1 cita, ejemplo E9) y por esta razón justifican que se vaya incrementando el grado de apertura de los proyectos a lo largo de los cursos. A pesar de que muchos declaran que la autonomía del alumnado es imprescindible en el ABP, cuando imparten este método, les dejan poco margen.

“La autonomía inicial del alumnado es muy precaria y les angustia cuando les dejas decidir cosas” (E9).

En el cuestionario, las rúbricas son los instrumentos de autorregulación más utilizados. En ocasiones se explicita que han diseñado la rúbrica junto con el alumnado. En ocasiones el alumnado tiene libretas, portafolios donde se anotan planificaciones de las acciones a realizar, se hacen individualmente y también hay cuadernos de equipo. No obstante, algunos centros educativos combinan otras estrategias, como el diseño de actividades dentro del ABP que les permita la autorregulación o realizar coevaluaciones.

Las herramientas menos usadas para evaluar al alumnado en los ABP son los exámenes (Fig.3).

En las respuestas al cuestionario el profesorado afirma que permite decidir al alumnado sobre algunos aspectos relacionados con el producto final, la planificación de las tareas y la evaluación. Son pocos los que involucran al alumnado en la decisión sobre la temática del ABP o en lo que quieren aprender.

El trabajo colaborativo

El alumnado trabaja generalmente en equipo (7 docentes, 9 citas, ejemplo E1). Un solo profesor indica que se trata únicamente de una cuestión práctica, porque hay mucha ratio de alumnado por clase, opina que el método ABP no es incompatible con el trabajo individual. Los grupos acostumbran a ser heterogéneos, pero no siempre (1 docente, 1 cita, ejemplo E8). Generalmente son organizados por el profesorado (4 citas,

ejemplo E7), a veces se les permite agruparse entre ellos, pero con supervisión (4 docentes, 4 citas, ejemplo E11). A menudo los grupos no son estables.

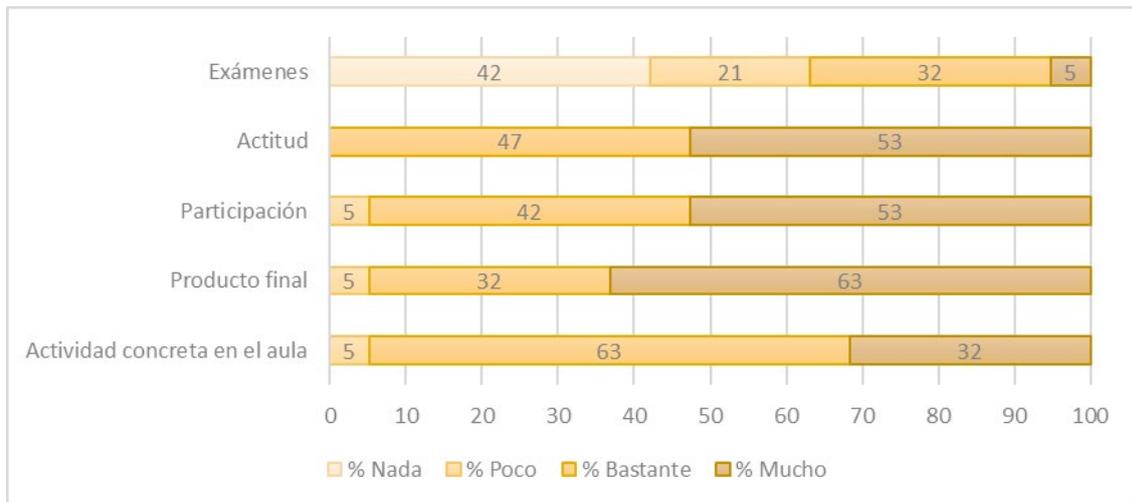


Figura. 3. Respuestas del profesorado a la pregunta del cuestionario: "Gradúa los siguientes elementos que mayoritariamente usáis para evaluar al alumnado cuando trabajan con el método ABP" (n = 19). Fuente: elaboración propia con datos propios.

"No siempre trabajamos en grupo las actividades del ABP, pero en todos los proyectos funcionan por equipos. En algunas actividades el alumnado trabaja individualmente" (E1).

