

Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos

Methodological proposal for the improvement of students learning process through the use of 3D printers as an educational resource in project-based learning

Proposta metodológica para melhorar a aprendizagem de alunos através do uso de impressoras 3D como recurso educacional em aprendizagem baseada em projetos

Pedro J. Blázquez Tobías
Universidad Internacional de la Rioja, España

Lara Orcos Palma
Universidad Internacional de la Rioja, España

Jorge Mainz Salvador
Universidad Internacional de la Rioja, España

David Sáez Benito
Universidad Internacional de la Rioja, España

Autor referente: pedrojesus.blazquez@unir.net

Historia Editorial:
Recibido: 10/04/2017
Aceptado: 06/04/2018

RESUMEN

Los constantes cambios en la sociedad en la que nos vemos inmersos conllevan la necesidad de investigar metodologías y recursos que supongan una mejora en el aprendizaje de los alumnos e incrementar su motivación. Dentro de los diferentes tipos de metodologías, existe la denominada metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP), la cual ofrece multitud de variantes que se pueden adaptar al sistema educativo actual y futuro. Para que la metodología basada en proyectos logre conectar con los estudiantes y consiga mejorar su rendimiento académico y su nivel motivacional, debe ser interesante y atractiva. Es por este hecho por el que se plantea el uso de un nuevo recurso

educativo en las aulas utilizando dicha metodología. Ese recurso didáctico es la impresora 3D, debido a su gran variedad de oportunidades que ofrece para trabajar con ella en el aula y su futuro tan prometedor en diferentes campos profesionales. Con el presente trabajo se pretende por un lado, indagar en las bases teóricas que posicionan la impresión 3D junto con el aprendizaje basado en proyectos como una metodología que potencia la motivación del alumno y su aprendizaje significativo, y por el otro, hacer una propuesta metodológica que incluya los aspectos necesarios para poder llevar a cabo un proyecto de estas características en el aula.

Palabras clave: Aprendizaje basado en proyectos; Impresoras 3D; Motivación; Aprendizaje significativo

ABSTRACT

The current society in constant change where we are immersed requires to investigate methodologies and resources that suppose an improvement in the students' learning process and an increase of their motivation. Within the different types of methodologies, there is one denominated Project-based learning (PBL), which offers a multitude of variants that are perfectly adapted to the current and future educational system. The project-based learning needs to be interesting and engaging to connect with students and improve their academic performance and motivational level. It is for this reason that the use of a new educational

resource in the classrooms is proposed meanwhile this methodology is applied. This didactic resource is the 3D printer due to its wide variety of opportunities to work with it in the classroom and its promising future in different professional fields. The present work intends on the one hand to investigate the theoretical bases that position the 3D impression together with the project based learning as a methodology that enhances the motivation of the student and his significant learning and on the other hand to develop a methodological proposal that includes necessary aspects to be able to carry out a project of these characteristics in the classroom.

Keywords: Project-based learning; 3D printers; Motivation; Meaningful Learning

RESUMO

A sociedade atual em constante mudança em que estamos imersos precisa investigar metodologias e

recursos que supõem uma melhoria na aprendizagem dos alunos e aumentar sua motivação. Entre as várias

metodologias encontra-se a denominada aprendizagem baseada em projetos (ABP), a qual oferece um vasto leque de opções que se adaptam perfeitamente ao sistema educativo atual e futuro. A fim de cativar os estudantes e de melhorar o seu rendimento académico e o seu nível motivacional, a metodologia baseada em projetos deverá ser interessante e atrativa. Perante este facto, propõe-se a adoção de um novo recurso educacional nas salas de aula que permitirá aplicar e desenvolver esta mesma metodologia. O dito recurso trata-se da impressora 3D dada a

grande variedade de opções que oferece no trabalho em sala de aula e o seu promissor futuro em diferentes campos profissionais. No presente trabalho, pretende-se por um lado aferir as bases teóricas que posicionam a impressão 3D e a aprendizagem baseada em projetos como uma metodologia que potencia a motivação do aluno e a sua aprendizagem significativa, e por outro lado apresentar uma proposta metodológica que inclua os aspetos necessários para poder levar a cabo um projeto com estas características no contexto da aula.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em projetos; Impressoras 3D; Motivação; Aprendizagem significativa

INTRODUCCIÓN

La principal motivación del presente trabajo es la de explorar nuevos métodos docentes, en especial el aprendizaje basado en proyectos, a través de la utilización de nuevas tecnologías, mediante los cuales se consigan efectos positivos en la enseñanza-aprendizaje y en la motivación de los alumnos.

Una de las nuevas tecnologías que poco a poco está irrumpiendo en las aulas es la impresora 3D. Hace unos años las impresoras 3D no tenían un ámbito de aplicación muy amplio, este hecho se debía a dos principales factores, su alto coste y su poca aplicabilidad debido a que se trataba de una tecnología muy novedosa y poco desarrollada.

En la actualidad, ya es una tecnología completamente distinta, que tiene un gran campo de aplicación y que va creciendo por momentos, lo que conlleva que los costes vayan siendo cada vez más asequibles (Evans, 2012). Esto implica, que a día de hoy, se utilicen en ámbitos tan dispares como pueden ser la industria de fabricación, la automoción, la aeronáutica, la medicina o incluso la docencia.

El utilizar las impresoras 3D como herramientas educativas, puede permitir al docente ampliar el abanico de posibilidades a la hora de planificar y diseñar actividades, pudiendo ofrecer a los alumnos un mayor protagonismo en la experiencia de enseñanza-aprendizaje al tener un papel más activo al interactuar con las nuevas tecnologías, facilitando de esta forma que experimenten aprendizajes significativos. (Johnson et al. 2016).

Por todo ello, en el presente trabajo, se pretende diseñar como fase previa a su implementación, una propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos. Para cumplir con esta finalidad, se abordarán dos objetivos principales:

1º Realizar una revisión teoría atendiendo a las principales fuentes en el campo de la motivación, aprendizaje, rendimiento académico, TIC, impresoras 3D y aprendizaje basado en proyectos, que sirva como base para la elaboración del diseño de la propuesta metodológica.

2º Diseñar una propuesta metodológica, mediante la utilización del aprendizaje basado en proyectos usando como recurso educativo las impresoras 3D, que consiga mejorar la experiencia de enseñanza-aprendizaje e incrementar la motivación del alumnado.

A lo largo de los siguientes apartados, abordaremos la consecución de los objetivos presentados anteriormente. Para ello, en primer lugar, empezaremos por el estudio de la motivación, aprendizaje y rendimiento académico, continuaremos con las TIC y su papel en la motivación y mejora del aprendizaje, proseguiremos con las impresoras 3D con fines educativos y cerraremos esta sección, con la aplicación del diseño 3D en la metodología ABP. Una vez realizado el estudio de los puntos mencionados anteriormente, pasaremos a realizar el análisis de la revisión teórica utilizada para llevar a cabo dicho estudio. A continuación, una vez terminado el análisis de la revisión

teórica, abordaremos la presentación y diseño de la propuesta metodológica, elaborada con la finalidad de poderla implementar en un futuro.

