



ENRIQUECIMIENTO DE LA FORMACIÓN DE DOCENTES STEM EN EXPERIÈNCIES GAMIFICADAS MEDIANTE EL MODELO PEDAGÓGICO TPACK

María De Las Mercedes Fuentes Hurtado

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



**UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI**

Enriquecimiento de la formación de docentes STEM en experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK

MARÍA DE LAS MERCEDES FUENTES HURTADO

**TESI DOCTORAL / TESIS DOCTORAL / DOCTORAL THESIS
2019**



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

FAIG CONSTAR que aquest treball, titulat **Enriquecimiento de la formación de docentes STEM en experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK**, que presenta María de las Mercedes Fuentes Hurtado per a l'obtenció del títol de Doctor, ha estat realitzat sota la meva direcció al Departament de Pedagogia d'aquesta universitat.

HAGO CONSTAR que el presente trabajo, titulado **Enriquecimiento de la formación de docentes STEM en experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK**, que presenta María de las Mercedes Fuentes Hurtado para la obtención del título de Doctor, ha sido realizado bajo mi dirección en el Departamento de Pedagogia de esta universidad.

I STATE that the present study, entitled **Enriquecimiento de la formación de docentes STEM en experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK**, presented by María de las Mercedes Fuentes Hurtado for the award of the degree of Doctor, has been carried out under my supervision at the Department de Pedagogia of this university.

Montcada i Reixac (Barcelona), 7 d'octubre de 2019.

El/s director/s de la tesi doctoral
El/los director/es de la tesis doctoral
Doctoral Thesis Supervisor/s

GONZALEZ
MARTINEZ JUAN
- 36530306G

Firmado digitalmente por
GONZALEZ MARTINEZ
JUAN - 36530306G
Fecha: 2019.10.07
08:33:17 +02'00'

Dr. Juan González Martínez

Agradecimientos

Esta investigación que hoy culmina y que se presenta en este documento no habría podido finalizarse sin la participación de las personas a las que me gustaría agradecer su ayuda y apoyo en momentos cruciales.

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a los miembros de la Universitat Rovira i Virgili que consideraron adecuada mi propuesta de tesis, a pesar de encontrarme muy lejos de Tarragona, y que permitieron que esta investigación se iniciara dentro del Programa de Doctorado de Tecnología Educativa.

Como no podía ser de otra manera, mi agradecimiento total y absoluto al profesor Juan González Martínez, quien ha sido mi guía durante todo este proceso de aprendizaje, quien ha sabido insuflarme ánimos para desenredar lo enredado y quien ha estado SIEMPRE disponible incluso cuando las condiciones físicas o logísticas han sido adversas. No podría haber tenido un mejor director de tesis, consejero académico, y *también literario*, que ha sabido enseñarme el camino a seguir sin perder el ánimo.

Parte de esta investigación se ha llevado a cabo en las instalaciones del Centro de Profesorado de Málaga y eso ha sido gracias a Elena Millán, a quien estoy sumamente agradecida por facilitar todo nuestro trabajo.

No tengo suficientes palabras de agradecimiento para mis compañeros Cristina Guerrero y Jacobo Alcántara, profesores motivados y motivadores con los que he tenido la gran suerte de trabajar y con los que sigo compartiendo proyectos y sueños, incluso en la distancia.

Le doy las gracias también a Sergio Banderas, uno de los mejores profesores de España, por hacer un hueco en su agenda para colaborar en esta investigación y aportar su visión de docente experto.

Mi eterno agradecimiento a mi familia, que siempre me acompaña allá donde vaya y que siempre me da el apoyo emocional que necesito para llevar a cabo mis proyectos.

Y, por último, hoy una vez más, le doy las gracias a Álvaro Banderas por contagiarme a diario su optimismo, su sensatez y su visión realista de la vida. Nadie mejor que él sabe el tiempo, las energías y el esfuerzo que he dedicado a este proyecto.

Gracias.



**UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI**

Enriquecimiento de la formación de docentes STEM en experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK

MARÍA DE LAS MERCEDES FUENTES HURTADO

TESI DOCTORAL / TESIS DOCTORAL / DOCTORAL THESIS

2019

María de las Mercedes Fuentes Hurtado

Enriquecimiento de la formación de docentes STEM en
experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK

Tesis doctoral

dirigida por el Dr. Juan González Martínez

Programa de Doctorado de Tecnología Educativa

Universitat Rovira i Virgili

ÍNDICE

1. Introducción	4
2. Marco teórico	8
Contexto	8
Modelo pedagógico TPACK	11
Contenidos STEM	12
Metodología gamificada	13
TIC para gamificar los contenidos integrados	14
3. Metodología	15
Fase 1	16
Fase 2 y Fase 3	17
Fase 4	18
4. Diseño y desarrollo	19
1ª Iteración	19
Fase 2: Prototipo v1	19
Fase 3: SiITE 2018	20
2ª Iteración	21
Fase 2: Prototipo v2	21
Fase 3: Grupo de trabajo	21
3ª Iteración	26
Fase 2: Prototipo v3	26
Fase 3: CEP-Málaga	27
5. Resultados	33
Análisis de las unidades didácticas para STEM gamificadas con TIC	33
Título de la UD	35
Sesiones.....	35
Contenidos.....	36
Integración de contenidos STEM	36
Enfoque de ingeniería.....	36
Nivel de gamificación.....	36
TIC.....	37
Producto final	37
Evaluación.....	37
Criterios de evaluación	37
Valoración cuantitativa de cada unidad.....	38

Percepciones del profesorado acerca de la formación en Experiencias Gamificadas para STEM	38
Pregunta 1: ¿Se sienten capaces de integrar los contenidos STEM en una unidad didáctica?	41
Pregunta 2: ¿Se sienten capaces de diseñar experiencias gamificadas de aprendizaje?.....	43
Pregunta 3: ¿Se sienten capaces de usar las tecnologías que mejor se adaptan a su práctica docente para integrar contenidos STEM y para gamificar?	44
Pregunta 4: ¿Se sienten capaces de transferir a la práctica cotidiana el aprendizaje como Docente 3K?	46
Pregunta 5: ¿A qué se debe el grado de transferibilidad?	48
6. Conclusiones	52
Principios de diseño para experiencias formativas similares	58
Líneas futuras de investigación	59
7. Difusión	60
Publicaciones	60
Actos y congresos	62
8. Bibliografía	62
ANEXO 1: Fundamentos para el uso de estrategias de gamificación como elemento clave para favorecer el aprendizaje en el ámbito de STEM	71
ANEXO 2: Qué gana STEM con la gamificación.	74
ANEXO 3: Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM	97
ANEXO 4: Estructura del plan de formación para docentes STEM basado en el modelo pedagógico TPACK presentada en el SiiTE 2018	127
ANEXO 5: Programación del plan de formación docente	138
ANEXO 6: Cómo organizar una formación en STEM gamificado en el contexto de la formación continua del profesorado de Secundaria.....	144
ANEXO 7: Evaluación inicial del diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC..	154
ANEXO 8: Análisis comparativo de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC	173
ANEXO 9: Análisis de las percepciones de docentes de Secundaria sobre la aplicación de propuestas gamificadas con TIC para STEM	183

1. Introducción

El presente documento detalla la investigación llevada a cabo dentro del programa de doctorado de Tecnología Educativa de la Universitat Rovira i Virgili realizado por María de las Mercedes Fuentes Hurtado y siendo director de la tesis el Doctor D. Juan González Martínez.

La presente tesis lleva por título: *Enriquecimiento de la formación de docentes STEM en experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK*.

Esta investigación que se describe en profundidad en este documento se ha centrado en analizar las necesidades formativas de los docentes de Secundaria del ámbito científico-tecnológico para posteriormente diseñar un plan de formación cuyo último objetivo es dotarles de las herramientas y capacidades necesarias para mejorar su práctica docente diaria y que esto repercuta presumiblemente en una mejora sustancial de la calidad de los aprendizajes del alumnado, así como en el fomento de la motivación por el conocimiento del ámbito científico-tecnológico. Ponemos el foco así en una de las piezas clave en la mejora de la enseñanza, los docentes.