"Hay profesorado que prioriza mucho la idea de que tienen que ser grupos heterogéneos, y otro que prioriza la idea de que tienen que trabajar a gusto y, por ello, que hagan los equipos que quieran. Yo soy más partidario de que sean equipos homogéneos" (E8).

"Los grupos los decidimos nosotros" (E7).

"A veces los grupos los eligen ellos, otras forman parejas y después nosotros las unimos" (E11).

Según el profesorado, el trabajar en equipo en el ABP favorece la interdependencia positiva, pero para que esto ocurra es necesario que se conozcan bien entre sí y es importante planificar y realizar dinámicas para conseguirlo. En algún caso, se evalúa explícitamente el trabajo cooperativo (3 docentes, 3 citas, ejemplo E9) y lo que se aprende al trabajar en equipo (3 docentes, 3 citas, ejemplo E10).

"Tenemos el cuaderno de equipo, donde ellos van registrando la planificación, los objetivos de grupo e individuales y donde luego escriben su valoración" (E9).

"El trabajo en grupo implica relacionarse, pero la relación también genera conflictos, pero estos conflictos también son una fuente de aprendizaje" (E10).

Las emociones

Según el profesorado entrevistado, el ABP incrementa las interacciones en el aula; se crean más vínculos emocionales entre el alumnado, entre el profesorado y entre ambos colectivos (13 docentes, 21 citas, ejemplo E1). Al haber más interacción es normal que aparezcan más problemas y que tengan que tratarse; se detecta así la necesidad de formación en la gestión de conflictos y en aspectos emocionales y, en algunos casos, se implementa en clase de tutoría. Se indica que las actividades de coevaluación favorecen el trabajo en valores. El profesorado también reconoce que supone una mayor implicación emocional para ellos y un mayor desgaste.

“En el ABP aumentan las interacciones y las relaciones. Creo que el alumno que en un aula estaba aislado no tenía ninguna obligación de relacionarse con el resto para aprender, en este modelo sí, tiene que trabajar con los otros” (E1).

En algunos casos se tratan explícitamente aspectos relacionados con las emociones. Una parte del profesorado ve que es importante, pero no lo aborda explícitamente o lo hace de manera intuitiva (6 docentes, 7 citas, ejemplo E1). Por ejemplo, animan al alumnado a hacer diarios personales de sentimientos. Algunos docentes explicitan que les preocupa cómo evaluar estos aspectos.

“Cuando hay un problema, se habla” (E1).

Se identifica la importancia de la autoestima en el aprendizaje (8 docentes, 12 citas, ejemplo E11). En el ABP existe la posibilidad de que el alumnado tenga diferentes roles y esto puede mejorar su autoestima. En ocasiones el profesorado gestiona el reparto de estos roles. También indica que es más fácil para el alumnado adquirir un cierto protagonismo en pequeño grupo que en el grupo clase y eso puede ser mejor para su autoestima (2 docentes, 2 citas, ejemplo E13). La proyección fuera del aula de los productos del ABP es percibida como positiva para la autoestima del alumnado.

“El aprendizaje está muy ligado a las emociones, y las emociones muy ligadas a que lo que se trabaje en clase sea lo más real posible, y útil, que sea significativo para el alumnado” (E11).

“Trabajando por proyectos puede aumentar la autoestima porque el alumnado puede demostrar en el pequeño grupo mucho más que en el grupo clase” (E13).

El profesorado es consciente que trabajar sobre temas reales despierta las emociones y que las emociones están ligadas al aprendizaje. De acuerdo a las respuestas obtenidas a partir del cuestionario, las herramientas que más se utilizan para trabajar la autoestima son: el refuerzo positivo (47%), resaltar las potencialidades de cada estudiante (26%) y la proyección del trabajo fuera del aula (16%).

La creatividad

En relación a la concepción de la creatividad, solo uno de todos los profesores entrevistados la relaciona con el pensamiento crítico y considera que tiene que estar presente a lo largo de todo el ABP. Sin embargo, otros asocian la creatividad en los terrenos artísticos y/o tecnológicos (3 docentes, 3 citas, ejemplo E3).