Motivación, aprendizaje y rendimiento académico

Castro et al. (2010) señalan que el rendimiento académico de los estudiantes al comenzar la Educación Secundaria sufre una tendencia a disminuir debido a la falta de motivación a la hora de aprender. En el caso particular de las asignaturas de ciencias y tecnología, autores como Vázquez y Manassero (2008), alegan un claro descenso motivacional cuando los alumnos llegan a la Educación Secundaria.

Para comprender las causas por las que los alumnos pueden experimentar una mejora en su proceso de aprendizaje, es necesario conocer qué les motiva a perseguir la adquisición de conocimientos y qué significa para ellos el logro de conseguirlos.

Aunque hay estudios como el llevado a cabo por Rotgans y Schmidt (2012) que evidencian que no se puede hablar de una relación directa y positiva entre la motivación y el rendimiento escolar, si se considera que tal relación está mediada por las estrategias de aprendizaje y los comportamientos relacionados con la adquisición de los logros.

Otros estudios como los llevados a cabo por Steinmayr y Spinath (2009) evidencian que más allá de la inteligencia, diferentes constructos motivacionales contribuyen a la predicción del rendimiento escolar. González-Pineda (2003) habla de esta distinción entre aspectos cognitivos, como son las aptitudes, la inteligencia, los estilos de aprendizaje y las variables motivacionales como el autoconcepto, las metas de aprendizaje o las atribuciones causales que puedan poner en marcha los mecanismos de tipo cognitivo en el sentido de las metas que se pretenden hallar.

Tal y como comenta Weiner (1986) en su teoría motivacional, el comportamiento motivado depende de la expectativa en el logro de una meta y del valor que suponga

esa meta viniendo ambos componentes determinados por las atribuciones de tipo causal que influyen en las expectativas y en la conducta de rendimiento.

Además de estas variables personales, a nivel contextual, el clima educativo resulta una variable de tipo socioeducativo crucial para el logro de la motivación. En este sentido, tal y como destacan Smith y Suzuki (2015), el docente ha de ser capaz de poder crear ambientes de aprendizaje adecuados en base a las características del grupo clase en el que se encuentra.

Según Tapia (1991) existen ocho principios que determinan la organización motivacional en el aula, estos principios señalan la forma de presentar la tarea y cómo estructurarla, cómo organizar la actividad dentro del aula, el comportamiento y forma de actuar del profesor y finalmente la tipología de la evaluación. Si estos principios organizacionales no están bien planteados, la implicación del alumno y su motivación bajan causando finalmente un efecto negativo en el aprendizaje.

Las TIC y su papel en la motivación y mejora del aprendizaje

Las competencias STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) se centran en las habilidades que los alumnos han de desarrollar para poder desenvolverse en el futuro ya que resultan cruciales para el desarrollo y el crecimiento de nuestra sociedad. Resulta imprescindible que todos los ciudadanos, no solo los que pretendan ser profesionales STEM, adquieran una base sólida de formación en estas disciplinas, cuyas competencias adquiridas les serán de utilidad para tomar decisiones y dar respuesta a los problemas y necesidades que plantea la sociedad contemporánea (Osborne & Dillon, 2008).

La importancia del uso de las TIC radica en que deben ser empleadas como un medio de enseñanza y no como un fin, ya que son herramientas que nos ayudarán a alcanzar metas educativas concretas, siempre que el énfasis se ponga en la metodología y no

en la tecnología, al generar contenidos más interesantes y motivadores que permitan al alumno crear su propio contenido, su propio aprendizaje y compartirlo.

Autores como Condie y Munro (2007) indican que hay una clara evidencia de que las TIC potencian la atención por parte de los alumnos en las aulas. Esta mejora conlleva a que la motivación y la independencia a la hora de trabajar los contenidos en el aula se vean asimismo potenciadas. Palomo, Ruiz y Sánchez (2006) comentan que algunas de las ventajas más importantes de las TIC son, el interés y la motivación que generan en los alumnos, la posibilidad de formar parte activa del proceso de aprendizaje, la adquisición de competencias y no solo de contenido, la accesibilidad, que favorecen el trabajo en grupo para la solución de un problema o la posibilidad de simular elementos en 3D con los que el alumno pueda interactuar y muchas otras ventajas que se pueden usar en beneficio del alumno, de su motivación y, por tanto, de su aprendizaje, como por ejemplo la capacidad de autoevaluarse o de tener un feedback casi instantáneo de sus errores permitiéndole corregirlos y aprender de ellos. Ortega (2009) comenta que la alfabetización tecnológica se ha de basar en la adquisición de conocimientos y habilidades cognitivas e instrumentales y en el desarrollo de valores y actitudes hacia las TIC que surge como la necesidad de su uso en el desempeño y en la vida social y productiva de las personas.

Impresoras 3D con fines educativos

Escobar (2013) define a una impresora 3D como una máquina que es capaz de realizar réplicas de objetos tridimensionales a partir de un diseño 3D que ha podido ser realizado mediante un software paramétrico CAD (Diseño Asistido por Ordenador) o a partir de un escáner 3D, obteniendo como resultado un sólido tridimensional.

Los orígenes de la impresión 3D se remontan a 1976 con la invención de la impresora de tinta. Años después, en 1984, los avances y adaptaciones sobre el concepto y proceso de la impresión por inyección de tinta hicieron traspasar la barrera de la

inyección hacia la utilización de otros materiales para la impresión. Los avances han continuado desde entonces hasta el momento actual en que las impresoras evolucionan prácticamente a diario (Escobar, 2013).

La tecnología de impresión 3D es en la actualidad una posibilidad educativa real. Esto es debido en primer lugar al abaratamiento de los costes al liberar las patentes de esta tecnología, que trajo consigo el proyecto Reprap (Replicating Rapid Prototyper) dentro de la comunidad Maker, como una iniciativa Open Hardware. Evans (2012) describe en su obra de forma detallada todos los tipos de materiales que pueden utilizarse para imprimir en la actualidad y comenta que el material de uso fundamental y que puede ser experimentado en el aula por los alumnos son los plásticos termoplásticos (normalmente PLA o ABS) debido a su versatilidad y sobre todo al coste relativamente bajo de las impresoras que son capaces de trabajar con ellos.

A partir de un software de diseño 3D, como puede ser OpenSCAD o FreeCAD, y un software de laminado, como por ejemplo Cura 3D (Ultimaker), podemos imprimir un objeto físico relacionado con cualquier área de conocimiento (Historia, Música, Matemáticas, Tecnología, etc.), que ayudará a los alumnos en su comprensión, mejorará su creatividad y fomentará la motivación e interés de estos por las vocaciones STEM y en concreto por la tecnología (Sánchez, Ferrero, Conde y Alfonso, 2016).

Tal y como comentan Adams et al. (2017) en el último informe Horizon, las impresoras 3D son una tecnología que tendrá un impacto significativo para la educación en los próximos 5 años, asociada de manera muy directa con los Makerspaces, los cuales permiten crear espacios en los que los alumnos pueden desarrollar un aprendizaje basado en proyectos que, junto con la tecnología de impresión 3D, lleven a los estudiantes a explorar conceptos de forma más auténtica, dando lugar a un aprendizaje más significativo, en definitiva, aprender haciendo.