La búsqueda de nuevos métodos de enseñanza que estimulen el interés y la motivación del alumnado que hoy en día se encuentra en las aulas de Secundaria implica irremediablemente modificaciones en la docencia, y es precisamente en ese enriquecimiento que consideramos que puede tener lugar en la práctica docente donde centramos esta investigación contextualizando en el ámbito científico-tecnológico, especialmente afectado por la desmotivación de los y las estudiantes de la Secundaria, e intentando que ese enriquecimiento de la práctica docente diaria ayude a paliar en cierta medida el fracaso escolar y el abandono prematuro (Mirete, Soro y Maquilón, 2015; Tarabini, Curran, Montes y Parcerisa, 2015) y en última instancia la falta de alumnado en estudios superiores del ámbito de las ciencias (Convert y Gugenheim, 2005) favoreciendo así las vocaciones científicas.

El estudio de cómo enriquecer la práctica docente se llevó a cabo siguiendo la metodología de Investigación Basada en Diseño, o DBR (*Design Based Research*) (Plomp, 2013; Reeves, Herrington y Oliver, 2005; De Benito y Salinas, 2016) por sus siglas en inglés, donde tras pasar por una segunda fase de análisis y una segunda de diseño de un prototipo al que se le realizaron pruebas en una tercera fase, finalmente originó en la cuarta fase un producto final en forma de plan de formación docente que da respuesta a las necesidades formativas de los docentes de Secundaria del ámbito científico-tecnológico planteadas al inicio de la investigación. Este producto final, el plan de formación docente (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017b), pretende, como decíamos, poner el foco de atención en los docentes considerándolos eslabones fundamentales del proceso de enseñanza-aprendizaje (Esteve, 2003) que al enriquecer

su práctica docente mejorando la calidad de la docencia (Gómez Trigueros, 2015; Molas y Roselló, 2010) producirá efectos positivos en la motivación del alumnado, en los aprendizajes y en los resultados académicos.

El diseño del plan de formación docente se basa en el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) que, como se explicará con más detalle a lo largo de este documento, incide en la necesidad de formar a los docentes en tres saberes fundamentales que han de interrelacionarse para conseguir la excelencia académica: los contenidos, la pedagogía y la tecnología. La elección del modelo no es casual, sino que obedece al análisis de los resultados obtenidos en la primera fase de esta investigación sobre las necesidades formativas de los docentes de Secundaria del ámbito científico-tecnológico (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017a) donde se observa que esas necesidades formativas de los docentes de las que hablamos se agrupan en tres bloques: qué enseñar, cómo enseñar y qué herramientas TIC emplear para ello. Por tanto, en relación a estos resultados y teniendo en cuenta las indicaciones del modelo pedagógico TPACK, podemos contextualizar los contenidos a los que hace referencia este modelo en los contenidos de las materias de Secundaria del ámbito científico-tecnológico que han de impartirse de manera integrada, tal y como plantea la iniciativa STEM (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012); la metodología que podemos considerar válida por sus beneficios demostrados en cuanto a fomento de la motivación en el ámbito científico-tecnológico sería la gamificación (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019a) y finalmente la tecnología que el modelo TPACK considera como un elemento imprescindible para conectar con el alumnado digital (Prensky, 2005; Gallardo, 2012) de hoy en día debe seleccionarse de acuerdo a la potencialidad que tenga para integrar contenidos y gamificarlos.

Teniendo en cuenta esta contextualización del modelo pedagógico docente TPACK y siguiendo las fases de la metodología DBR en esta investigación, se diseñó un primer prototipo del plan de formación que fue mejorado atendiendo a las indicaciones de un comité de expertos al que fue presentado y que propusieron modificaciones en relación a su estructura. Efectuadas las mejoras, un grupo de docentes constituyó un grupo de trabajo para corroborar si efectivamente el plan de formación planteado que seguía el modelo TPACK contextualizado para STEM, gamificación y TIC para gamificar los contenidos integrados permitía adquirir habilidades y destrezas para generar experiencias STEM gamificadas con TIC y encajarlas dentro del formato de una unidad didáctica (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019c), considerando esta la herramienta básica de un docente para programar sus clases diarias (Corrales, 2010). Este grupo de docentes de diferentes centros de Andalucía trabajó de manera cooperativa en sesiones docentes pedagógicas y consiguió generar unidades didácticas de este tipo, es decir, unidades didácticas STEM gamificadas con TIC que al llevarlas a la práctica con el alumnado resultaban motivadoras por novedosas y, sin que se haya realizado un estudio formal al respecto que queda fuera del ámbito de esta