“Está todo el ABP muy cerrado. A nivel de creatividad visual, plástica, han hecho unos carteles en ordenador” (E3).

Se anima al alumnado a ser creativo, sobre todo en relación al producto final. Algunos docentes asumen que dar al alumnado oportunidades para crear algo, le hará más creativo. Sin embargo, pocos plantean actividades explícitas para favorecer el desarrollo de la creatividad. Algunos proponen tareas con una cierta flexibilidad de decisión, que permite al alumnado progresar en su creatividad (10 docentes, 25 citas, ejemplo E10). Estas oportunidades se incrementan a medida que se sube de curso.

“Son libres de utilizar diferentes lenguajes para explicar una misma cosa” (E10).

Algunos de los docentes entrevistados indican explícitamente que en su centro se evalúa la creatividad (4 docentes, 5 citas, ejemplo E6), aunque no aportan los criterios ni los indicadores que se utilizan. En un único caso se explicita algún criterio y en dos más se manifiesta la dificultad de evaluar la creatividad.

“Se debe diseñar muy bien qué y cómo se va a evaluar porque en estas tareas tan abiertas, se corre el riesgo de caer en un proceso de subjetividad cuando se evalúan” (E6).

En el cuestionario realizado en la segunda parte del estudio se exploró con más profundidad cómo se trabaja la creatividad en los ABP-STEM; se confirmó que la acción más generalizada consiste en ofrecer al alumnado la posibilidad de realizar tareas creativas (26,32%), algunos proponen productos finales parcialmente abiertos que permiten al alumnado expresar su creatividad (21%). En la tabla 3 se pueden ver algunos de los ejemplos proporcionados por el profesorado para trabajar las diferentes dimensiones de la creatividad.

Indicadores de creatividad	Ejemplos
Originalidad	E9: Realizar de un <i>room escape</i> propio E16: Poner un título a un póster científico
Elaboración	E2: Hacer una infografía como uno de los productos
Flexibilidad	E2: Hacer la maqueta de un piso E5: Diseñar de una moto de nieve
Fluidez	E13: Realizar mapas mentales

Tabla 3. Ejemplos proporcionados por el profesorado sobre cómo trabajan la creatividad en el ABP-STEM. Fuente: elaboración propia con datos propios.

Necesidades

La formación sobre ABP es una de las necesidades de las que más habla el profesorado entrevistado. Una fracción importante de profesorado afirma haber recibido formación. Algunos forman parte de una red de centros que colaboran y comparten conocimiento (10 docentes, 23 citas, ejemplo E13). Otros tienen alguna vinculación con la Universidad y se han formado en ella y, finalmente, muchos se han formado entre iguales.

“Primeramente se formaron los coordinadores pedagógicos de cada centro, para posteriormente formar al resto del claustro” (E13).

En relación a las características que debe tener el profesorado de ABP, se destaca la capacidad para seguir aprendiendo, las ganas de investigar, de innovar, de ser un buen gestor del aula, con mentalidad abierta y, sobre todo, con habilidades para el trabajo en equipo (8 docentes, 18 citas, ejemplo E12). Destacan especialmente que tiene que saber convivir con la incertidumbre (4 docentes, 6 citas, ejemplo E8).

“Primeramente, el profesorado no debe tener miedo. Tiene que tener una cierta formación sobre el trabajo en grupo y saber cómo trabajar en grupos cooperativos. Además, debe tener humildad para aprender cosas” (E12).

“Lo que necesita el profesorado para poder enseñar con ABP es lo mismo que necesita el alumnado para aprender por ABP: ser capaz de trabajar en equipo, saber gestionar la incertidumbre y revisar el propio trabajo” (E8).

En el ABP el profesorado percibe que hay más trabajo en equipo que cuando se trabaja de manera tradicional. Destacan que este hecho es particularmente interesante en el momento de evaluar y también que permite conocer mejor al alumnado (5 docentes, 5 citas, ejemplo E6). Cuando se trabaja con este método hay más reuniones de claustro que implican más coordinación y autorregulación entre el profesorado. Es frecuente la codocencia. Trabajan con materiales ya diseñados en cursos anteriores u obtenidos gracias al trabajo en redes, que se adaptan en equipo a las circunstancias del centro.