En dicho informe se indica que la impresión 3D en el aula pone al alcance de los alumnos las mismas tecnologías de vanguardia que encontrarán a lo largo de su carrera profesional, permitiendo con ello contextualizar el aprendizaje y dar herramientas a los alumnos para su futuro desarrollo laboral. Además, la creatividad y la motivación de los alumnos aumenta, llegando incluso a señalar que es un recurso adecuado para utilizar con alumnos con necesidades educativas especiales (ACNEE) ya que pueden ayudarles a aprender de forma significativa y fomentar el desarrollo competencial mientras trabajan de forma colaborativa o cooperativa con sus compañeros.

Como señalan Johnson et al. (2016), toda implantación de evoluciones implica una serie de desafíos que el informe señala categorizándolos en tres niveles de dificultad: solucionables, difíciles o muy difíciles. La categoría del desafío depende de la comprensión actual del problema y de la posible solución aplicable. Dentro de los desafíos que se presentan en el informe, algunos están más relacionados que otros con la implantación de las impresoras 3D en el aula, ya que por ejemplo, la mejora de la alfabetización digital de los alumnos y profesores es necesaria para poder utilizar estos dispositivos aprovechando todo su potencial en la experiencia de enseñanza-aprendizaje.

Lütolf (2014), expone en su trabajo que desde los niños más pequeños en educación primaria, hasta los más mayores que realizan estudios universitarios o ciclos formativos, están capacitados para utilizar las impresoras 3D, así como los programas de diseño y laminado necesarios. El autor aclara que el tipo de objetos que puedan diseñar e imprimir irá aumentando en complejidad, paralelamente a su conocimiento y manejo del hardware y software empleados como recursos educativos. Además habla de la posibilidad de aprendizaje independiente a través de las diferentes fases en que se divide el trabajo, idear, diseñar, fabricar, revisar, etc., recordando que se trata de una herramienta segura para su utilización en las aulas.

Los resultados obtenidos en el estudio piloto de Bonet, Meier, Saorín, De la Torre y Carbonell (2017), con alumnos del Grado en Ingeniería electrónica y automática de la Universidad de La Laguna, sobre la incidencia del uso de impresoras 3D para fomentar la creatividad, revelan que ésta se vio altamente potenciada acercándose a valores observados para alumnos de carreras eminentemente creativas como las Bellas Artes.

Las impresoras 3D pueden ser utilizadas como recurso educativo en multitud de asignaturas y áreas. En el caso de las matemáticas, los estudios de Beltrán y Rodríguez (2017) afirman su uso en el área de la geometría y del razonamiento probabilístico mostrando sesgos y carencias erróneas. Además, el disponer de impresoras 3D en las aulas abre las puertas a la conjunción de las mismas con la robótica educativa y la realidad aumentada. El estudio de Moreno, Leiva y López (2016), alberga el potencial del uso simultáneo de estos tres recursos en su carácter multimedial en las aulas para potenciar las inteligencias múltiples, ya que es capaz de estimular todos los canales sensoriales para que se produzca el aprendizaje por descubrimiento.

Siendo concedores del futuro prometedor del uso de las impresoras 3D, empresas como Ultimaker o Stratasys, o comunidades “Makers” están haciendo mucho hincapié en informar a los centros sobre los beneficios del uso de este tipo de recursos en educación. Un ejemplo de ello es la empresa Stratasys que ha recogido en su propia página web ejemplos de libros blancos de buenas prácticas en educación y otros ámbitos utilizando esta tecnología (Escobar, 2013).

Por otro lado, cabe mencionar que, en relación al uso de la impresión 3D en las aulas también hay algún inconveniente que debemos tener en cuenta para su implementación, tal y como comenta McNulty (2012), principalmente los relacionados con la contaminación de las micropartículas que los materiales empleados pueden producir.

Aplicación del diseño 3D en la metodología ABP

En términos de educación y de la forma de enfocar las metodologías de enseñanza, hay un claro predominio en la actualidad de enfoques innovadores como puede ser el aprendizaje basado en proyectos (ABP). Dichos enfoques buscan transformar los paradigmas tradicionales (Johnson et al., 2016).

El origen de la metodología de aprendizaje basado en proyectos parte del Constructivismo, que fue evolucionando a partir de las contribuciones de educadores y psicólogos tales como Vygotsky, Piaget, Dewey o Bruner. Galeana de la O., (2006) señala que el ABP parte de la fundamentación de formar equipos integrados por miembros con perfiles, habilidades y capacidades distintas, para que trabajen juntos en la realización de uno o varios proyectos con la finalidad de solucionar problemas reales o una simulación de los mismos. La autora indica que el ABP se nutre de las diferencias de sus miembros para obtener oportunidades de aprendizaje preparando a los alumnos para trabajar en ambientes diversos que pueden asemejarse a ambientes reales a los que en el futuro pueden enfrentarse. El éxito en la consecución de los resultados de un proyecto trabajado en equipo bajo la metodología del ABP requiere un diseño instruccional definido, definición de roles y fundamentos de diseño de proyectos. De esta forma, al trabajar dando solución a problemas reales y contextualizados para los estudiantes, la motivación intrínseca aumenta al avanzar en sus propios proyectos, trabajando en su autoaprendizaje al recopilar información, descubriendo aspectos que despiertan su curiosidad durante esa búsqueda y posteriormente mostrando sus resultados a sus iguales (Galeana de la O., 2006).

En relación a lo que la impresión 3D puede aportar al ABP, Johnson et al. (2016) puntualizan que dentro de las metodologías de trabajo, con una impresora 3D se puede trabajar de forma eficaz esta metodología, ya que se pueden realizar diferentes fases llegando al final del aprendizaje con la consecución de un proyecto completo que

incluso en determinados casos pueda servir para una aplicación que solucione un problema real.

Tal y como exponen Bull, Haj-Hariri, Atkins y Moran (2015), todo conocimiento aprendido en un contexto natural y apropiado, será más fácilmente conservado y el logro de esta contextualización necesaria no se consigue únicamente comprando una impresora 3D y colocándola en el aula, es necesario crear y trabajar proyectos que faciliten esa contextualización a los alumnos.

En 2013, a través del trabajo colaborativo de las facultades de Educación y de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Virginia se estableció una Escuela-Laboratorio de Fabricación Avanzada con la finalidad de desarrollar prácticas educativas eficaces a partir de impresoras 3D (Bull et al., 2015). Como ejemplo de logro por parte de esta Escuela-Laboratorio, Bull et al., (2015) señalan un proyecto conjunto realizado con el Smithsonian, en el que se fabricaron mecanismos físicos para el uso educativo. Este proyecto consiste en enseñar ciencias e ingeniería a través de la reconstrucción histórica de inventos tan determinantes como pueden ser el telégrafo, los motores eléctricos o el teléfono. Todos los productos fabricados se pusieron a disposición de los estudiantes en la página web del Smithsonian para el uso y aprendizaje a través de la reconstrucción de los modelos por parte de los alumnos.