investigación, se observó que contribuían a una mejora sustancial del interés mostrado por parte del alumnado en las actividades y tareas que se plantearon en clase mejorando, a priori, el rendimiento académico. Durante el desarrollo de estas unidades didácticas, el grupo de trabajo formado por docentes consideró oportuno contar con una herramienta que marcara pautas para el diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC y que permitieran la comparación de las unidades calificando cuantitativamente diversos parámetros que comprometen la calidad de esas unidades didácticas. Se trata de una *checklist* o lista de comprobación enriquecida que resulta ser un subproducto generado durante el proceso de esta investigación.

Una vez realizadas esas pruebas correspondientes a la segunda iteración del proceso de investigación siguiendo la metodología DBR, el plan de formación fue estructurado de manera formal para poder llevarlo a cabo con un grupo de docentes en activo que tuvieran interés en mejorar su docencia a través de los mecanismos oficiales que ofrece la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía para la formación continua del profesorado. Así, ese plan de formación tuvo lugar en el Centro de Profesorado de Málaga (CEP-Málaga) durante 30 horas lectivas, 15 presenciales divididas en 5 sesiones de 3 horas de duración cada una más 15 horas virtuales para la realización de tareas a través de la plataforma *Aula Virtual* que proporciona la Junta de Andalucía a sus docentes.

Los resultados de este plan de formación llevado a cabo en el CEP-Málaga se analizan convenientemente y con detalle en los siguientes apartados, pero avanzamos ahora brevemente que las conclusiones muestran que la formación que se ofreció a los docentes, ambiciosa, novedosa y arriesgada, generó efectos positivos en la motivación de los propios docentes animándolos a enriquecer su práctica docente incluyendo la metodología gamificada con TIC para impartir sus materias con la perspectiva integradora que promueve STEM, por tanto, una vez finalizada la formación y analizando el sentir y las opiniones de los docentes a través de tres herramientas de investigación (encuesta, reflexión metacognitiva y grupo de discusión), cuyos datos fueron convenientemente categorizados según un mapa de categorías que permitió su análisis y comparación empleando el software NVIVO, se estimó que la duración de la formación había sido suficiente, que el planteamiento gamificado de las sesiones presenciales a modo de ejemplo de cómo puede llevarse a cabo en las aulas de Secundaria fue un acierto y que los docentes se encontraban en condiciones de combinar los contenidos STEM, la metodología gamificada y las TIC para diseñar unidades didácticas STEM gamificadas con TIC que presumiblemente puedan ser llevadas a la práctica. Sin embargo, los docentes manifestaron, entre otras cosas, que el esfuerzo que supone cambiar la metodología tradicional en las aulas e integrar los contenidos haciendo uso de las TIC no es una tarea ni fácil ni sencilla y que, además, requiere de un tiempo que no todos los docentes están dispuestos a asumir en solitario,

pero que sí serían capaces de enfrentar este reto formado equipos interdisciplinarios de trabajo que se ayuden y se apoyen.

Las conclusiones de esta investigación nos llevan a pensar que efectivamente hay esperanza en recuperar la motivación del alumnado de Secundaria o incluso incrementar la motivación del alumnado que se siente ya motivado a partir de la formación permanente de los docentes, pero que ese trabajo debe ser realizado por docentes que tengan ganas, y también motivación, para dedicar tiempo y esfuerzo a enriquecer su propia docencia y que trabajando en equipos de docentes se obtendrían resultados interesantes y eficaces. Por tanto, la clave de esta propuesta que anima a los docentes a introducir en sus programaciones unidades didácticas STEM gamificadas con TIC parece estar en el trabajo en equipo que a veces, por cuestiones personales o por pocos incentivos laborales no se lleva a cabo ni en todos los centros ni en todos los departamentos.

¿Es posible enriquecer la formación del profesorado para intentar recuperar la motivación del alumnado de Secundaria por el ámbito científico-tecnológico propiciando una mejora de los resultados académicos? Ante los resultados obtenidos en esta investigación, respondemos a esta pregunta con un rotundo sí, pero para que esto sea posible sería necesario contar con docentes que estén dispuestos a trabajar en equipo y que pongan en práctica las capacidades y habilidades obtenidas en una formación adecuada que se centre en los tres ejes básicos de la calidad docente: contenidos, pedagogía y tecnología, como así estipula el modelo pedagógico TPACK y que contextualizado en el ámbito de nuestro interés serían: STEM, gamificación y TIC.