“Diferentes docentes evaluando, implica que hay observaciones muy interesantes cruzadas” (E6).

Para la realización de ABP, el profesorado se suele organizar por equipos de trabajo, formados por los docentes que imparten el proyecto en un mismo curso académico. Se habla pues de equipos docentes por cursos (63%).

La organización horaria a menudo implica clases de mayor duración. Reclaman más flexibilidad. La duración de un proyecto es variable, en muchos casos un proyecto se trabaja durante un trimestre, pero en otros casos es más corto y se aumenta el número de horas a la semana dedicadas al proyecto (11 docentes, 14 citas, ejemplo E11).

“Hacíamos cada trimestre un proyecto que era de dos semanas y que nadie hacía las clases habituales, y los únicos horarios que respetábamos eran los de los patios” (E11).

Las respuestas del cuestionario indican que la duración media de un ABP es de entre un mes y medio a dos meses (31,58%), pero en otros casos se concentran las horas a la semana dedicadas al ABP y se acorta la duración de éste (26%). Algunos centros distribuyen su horario por franjas, aproximadamente de dos horas para trabajar los ABP (32%). Pocos centros realizan proyectos en un tiempo concreto y definido (10%).

Las respuestas al cuestionario confirman que las necesidades más demandadas para la realización de los ABP son los recursos humanos y de organización o logística (56%), seguidos de la formación del claustro

(47%). Solo el 10% del profesorado considera el aspecto económico como un factor limitante para su desarrollo.

Discusión

Los resultados manifiestan que no existe un consenso en la definición del término ABP y es utilizado con distintos significados en el contexto estudiado. La bibliografía consultada tampoco ofrece una visión uniforme del concepto ABP (Thomas, 2000). Algunos autores definen este método como un conjunto de tareas complejas basadas en resolver preguntas que dirigen el aprendizaje, además de favorecer la toma de decisiones y la autonomía del alumnado, y que culmina con un producto final (Mergendoller y Thomas, 2000). Otras referencias incluyen que en el ABP debe incorporar un contexto auténtico, la reflexión, el aprendizaje cooperativo y el desarrollo de las habilidades básicas (Diehl et al., 1999). Esta falta de consenso en la definición y especificación de las características del método, generan desconcierto entre el profesorado (Sanmartí, 2016). Integrando las diferentes aproximaciones descritas en la bibliografía, hemos identificado siete elementos clave que debería tener el ABP en el ámbito STEM (reto auténtico, contenidos y objetivos curriculares, indagación científica, autorregulación, trabajo colaborativo, emociones, y creatividad) y hemos explorado cómo se están implementando en los centros que trabajan por proyectos. El profesorado entrevistado coincide que en el ABP se proponen situaciones de aprendizaje auténticas, vinculadas a contextos reales, que incluyen evaluación continua e interdisciplinariedad, algo ya descrito por otros autores (Thomas, 2000).

En las encuestas, el profesorado afirma que durante el desarrollo de un proyecto se trabajan diferentes procesos cognitivos. De todos modos, algunos de los entrevistados trabajan de forma muy básica la indagación científica. En pocas ocasiones es el propio alumnado el que formula preguntas y no se planifican actividades de modelización. Parece que los ABP se usan habitualmente para aplicar y evaluar conocimientos disciplinares que se adquieren en otros momentos y se aprovechan para realizar aprendizajes más transversales.

En la mayor parte de los centros se ha creado una o más franjas de ABP, pero se mantienen horas de clase en las que se trabaja de manera disciplinar. La opción más común es diseñar proyectos integrando 3 materias. En este caso, es posible que la interdisciplinariedad esté obstaculizando el trabajo más profundo de la indagación científica y los aspectos epistémicos de la ciencia, como ya han sugerido otros autores (Domènech-Casal, et al. 2019).