A medida que se han ido introduciendo las impresoras 3D, surgieron los problemas de falta de formación por parte del profesorado. Para solucionar este freno una de las empresas más consolidadas en el sector de diseño y fabricación de impresoras, Stratasys, en colaboración con el Instituto de Tecnología de Wentworth en Massachusetts, crearon unos ambiciosos cursos de formación para formar a docentes y estudiantes sobre el uso de las impresoras 3D en la metodología de ABP.

En la actualidad se pueden encontrar ejemplos reales de aplicaciones de la metodología ABP usando impresoras 3D. Un ejemplo de buenas prácticas llevado a

cabo por la National Science Teachers Association (2013) consistía en la construcción en un colegio de primaria de Virginia, de una catapulta 3D por parte de los alumnos. Con ello, los estudiantes trabajaban los conceptos de fuerza, velocidad y las ecuaciones de velocidad lineal.

El Ministerio de Educación, Cultura y Deporte Español (2015) ha subvencionado un proyecto desarrollado denominado “Proyecto Gutenberg3D” en el cual 11 institutos de Educación Secundaria trabajan la mejora del aprendizaje multidisciplinar a través del montaje, puesta en marcha e impresión en 3D de piezas para su uso en diferentes áreas, materias o módulos de diferentes etapas educativas. Dentro de los proyectos, hay ejemplos de buenas prácticas en las que los alumnos, además de trabajar sus competencias, ayudan de forma social a personas con necesidades. En dicho proyecto, colaboran dos de los institutos y consiste en imprimir manos protésicas con las impresoras y donarlas a la persona que lo necesite; este proyecto internacional se denomina “enablingthefuture” (Owen, 2016).

Análisis de la revisión teórica

La revisión teórica llevada a cabo para el diseño de nuestra propuesta metodológica se ha basado en estudios de relevancia como los de Castro et al. (2010), Tapia (1991) o Vázquez y Manassero (2008) en el campo de la motivación y el aprendizaje, los de Condie y Munro (2007), Palomo, Ruíz y Sánchez (2006) u Ortega (2009) en el ámbito de las TIC y su influencia en el aula, los de Sánchez et al. (2016), Beltrán y Rodríguez (2017) o Bonet et al. (2017) en el campo de las impresoras 3D y su inclusión en educación y los de Johnson et al. (2016), Galeana de la O (2006) o Bull et al. (2015) en el ámbito del aprendizaje basado en proyectos y su aplicación a través de las impresoras 3D. Respecto a la relación entre la motivación y la tarea a llevar a cabo, Woolfolk (2006) señaló que la motivación es un estado interno que dirige la conducta

de las personas, y que si éstas conocen la motivación de realizar una tarea, la realizan de forma mucho más eficientemente.

La reflexión sobre cómo debe de ser la tarea ideal para los estudiantes y el docente, está perfectamente delimitado por Tapia (1991), que señala que la mejor tarea será novedosa, que permita trabajar de forma autónoma, con contenidos significativos y relevantes, trabajada de forma cooperativa en grupos, con múltiples variantes y guiada por el docente en determinados aspectos. Asimismo, el docente ideal deberá ser un ejemplo de comportamiento y de valores, siendo coherente con lo que transmite e intenta inculcar.

De igual manera, a lo largo de esta revisión teórica, se señala el papel fundamental que están jugando las TIC dentro del ámbito docente (Condie y Munro, 2007). Este hecho se debe a la gran cantidad de oportunidades que ofrecen frente a las enseñanzas tradicionales, así como al apoyo actual que están encontrando estos recursos en las recientes legislaciones educativas. Resulta fundamental que la escuela se desarrolle tecnológicamente, a la par que la sociedad con la que interactúan los alumnos.

Las TIC como tales, ofrecen una gran cantidad de ventajas y oportunidades, pero su uso trae consigo también una serie de inconvenientes que deben ser tratados con mesura y con dedicación a la hora de trabajar con los estudiantes. No se debe caer en el uso vacío de dichos recursos, ni en el uso de forma irresponsable y descuidada, ya que puede generar efectos negativos para los alumnos en su aprendizaje y desarrollo. Otro factor que a día de hoy genera un freno en el desarrollo de las TIC en el ámbito docente, es la denominada brecha digital, este factor produce que los actuales docentes nacidos en una generación tecnológica menos desarrollada deban formarse y reciclarse para impartir clases a alumnos con un mayor conocimiento de dichos recursos en muchas ocasiones (Condie y Munro, 2007). Dicho trabajo extra que deben realizar los docentes, hace que muchos de los mismos opten por reciclar una y otra

vez sus antiguos materiales docentes alejándose cada vez más de sus alumnos, los cuales demandan otros tipos de docencia.

Se recoge también en esta revisión teórica, un análisis de la metodología de trabajo basada en el aprendizaje por proyectos. Dicha metodología ofrece oportunidades para trabajar de una forma muy eficaz con los alumnos, permitiendo que trabajen en multitud de tareas en grupos interdisciplinares y solucionando problemas complejos que se asemejan a posibles problemas a los que tendrán que enfrentarse en el futuro ya sea personal como profesional.

Dentro de la utilización de la metodología del aprendizaje basado en proyectos, las TIC ofrecen una serie de variantes que encajan a la perfección con dicha forma de trabajar en el aula. En el caso analizado en el presente estudio, la utilización de la fabricación por impresión 3D dentro de dicha metodología, ofrece grandes beneficios en el aprendizaje de los alumnos. Les ayuda a obtener aprendizajes significativos en base a la experimentación que conllevan a un incremento motivacional que les hace mejorar sus resultados educativos (Sánchez et al., 2016). Los educandos se divierten a la vez que experimentan y aprenden, generando con ello un deseo de seguir aprendiendo conocimientos que ellos mismos saben que les van a servir, ya no solo para la actualidad, sino para un futuro próximo tanto personal como laboral.

En el ámbito de la impresión 3D, se ha podido comprobar que es una tecnología que, aunque está en auge, su historia es relativamente reciente, generando este hecho que sus costes sean todavía elevados. En la actualidad, el coste es uno de los mayores frenos para la implantación en las aulas, y por este motivo su uso irá creciendo de forma progresiva conforme los costes vayan siendo relativamente menores. Además de los altos costes, otros desafíos deben ser superados para la generalización en el uso de las mismas, entre ellos la falta de formación de los docentes en dicho campo.

Propuesta metodológica

La presente propuesta metodológica pretende, a través de la utilización de las impresoras 3D y mediante el uso de la metodología por proyectos, mejorar la experiencia enseñanza-aprendizaje e incrementar la motivación de los alumnos.

Mediante esta propuesta, se quiere mostrar a los estudiantes, de manera colaborativa y partiendo de unos conocimientos iniciales básicos, los primeros pasos para la consecución de un proyecto, como por ejemplo la construcción de diferentes estructuras: puentes, atracciones, etc. Estas estructuras estarían compuestas por distintos elementos estructurales como pueden ser vigas, mecanismos, engranajes, etc., los cuales deberían ser creados mediante las impresoras 3D. De esta forma, se pretende profundizar sobre el uso de impresoras 3D y realización de primeros diseños, teniendo presente la organización de las distintas tareas y el planning organizativo que deben seguir de cara a la ejecución del proyecto (investigación, experimentación, planificación, diseño y construcción) y de su memoria final.

La idea fundamental de esta propuesta metodológica es enseñar al alumno a enfrentarse a un problema real, como puede ser el diseño y optimización de estructuras y mecanismos, el cual le ayude a poner en práctica y reflexionar los contenidos estudiados anteriormente, logrando con ello el hecho de obtener aprendizajes significativos a través de la metodología de “aprender haciendo”. La utilización de recursos educativos modernos como son las impresoras 3D, facilita que los alumnos trabajen su creatividad, su autoaprendizaje y su espíritu de superación tanto de forma individual como colectiva (Bonet et al., 2017).

Objetivos a conseguir

Los objetivos que se esperan conseguir en la futura implementación de la propuesta metodológica son los siguientes:

- 1) Acercar a los alumnos a las nuevas tecnologías y lograr su alfabetización digital, incrementando con ello su capacidad para crear contenidos digitales, obtener y

sintetizar la información y utilizar la tecnología para obtener unos determinados objetivos previamente marcados.

2) Realizar aprendizajes significativos en los alumnos a través de la contextualización de los contenidos presentados, logrando con ello, aumentar la motivación por aprender, la curiosidad por conocer y, por ende, el interés de los educandos.

3) Potenciar la capacidad de tomar decisiones y de trabajar de forma autónoma, pero a su vez hacer que los alumnos sean flexibles y adaptables para organizar y ejecutar tareas en equipo.

4) Orientar su educación para la resolución de problemas, el uso de la creatividad y la ética de trabajo de ayudar y cooperar con sus compañeros.

Competencia digital

A priori, resulta lógico comentar que la competencia digital va a ser de forma directa la competencia más trabajada por los alumnos con el uso de las TIC y más concretamente con el uso de la impresora 3D, pero hay que destacar que no será la única, ya que dependerá del enfoque de las actividades y del trabajo realizado al utilizar dichos dispositivos, el que establecerá que más competencias serán trabajadas.

Centrándonos en la competencia de este punto, podemos resaltar que en nuestra propuesta metodológica los contenidos que van a aprender los alumnos y la utilización de un recurso educativo como es la impresoras 3D, implican que los alumnos tendrán que utilizar las tecnologías de la información de forma constante para aprender, obtener información y realizar simulaciones con los diferentes programas utilizados, lo que conlleva a trabajar directamente su competencia digital. Es preciso tener en cuenta que, para la consecución del proyecto, tendrán que localizar, procesar, elaborar y almacenar grandes cantidades de información sobre los contenidos trabajados, lo cual sigue atendiendo a tal competencia.

Metodología propuesta a seguir

La metodología planteada está diseñada y pensada para la posible implementación en los diferentes cursos de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO), pudiéndose desarrollar por ejemplo, en el curso de 3º de la ESO, asignatura Tecnología, para el Bloque de contenidos de Procesos de resolución de problemas tecnológicos, Materiales de uso técnico y Estructuras, sistemas mecánicos y eléctricos.

Dicha propuesta metodológica viene marcada por la búsqueda de lograr en los alumnos aprendizajes significativos, para ello el lenguaje utilizado en clase deberá ser comprensible en todo momento, por este motivo, al inicio del proyecto se deberá realizar una descripción y explicación sobre el vocabulario básico que tienen que conocer para poder comenzar con una buena base como punto de partida.

También se tendrán que intercalar explicaciones teóricas con tiempos de trabajo en clase o en el taller, para que se pongan en práctica los conocimientos y de esta manera surjan las dudas que puedan ser solucionadas por el profesor. Esta experimentación inicial por parte de los alumnos, hará que puedan trabajar de forma autónoma pero, a su vez, en caso de dudas que no sepan solucionar, puedan apoyarse en el docente.

Además, se deberán realizar las explicaciones con ayuda de la pizarra y el cañón de proyección, de todos los conceptos y cuestiones que sean relevantes para los alumnos, tanto de los contenidos a tratar, como del funcionamiento de las diferentes herramientas y equipos que van a utilizar.

Sumando a lo anterior, se tendrán que plantear diversas cuestiones relacionadas con las explicaciones teóricas o de los equipos presentados a los alumnos, para que, por grupos las trabajen de forma autónoma y colaborativa.

Otro aspecto a resaltar es, que se deberá facilitar a los alumnos una serie de piezas tipo, con las que podrán practicar en clase con los softwares de fabricación y diseño de la impresora 3D, para que puedan aprender haciendo a través de ensayo-error.

Mediante esta experimentación, el alumno podrá extrapolar diferentes problemas que ha tenido al fabricar una pieza ejemplo para una futura fabricación y diseñado de piezas que sean parte de su proyecto. De esta manera, el alumno podrá evitar problemas similares y alcanzar soluciones más eficientes para el proyecto.

Planificación de acciones para la implementación metodológica

Las acciones a llevar a cabo para poder implementar nuestra propuesta metodológica, vienen detalladas en la tabla 1, las cuales serán descritas a continuación de la misma.

Tabla 1

Cronograma de trabajo para la Propuesta Metodológica.

Acciones	Clase - Actividades	Tiempo
1ª Acción	Explicación conceptos impresoras 3D	30'
	Formar grupos de trabajo para proyecto	5'
	Plantear actividad de buscar información	20'
2ª Acción	1ª Sesión de trabajo en grupo	40'
	Experimentación con piezas tipo	15'
3ª Acción	2ª Sesión de trabajo en grupo	55'
4ª Acción	3ª Sesión de trabajo en grupo	55'
5ª Acción	4ª Sesión de trabajo en grupo	55'
6ª Acción	Sesiones de trabajo en grupo en el taller	55'

1ª) Acción: Sesión teórica-Impresoras 3D-Inicio e Investigación.

En esta primera acción, en primer lugar, se deberá explicar a los alumnos el funcionamiento de la impresora 3D de la que dispone el centro educativo, explicándoles su funcionamiento y capacidad para fabricar los objetos y presentándoles las ventajas e inconvenientes de la misma.

A continuación, se dividirá a los alumnos en los diferentes grupos que van a realizar cada proyecto. Tras ello, se les planteará el procedimiento a seguir, las fases, la

metodología de trabajo y su evaluación, así como el objetivo final que debe cumplir el proyecto desarrollado.

Posteriormente, se planteará a los estudiantes una primera fase inicial que implique la búsqueda autónoma de información sobre la temática del proyecto. En esta parte se aportará al alumno una serie de fuentes de información que puedan servirle de punto de partida para seguir incrementando sus conocimientos. Un ejemplo de proyecto a plantear a los estudiantes, podría ser la construcción de una Maqueta de un parque de atracciones, en la cual sus elementos de transmisión de movimiento estén compuestos por piezas fabricadas mediante la impresora 3D.

2ª) Acción: Primera sesión de trabajo en grupo-Puesta en común-Experimentación 3D.

En esta primera sesión de trabajo en grupo, los alumnos deberán hacer una puesta en común sobre la información que han encontrado cada uno por separado. En esta sesión los alumnos deberán ir concretando las primeras ideas del proyecto que quieren realizar.