El profesorado reconoce la importancia de la autorregulación del aprendizaje y la implicación del alumnado en el propio proceso de aprendizaje. Algunos han destacado un cierto rechazo del alumnado "de éxito académico" a las tareas de autorregulación. Este rechazo se asocia a que este perfil de alumnado acostumbra a tener ya integradas herramientas de autorregulación y las utiliza de manera automática, así que puede percibir estas tareas como redundantes. Creemos que la frecuencia de uso de rúbricas, de planificación de situaciones de coevaluación y de compartir objetivos, es un buen indicador de la calidad de la enseñanza-aprendizaje

que desempeña el profesorado consultado. Parte del profesorado destaca la existencia de una cierta tensión entre los objetivos de aprendizaje del ABP y los objetivos del proyecto final, ya que no siempre son coincidentes. Esta situación es compleja ya que requiere hacer consciente al alumnado de aquello que está aprendiendo y para qué lo está aprendiendo.

Se observa una contradicción entre la importancia que el profesorado otorga a la autonomía del alumnado y la autonomía real que se les deja. Los ABP que se imparten son bastante cerrados, se refiere que cuando se intentan dejar más abiertos tanto el alumnado como el profesorado se sienten inseguros e incluso angustiados. Por ello es importante trabajar la autonomía, profundizando en la autorregulación, para permitir el desarrollo de la autoreflexión y autocontrol, que favorecerá la autonomía del estudiante (Rosales, 2017).

El trabajo en equipo es una constante, todo el profesorado consultado organiza a su alumnado en grupos colaborativos. Principalmente hablan de cómo se organizan los grupos y de los problemas que pueden surgir, pero no comentan cómo fomentan el intercambio de significados y la construcción conjunta del conocimiento. El alumnado está familiarizado con las conversaciones informales, pero no con conversaciones constructivas. Este hecho hace que la interacción sea un foco de conflicto, más que una confluencia negociada de significados ricos y diversos. Por todo ello, hay que enseñar explícitamente al alumnado las herramientas necesarias para poder participar en conversaciones de construcción conjunta de conocimiento (Farró y Lope, 2018).

Los resultados sugieren que el ABP hace emerger emociones en las aulas, ya sea por las interacciones sociales o por la implicación con el reto planteado. El profesorado reconoce tener poca formación en relación al tratamiento de los aspectos emocionales y hacerlo de manera intuitiva. Las emociones se fundamentan en una compleja red de zonas cerebrales, muchas de las cuales están también implicadas en el aprendizaje. Por otra parte, el hecho de saber influir sobre las propias emociones, o la llamada autorregulación emocional representa un componente esencial para una interacción exitosa con otros siendo, por tanto, una habilidad clave para favorecer el aprendizaje (Thompson, 1994). Diferentes estudios sugieren que una de las principales diferencias entre alumnado exitoso frente al que no lo es, reside en la habilidad para regular las emociones (OECD, 2011). En consecuencia, conviene proporcionar herramientas al profesorado para que pueda enfrentarse con éxito a la diversidad de emociones que aparece en las aulas.

La creatividad es esencial para hacer frente a los retos que propone el siglo XXI, por lo que es necesario formar alumnado creativo, flexible y emprendedor que sea apto para adaptarse a los cambios sociales que vivimos. La creatividad ya no se define como un aspecto único o distintivo, sino que se concibe como una capacidad necesaria y fundamental.

De hecho, se define como un fenómeno social y colaborativo que requiere procesos de interacción (Plucker et al., 2004). La mayor parte del profesorado consultado, no considera la creatividad como un aspecto clave en el ABP. Se suele considerar solo en el producto final y se acostumbra a

relacionar más con el ámbito artístico, pero no con el pensamiento crítico y la actividad científica. Además, tienen dificultades para evaluarla.

Tal y como ya se ha evidenciado en estudios previos, las interacciones entre el claustro incrementan cuando se aplica este método, ya que se crean espacios de intercambio entre el profesorado para diseñar y revisar los proyectos colaborativamente (Edmunds et al., 2017). Nuestros resultados muestran que algunos realizan codocencia o abren el aula a la observación de compañeros para reflexionar conjuntamente de lo que sucede en el aula. Esta formación entre iguales, favorece las interacciones y la mejora del proyecto. Para ello, es necesario encontrar espacios de encuentro, flexibilizar los horarios y compartir conocimiento poniendo en común experiencias con el mismo claustro o con otras instituciones educativas.

Esta investigación tiene ciertas limitaciones que cabe mencionar. En primer lugar, el tamaño de la muestra del profesorado participante es pequeña. Por otro lado, hubiera sido interesante contrastar las respuestas de los participantes con los diseños de los proyectos y los materiales que se proporcionaban al alumnado, pero no se ha podido tener acceso. A pesar de estas limitaciones, creemos que este estudio es de interés para entender cómo se está aplicando éste método y ayudar al profesorado a diseñar ABP que tengan los elementos clave descritos en la investigación. Asimismo, se ha realizado un estudio complementario para explorar cuál es la visión del alumnado que ha trabajado con ABP-STEM que puede ayudar a entender mejor cómo se está implementado el método, sus beneficios y los aspectos susceptibles a mejorar.

Nuestra propuesta, centrada en torno a los elementos clave del ABP, identificados a partir de la bibliografía, ofrece una oportunidad para la mejora en el diseño de los proyectos STEM.

Conclusiones

Del análisis de los resultados, y con la reserva de las limitaciones que entrañan se extraen las siguientes conclusiones:

No hay un consenso en la concepción del ABP, pero si se comparten buena parte de los elementos clave identificados en la bibliografía. El profesorado que ha participado en el estudio coincide en que el ABP-STEM que llevan a cabo en sus centros, parte de una pregunta guía o reto, incluye la realización de un producto final, implica un proceso activo y colaborativo por parte del alumnado e involucra más de una materia.

El diseño del ABP-STEM implica tensiones en la relación entre contextos y contenidos, y el grado de desarrollo del discurso propio de las áreas científicas en relación a la interdisciplinariedad y apertura del proyecto.

Existe una discrepancia entre la voluntad del profesorado de querer desarrollar la autonomía y cómo diseñan el ABP. En la mayoría de los ABP no se permite al alumnado intervenir en la toma de decisiones del diseño y planificación del propio proyecto, para asegurar la introducción de los contenidos curriculares.

Se evidencia que en los ABP hay más interacciones sociales que en el método tradicional, se favorecen los vínculos y esto tiene una repercusión en la satisfacción de todos los participantes (alumnado y profesorado).

La indagación científica no está presente en todos los ABP-STEM. No está claro cómo se trabajan habilidades científicas como generar hipótesis, elaborar preguntas, construir explicaciones, utilizar evidencias, elaborar conclusiones y comunicar las ideas.

La autorregulación tiene más protagonismo en los ABP que en la enseñanza tradicional. El profesorado utiliza diferentes herramientas para promover y hacer consciente al alumnado de lo que está aprendiendo a través de ABP.

La creatividad es un elemento clave identificado a partir de las referencias bibliográficas. Sin embargo, el profesorado no la considera un elemento clave del ABP y, no la trabaja explícitamente, aunque anima al alumnado a ser creativo. Parte de los entrevistados tiene dificultades para evaluarla, y no la asocian a la competencia científica.

Referencias bibliográficas

Alozie, N. M.; Moje, E. B.; Krajcik, J. S. (2009). An analysis of the supports and constraints for scientific discussion in high school project-based science. *Science Education*, 94(3), 395-427. <https://doi.org/10.1002/sce.20365>.

Beghetto, R.; Kaufman, J. (2007). Toward a broader conception of creativity: A case for "mini-c" creativity in *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*, Vol 1(2), May 2007, 73-79. <https://doi.org/10.1037/1931-3896.1.2.73>.

Condliffe, B.; Quint, J.; Visher, M.G.; Bangser, M. R.; Drohojowska, S.; Saco, L.; Nelson, E. (2017). Project-Based Learning. *A literature review*, October 05.

Damasio, A. (2006). *El error de Descartes*. Crítica, Madrid.

Darling-Hammond, L.; Barron, B.; Pearson, P. D.; Schoenfeld, A. H.; Stage, E. K.; Zimmerman, T. D.; Cervetti, G. N.; Tilson, J. L. (2008). *Powerful learning: What we know about teaching for understanding*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Diehl, W.; Grobe, T.; Lopez, H.; Cabral, C. (1999). *Project-based learning: A strategy for teaching and learning*. Boston, MA: Center for Youth Development and Education, Corporation for Business, Work, and Learning.