En el último tercio de la sesión, se deberá dar a los alumnos unas piezas ejemplo, para que empiecen a experimentar con los programas de diseño y con la impresora 3D. Continuando con el ejemplo de proyecto mencionado anteriormente (Maqueta de un parque de atracciones), las piezas de muestra podrán ser las diferentes partes que conforma una atracción Tiovivo (poleas, engranajes, ejes de giro, etc.).

3ª) Acción: Segunda sesión de trabajo en grupo-Diseño-Manejo 3D.

En esta segunda sesión de trabajo en grupo, se deberá continuar con el trabajo en grupo, para que los alumnos organicen su tiempo para ir aprendiendo a utilizar la impresora y a su vez, realicen los pre-diseños y bocetos que serán la base del proyecto final.

4ª) Acción: Tercera sesión de trabajo en grupo-Planificación-Diseño-Manejo 3D.

Al igual que en la acción anterior, los alumnos deberán continuar trabajando en grupo para que, además de las ideas iniciales de diseño, realicen la planificación sobre cómo van a llevar a cabo su trabajo en el plazo marcado.

5ª) Acción: Cuarta sesión de trabajo en grupo-Entrega de Pre-diseños y Programación.

En esta cuarta sesión de trabajo en grupo, los alumnos deberán entregar al profesor los pre-diseños y la programación de tareas que han consensuado todos los miembros del equipo para ser estudiados y revisados por el docente, con la finalidad de valorar la viabilidad del pre-diseño y de su temporalización.

6ª) Acción: Sesiones de trabajo en grupo en el taller-Planificación-Construcción.

En las sesiones de trabajo en grupo en el taller, los alumnos, partiendo de las ideas iniciales y de la planificación que realizaron anteriormente (4ª Acción), deberán concretar su planificación, plasmar las ideas en bocetos, fabricar las piezas que estimen oportunas con la impresora 3D y, por último, realizar el montaje final elaborando un registro en la memoria de todo el proceso realizado a lo largo del proyecto. El número de estas sesiones dependerá de la complejidad del proyecto.

Especificaciones de los recursos humanos y materiales

En la presente propuesta metodológica, hay que tener en consideración que dentro de los recursos humanos, va a existir una necesidad de que los profesores que van a utilizar dicha metodología, posean la formación suficiente en el manejo de los distintos recursos educativos para la implementación de la propuesta, es decir, los docentes que quieran llevar a cabo la propuesta metodológica, deberán tener los conocimientos tecnológicos necesarios, para la explicación, diseño y construcción de objetos mediante las impresoras 3D. Debido a esto, los recursos humanos van a venir de la mano de una formación fundamental para poder utilizar y enseñar a usar los equipos y software oportunos para la realización de las diferentes fases del proyecto.

En referencia al uso de diferentes materiales y recursos para llevar a cabo la propuesta, cada uno de ellos irá en función de las fases del proyecto y del lugar donde

se lleven a cabo. Las explicaciones teóricas se realizarán en el aula de teoría, la cual deberá disponer de pizarra tradicional, digital y ordenador. Al ser un proyecto que conlleva el uso de software informático tanto para el diseño 3D de las piezas, como para el volcado de datos al software de la impresora, se hará uso del aula de informática, de los ordenadores del centro, así como de los softwares específicos tanto de diseño 3D como para la impresora 3D. En la fase de trabajo de experimentación con la impresora 3D y de construcción del proyecto, se utilizará el taller y la impresora 3D. La propia impresora necesita los consumibles para poder trabajar, siendo los mismos unas bobinas de material plástico (PLA). El taller deberá estar equipado con los materiales necesarios para que los alumnos puedan fabricar sus proyectos, contando con las herramientas necesarias y materiales como pueden ser madera, estaño, acero, cobre, motores monofásicos y pilas, entre otros.

Forma de evaluación prevista

El sistema de evaluación deberá evaluar el resultado final del proyecto, el proceso realizado para conseguirlo y la memoria final. Para poder evaluar estos parámetros, podremos utilizar rúbricas de evaluación (Ver Tabla 2 y 3) que atiendan y consideren estos aspectos con el fin de tener lo más medido y controlado el aprendizaje llevado a cabo por los alumnos.

Tabla 2

Rúbrica de evaluación de la Memoria.

Parámetro /Valor	Presentación (10%)	Expresión (15%)	escrita	Contenidos (40%)	Dibujos / Planos (35%)
0	No entregado.	No entregado.		No entregado.	No entregado.
2 (negativa)	Mala letra, casi ininteligible.	No se entienden las frases, mala sintaxis, datos inconexos, multitud de faltas de ortografía.		Faltan gran cantidad de apartados por rellenar.	Faltan gran cantidad de planos, y los que se incluyen están mal presentados, sin regla, sin acotaciones, sin escala.
4 (incorrecta)	Mala letra y no respeta márgenes, espacios, interlineado, sin grapar, nombre de archivo no adecuado.	Se expresa de forma incorrecta y tan resumida que no expresa críticas ni opiniones, hay faltas de ortografía.		Faltan contenidos mínimos requeridos o los apartados del proyecto no están debidamente cumplimentados.	Faltan planos mínimos requeridos, acotación sin respetar las normas, líneas no paralelas, no respeta las escalas.
5 (correcta)	Presentación mínima adecuada, respeta la mayoría de normas de estilo explicadas (encabezado, pie de página, numeración, estilos, etc.).	Se expresa bien y manifiesta con claridad sus ideas, y no hay faltas que un procesador de textos pueda detectar.		Contenidos mínimos requeridos. Todos los apartados debidamente cumplimentados.	Planos mínimos requeridos.
7 (perfecta)	Respeta todas las normas de estilo, tiene una buena presencia.	Además de una expresión correcta y ausencia de faltas, manifiesta críticas y opiniones.		Contenidos apropiados para el proyecto. Demuestra que se han realizado aprendizajes significativos.	Planos apropiados, realizados con regla, acotación según norma, sin errores.
9 (excelente)	Está perfectamente acabado e incluye tipografía original, buena maquetación, invita a ser leído.	Contribuye con críticas que permiten mejorar los futuros procesos de enseñanza aprendizaje.		Además de lo anterior, se incluyen valiosos datos adicionales.	Además de lo anterior, en los planos se aportan datos adicionales que mejoran la comprensión.

Tabla 3

Rúbrica de evaluación del Proyecto.

Parámetro /Valor	Acabado (20%)	Dificultad (10%)	Funcionamiento 3D (40%)	Trabajo en grupo (10%)	Trabajo individual (20%)
0	No entregado.	No entregado.	No entregado.	No entregado.	No entregado.
2 (negativa)	Está mal construido, se ha desperdiciado material (termofusible, etc.), uniones muestran huecos, es peligroso usarlo por astillas, etc.	No incorpora nada de lo estudiado, tiene una dificultad nula, no se pueden extraer aprendizajes significativos.	No está acabado.	Muy mala organización y coordinación del equipo: nadie hace nada productivo.	Ha trabajado muy poco. Juega y pone en peligro la seguridad de los demás. Malgasta material.
4 (incorrecta)	El mal acabado impide el correcto funcionamiento, se ha desperdiciado material.	No corresponde con el nivel de estudios de los alumnos.	No funciona, no cumple los requisitos.	Falta la mínima coordinación y organización: uno hace algo, los otros miran.	No ha trabajado el mínimo requerido. No cumple estrictamente las normas de seguridad.
5 (correcta)	Acabado mínimo requerido, algunas uniones no ajustan bien.	Se ajusta a lo estrictamente necesario.	Funcionamiento o mínimo requerido.	Coordinación y organización mínima requerida para sacar el proyecto adelante.	Ha trabajado el mínimo requerido y cumple las normas de seguridad todo el tiempo.
7 (perfecta)	Está bien acabado, la mayoría de las superficies son suaves, las uniones ajustan bien.	El nivel se adecúa al nivel de estudios del alumno y reporta valor.	Funciona bien.	Buena coordinación y organización del equipo de trabajo.	Trabajo perfecto, ha realizado todas sus tareas con responsabilidad e independencia. Además, ha vigilado y ayudado a sus compañeros a cumplir las normas.
9 (excelente)	Está perfectamente acabado, todas las superficies son suaves, todas las uniones ajustan bien, no se ha desperdiciado nada de material.	Es de un nivel superior al de los alumnos, demuestra dominio de la materia, combina varios bloques de contenidos.	Funciona a la perfección e incluye alguna mejora adicional.	Muy buena coordinación y organización del equipo de trabajo.	Excelente trabajo, con aportaciones adicionales que han beneficiado al grupo.

También se deberá considerar la actitud y el comportamiento del alumnado, pudiéndose evaluar mediante la utilización de rúbricas diseñadas con este fin (Ver Tabla 4), la implicación y motivación del alumnado.

Tabla 4

Rúbrica de evaluación de actitud.

Parámetro /Valor	Actitud (30%)	Participación en clase (30%)	Resolución de cuestiones propuestas (40%)
0	El alumno no respeta al profesor ni a sus compañeros.	No participa en clase.	No entrega los trabajos.
2 (negativa)	El alumno ha recibido varios castigos y toques de atención por parte del profesor.	Participación casi inexistente y en su mayoría de veces generando distracción en los compañeros.	Faltan gran cantidad de trabajos por entregar.
4 (incorrecta)	El alumno ha recibido algún castigo menor y a veces no respeta los turnos de palabra de sus compañeros.	Participa de forma ocasional. Se distrae constantemente y distrae de igual manera a sus compañeros.	Se entregan los trabajos, pero faltan contenidos mínimos requeridos o los apartados no están debidamente cumplimentados.
5 (correcta)	Su actitud es correcta en clase, respeta los turnos de palabra.	Participa en clase de forma ocasional. A veces realiza comentarios que generan la distracción de sus compañeros.	Contenidos mínimos requeridos. Todos los ejercicios debidamente realizados.
7 (perfecta)	Su actitud es buena en clase.	Participa en clase de forma intencional pero se distrae algunas veces.	Ejercicios bien ejecutados y realizados. Demuestra que se han adquirido aprendizajes significativos
9 (excelente)	Su actitud en clase es ejemplar.	Participa en clase de forma intencional y sin distraerse por factores externos.	Además de lo anterior, se incluyen valiosos datos adicionales e información extra que ha sido investigada por el alumno.

La comprobación de que los alumnos han incrementado su motivación y mejorado su experiencia de enseñanza-aprendizaje, vendrá dada por valores cuantitativos como pueden ser, las calificaciones obtenidas en la memoria del proyecto, y por valores cualitativos como, el interés que han demostrado en los proyectos realizados, el

entusiasmo al experimentar, el grado de implicación en la conclusión del proyecto o la evidencia del desarrollo de sus capacidades de autoaprendizaje, superación de retos y trabajo en equipo.

Conclusiones

Para la realización de este estudio se han planteado dos objetivos, por un lado, realizar una revisión teoría atendiendo a las principales fuentes en el campo de la motivación, aprendizaje, rendimiento académico, TIC, impresoras 3D y aprendizaje basado en proyectos, que sirva como base para la elaboración del diseño de la propuesta metodológica y por el otro, diseñar una propuesta metodológica, mediante la utilización del aprendizaje basado en proyectos usando como recurso educativo las impresoras 3D, que consiga mejorar la experiencia de enseñanza-aprendizaje e incrementar la motivación del alumnado.

Ambos objetivos han sido alcanzados y el siguiente paso de la investigación se basará en la implementación de la propuesta en el aula, de forma que se pueda verificar cómo el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos mejora de forma significativa.

Las conclusiones extraídas a partir de la revisión teórica nos llevan a pensar que no es posible hablar sobre la motivación en general para una persona, sino de un conjunto de variables que influyen en la misma y que, en definitiva, son las que hay que intentar potenciar de forma personalizada y adaptada a los alumnos. Cada uno de los elementos, propósitos, experiencias, satisfacciones, consecuencias y recompensas, son diferentes para cada individuo, incluso tratándose de la misma actividad, por lo que entendemos una condición necesaria, conocer a cada uno de los alumnos, sus inquietudes y objetivos, las situaciones que les divierten y las que les estresan, así como su percepción individual de premio o recompensa, para poder ofrecer así el conjunto de motivaciones adecuadas a cada individuo, procurando dar prioridad a las

que formen parte del grupo de motivaciones intrínsecas pretendiendo conseguir los mejores resultados posibles (Steinmayr y Spinath, 2009).

Cabe señalar, en lo referente a las metodologías didácticas que emplean TIC en su desarrollo, a tenor de los diferentes estudios revisados, como es el caso del ABP con la impresión 3D, que la utilización de un recurso tan dinámico e innovador, puede conseguir captar la atención de los alumnos desde el primer momento incrementando su motivación hacia el aprendizaje. A partir del hecho de que los alumnos trabajen mediante el aprendizaje basado en proyectos, se estima que se reporten resultados positivos, ya que el realizar proyectos entre iguales puede aportar una motivación extra para que los alumnos tengan que luchar para conseguir avanzar y realizar sus proyectos (Galeana de la O, 2006).

Consideramos que la forma de enfocar el uso conjunto de la metodología de ABP y la impresión 3D en las aulas requiere de la interdisciplinariedad ya que el ser humano no aprende de forma aislada, sino relacionando los nuevos conceptos con los que ya tiene formando un concepto global. Lo que se ha pretendido con este trabajo es plantear esta interdisciplinariedad en distintas materias, principalmente las materias STEM, para que el alumno adquiera las competencias científicas y tecnológicas de manera global y no aislada mediante ejemplos prácticos aplicables a la vida cotidiana que susciten su interés.

Siendo conscientes de que para obtener unos resultados reales es necesario y fundamental poner en práctica la metodología propuesta, consideramos que el uso del aprendizaje basado en proyectos apoyado por la impresión 3D como recurso educativo, en la elaboración de proyectos como construcción de puentes, de estructuras, de mecanismos, de figuras relacionadas con la historia o de geometría, etc., podrá brindar al docente una gran oportunidad de innovar y de ofrecer una gran variedad de materiales y actividades, pudiendo incrementar el interés y motivación de los estudiantes.