Domènech-Casal, J.; Lope, S.; Mora, L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2203. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203.

Edmunds, J.; Arshavsky, N.; Glennie, E.; Charles, K.; Rice, O. (2017). The Relationship Between Project-Based Learning and Rigor in STEM-

Focused High Schools. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1618>.

Farró, L., y Lope, S. (2018). Cartas conversacionales para aprender a debatir. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 91, 49–55.

Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano, *Revista Iberoamericana de Educación*, 42, 127-152.

Geisinger, K. (2016). 21st century skills: What are they and how do we assess them? *Applied Measurement in Education*, 29(4), 245-249. <https://doi.org/10.1080/08957347.2016.1209207>.

Gibson, H.L.; Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86, 693–705. <https://doi.org/10.1002/sce.10039>.

Hsieh, H. F.; Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, 15(9), 1277-1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>.

Huberman, M.; Bitter, C.; Anthony, J.; and O'Day, J. (2014). *The shape of deeper learning: Strategies, structures, and cultures in deeper learning network high schools*. Washington, DC: American Institutes for Research.

Katz, I.; Assor, A. (2007). When choice motivates and when it does not. *Educational Psychology Review*, 19(4), 429-442. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9027-y>.

Kilpatrick W.E. (1918). *The Project Method: the use of the purposeful act in the educative process*. Teachers college, Columbia University.

Krajcik, J. S.; Shin, N. (2014). *Project-based learning*. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed.) (pp. 275-297). New York, NY: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.018>.

Larmer, J.; Mergendoller, J. R. (2015). *Gold standard PBL: Essential project design elements*. Buck Institute for Education. Retrieved from www.bie.org.

Lucas, B.; Claxton, G.; Spencer, E. (2013). *Progression in student creativity in school: First steps towards new forms of formative assessments*. OECD Education Working Papers, No. 86, OECD Publishing. <http://doi.org/10.1787/5k4dp59msdwk-en>.

Mergendoller, J. R.; Thomas, J. W. (2000). Managing project based learning: Principles from the field. *Presentation to the 2000 Annual Meeting of the American Educational Research Association*, New Orleans, LA. <http://doi.org/10.1.1.532.3730>.

Minner, D.; Levy, A.; Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction — What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002, *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>.

OECD (2011). Organisation for Economic Co-Operation and Development. *Against the Odds: Disadvantaged Students who Succeed in School*. Paris, France: Author. <https://doi.org/10.1787/19963777>.

Pellegrino, J. W.; Hilton, M. L. (Eds.). (2012). *Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. Washington, DC: National Academies Press.

Perales-Palacios, F.J.; Ayerbe, J. (2016). El trabajo por proyectos y por resolución de problemas en Educación Ambiental: análisis y tendencias. *Comunicación a los XXVII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Badajoz. Actas, pp. 593-602. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2812>.

Plucker, J. A., Beghetto, R. A., Dow, G. T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potential, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39, 83-97. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902_1.

Qu, S.; Dumay, J. (2011). The qualitative research interview, *Qualitative Research in Accounting & Management*, 8 (3), pp. 238-264. <https://doi.org/10.1108/11766091111162070>.

Rosales, M. (2017). Metacognición en la formación del aprendizaje autónomo. *Revista Científica Pakamuros*, 1(1), 9.

Sanmartí, N. (2016). Trabajo por proyectos: ¿Filosofía o metodología? *Cuadernos de Pedagogía*, 472, 44-46. <http://hdl.handle.net/11162/130265>.

Sanmartí, N., y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 3-16. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>.

Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. San Rafael, CA: The Autodesk Foundation.

Thompson, R.A. (1994). *Emotional Regulation: A Theme In Search Of a Definition*, en N.A. Fox (ed.), *The Development of Emotion Regulation: Biological and Behavioural Considerations*. Monographs of the Society for Research in Child Development, série núm. 240, vol. 59, núms. 2-3, Chicago: University of Chicago Press, 25-52. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5834.1994.tb01276.x>

Torrance, E.P. (1966). *The Torrance Tests of Creative Thinking - Norms-Technical Manual Research Edition - Verbal Tests, Forms A and B* - Princeton: Personnel Press.