Por último, se han querido mencionar algunas limitaciones que se consideran vigentes para la puesta en práctica de esta metodología en relación al recurso de la impresión 3D, no obstante se considera que a medida que se lleve a cabo la progresiva introducción de las impresoras 3D en los centros educativos, tales limitaciones irán progresivamente minimizando. Algunas de las más relevantes tienen que ver con el coste inicial de su implementación y con que los profesores no cuentan con la formación suficiente para afrontar con solvencia la enseñanza con la impresión 3D, ni los conocimientos para obtener todo el potencial de los recursos. Por otro lado, es una tecnología que según las piezas diseñadas, el tiempo requerido de impresión puede ralentizar el avance de los alumnos, además de que al ser una tecnología totalmente nueva para casi todos ellos, sus conocimientos previos son mínimos, causando que este hecho pueda hacer que el proceso de formación inicial se alargue y la ambición de los proyectos que puedan ser realizados sea más limitada. Esto conllevará al docente la supervisión de la complejidad del diseño e impresión de las piezas.

Reflexionando sobre las perspectivas de la introducción de la impresión 3D en las aulas, se puede decir que son numerosas y con un futuro muy prometedor. El futuro a nivel global del uso de la impresión 3D viene marcado por una clara integración de este proceso en gran variedad de ámbitos. Este hecho hace necesario el trabajo desde las escuelas, ya que uno de los pilares fundamentales de la educación es la de formar y preparar a los alumnos para poder moverse de forma eficaz en el mundo que los rodea. Además, si las expectativas laborales se cumplen y la impresión 3D sigue sus tendencias de crecimiento, muchos estudiantes necesitarán una buena formación en el ámbito para poder competir en su futuro laboral.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido apoyada por la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR, <http://www.unir.net>), en el marco del Plan Propio de Investigación, Desarrollo e Innovación [2017-2019].

Referencias

- Adams S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C., and Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Informe Horizon 2017. Edición Superior de Educación*. Recuperado de http://educalab.es/documents/10180/38496/Resumen_Informe_Horizon_2017/44457ade-3316-418e-9ff9-fd5e86fc6707
- Beltrán, P., Rodríguez, C. (2017). Modelado e impresión 3D en la enseñanza de las matemáticas: un estudio exploratorio. *ReiDoCrea*, 6(2), 16-28.
- Bonet, A., Meier, C., Saorin, J.L., de la Torre, J., Carbonell, C. (2017). Tecnologías de diseño y fabricación digital de bajo coste para el fomento de la competencia creativa. *Arte, individuo y sociedad*, 29(1), 89-104.
- Bull G., Haj-Hariri H., Atkins R. y Moran P. (2015). An Educational Framework for Digital Manufacturing in Schools. *3D Printing and Additive Manufacturing*, 2(2), 42-49. doi: 10.1089/3dp.2015.0009
- Castro, M., Ruiz L. S., León, A. T., Fonseca H., Díaz, M. y Umaña, W. (2010). Factores académicos en la transición de la primaria a la secundaria: motivación, rendimiento académico y disciplina. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 10 (3), 1-29. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/download/10144/17998>
- Condie, R., Munro, B. (2007). *The Impact of ICT in schools- a landscape review*. Quality in Education Centre, University of Strathclyde. Recuperado de

- http://dera.ioe.ac.uk/1627/7/becta_2007_landscapeimpactreview_report_Redacted.pdf
- Escobar, C. (2013, 23 de Marzo). Breve historia de la impresión 3D. *Impresoras3D.com*. Recuperado de <https://goo.gl/N7U9KP>
- Evans, B. (2012). *Practical 3D Printers: The Science and Art of 3D Printing*. New York: Technology in action.
- Galeana de la O, L. (2006). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Digital de Investigación en Educación a Distancia*. Recuperado de <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- González-Pineda, J. A. (2003). El rendimiento escolar. Un análisis de las variables que lo condicionan. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, 22(8), 247-258.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., y Hall, C. (2016). NMC Informe Horizon 2016. Edición Superior de Educación. Recuperado de <http://cdn.nmc.org/media/2016-nmc-horizon-report-HE-ES.pdf>
- Lütolf, G. (2014). *Uso de impresoras 3D en la Escuela: La experiencia de 3druncken.ch*. University of Teacher Education Bern. BERN. Recuperado de https://impresion3denelictp.files.wordpress.com/2014/03/uso-de-impresoras-3d-en-la-escuela-la-experiencia-de-3drucken-ch_gregor-lc3bctolf1.pdf
- McNulty, C. M. (2012). *Towards the Printed World: Additive Manufacturing and Implications for National Security*. National Defense University. Institute for National Strategic Studies. Defense Horizons No. 73. Recuperado de <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a577162.pdf>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte Español, (2015). Página web oficial del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es>

- Moreno, N.M, Leiva, J., López, E. (2016). Robótica, modelado 3D y realidad aumentada en educación para el desarrollo de las inteligencias múltiples. *Aula de encuentro*, 18(2), 158-183.
- National Science Teachers Association. (2013) NSTA Reports. Publicación periódica volumen 25 (2) Recuperado de <https://goo.gl/HMgMgn>
- Ortega, I. (2009) La alfabetización Tecnológica. *Revista Electrónica de la Educación*, 10 (2), 11-24.
- Osborne, J. Dillon, J. (2008). Science Education in Europe: Critical Reflections. *A Report to the Nuffield Foundation* Recuperado de: <https://goo.gl/4BBRse>
- Owen, J. (2016). Becoming digital humanitarians. An E-NABLE story. *Enabling the future*. Recuperado de <http://enablingthefuture.org/>
- Palomo, R., Ruíz, J., Sánchez, J. (2006). Las TIC como agentes de innovación educativa. Junta de Andalucía. *Consejería de Educación Dirección General de Innovación Educativa y Formación del Profesorado*. Recuperado de http://www.edubcn.cat/rcs_gene/11_TIC_como_agentes_innovacion.pdf
- Rotgans, J. I. y Schmidt, H. G. (2012). The intricate relationship between motivation and achievement: examining the mediating role of self-regulated learning and achievement-related classroom behaviors. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 24(2), 197-2018.
- Sánchez, L., Ferrero, R., Conde, M. Á., Alfonso, J., (2016). Experiencia de aprendizaje basado en la implementación colaborativa de proyectos para el desarrollo de competencias emprendedoras. En *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa SIIE 2016*, 109-114.
- Smith, J. G, y Suzuki, S. (2015). Embedded blended learning within an Algebra classroom: a multimedia capture experiment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(2), 133-147.

-
- Steinmayr, R., Spinath, B. (2009). The importance of motivation as a predictor of school achievement. *Learning and Individual Differences*, 19 (1), 80-90.
- Tapia, J. A. (1991). *Motivación y aprendizaje en el aula: Cómo enseñar a pensar*. Madrid: Aula XXI/Santillana.
- Vázquez, Á. Manassero, M.A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: Un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 5(3), 272-292.
- Weiner, B. (1986). *An attributional theory of motivation and emotion*. New York: Springer Verlag.
- Woolfolk, A. (2006). *Psicología Educativa*. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

Formato de citación

Blázquez, P., Orcos, L., Mainz, J., Sáez D. (2018). Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 8(1), 162-193. doi: <http://dx.doi.org/10.26864/PCS.v8.n1.8>