El plan de formación que se llevó a cabo en el CEP-Málaga fue muy bien acogido por los docentes que participaron, tanto es así, que la totalidad de los asistentes consiguió la certificación al final de la formación y en la encuesta oficial realizada de manera anónima por el propio CEP-Málaga ante la pregunta de si recomendaría la formación a otros compañeros o compañeras todos respondieron de manera afirmativa, algo inusual, como nos comentaron desde la propia dirección de los cursos de formación del CEP de Málaga. Habiendo sido así y habiéndose obtenido estos buenos resultados, la formación se replicó en el I.E.S. Santiago Ramón y Cajal de Fuengirola, en una versión más breve y adaptada a las necesidades del centro. Además, a lo largo del curso 2019-2020 está confirmada una segunda edición de este plan de formación en el CEP-Málaga y otra nueva edición en el CEP de Marbella-Coín donde las ponentes principales serán una profesora que formó parte del grupo de trabajo de docentes y otra profesora que asistió a la primera edición del curso de formación en el CEP-Málaga. Ambas tuvieron la oportunidad de formarse en STEM, gamificación y TIC durante este proceso de investigación. Este hecho pone de manifiesto dos cosas; la primera es que el producto creado en esta investigación como solución definitiva en forma de plan de formación es un producto cuyo ciclo de vida continúa, y la segunda es que los docentes participantes en la formación pueden convertirse a su vez en formadores o coordinadores de equipos

de trabajo interdisciplinares ayudando a que otros compañeros y compañeras de sus centros puedan adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para enriquecer su práctica docente generando experiencias gamificadas con TIC para STEM que fomenten la motivación de su alumnado y mejoren los resultados académicos de estos en el ámbito científico-tecnológico. Así, y previendo sucesivas ediciones del plan de formación se podría extender una red de profesores y profesoras STEM capaces de gamificar con TIC sus clases creando unidades didácticas de calidad.

Los objetivos marcados en el inicio de esta investigación han sido conseguidos y quizás superados, ya que el plan de formación creado puede ser considerado un “producto educativo” que de momento está en su plenitud y que adaptándolo a las necesidades del contexto requerido en las sucesivas ediciones podría tener una larga vida.

Por tanto, esta investigación termina, como se había considerado desde el principio, en la creación de una solución que contribuye a la resolución de parte de los problemas en cuanto a formación detectados en los docentes del ámbito científico-tecnológico de Secundaria, una solución que se plantea como plan de formación y que conlleva un enriquecimiento de la práctica docente a través de cambios en el acercamiento a los contenidos, en la metodología implementada y en las TIC utilizadas, con la esperanza que este enriquecimiento de la práctica docente tenga una repercusión positiva en el alumnado.

2. Marco teórico

En este apartado se concreta o se describe el marco teórico en el que se basa esta investigación: el modelo pedagógico TPACK, y como ya se adelantaba en el apartado anterior, la concreción de los tres saberes que este modelo propone adaptándolos al contexto educativo de nuestro interés (ámbito científico-tecnológico en Educación Secundaria): contenidos integrados STEM, metodología gamificada y TIC para integrar los contenidos y gamificar.

Contexto

Los retos educativos actuales, motivados por la Sociedad del Conocimiento (SC) en la que vivimos, exigen que los docentes continúen su formación a lo largo del tiempo (Darling-Hammond y Bransford, 2005; Escudero, 2006; Esteve, 2001, 2003; Esteve, Franco y Vera, 1995; Marcelo, 2007; Montero, 2004; Gimeno, 2002; Campos, 2012; Bozu e Imbernon, 2016) para poder enfrentarse a las dificultades y exigencias de su profesión (González Sanmamed, 2009) en un nuevo paradigma educativo que apuesta por mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje haciendo que los docentes se alejen de las tradicionales clases magistrales (Von Garnier, 2010), y asuman el rol de guías del aprendizaje (Gisbert, González y Esteve, 2016; Molas y Rosselló, 2010) y que sean, por tanto, capaces de desplegar nuevas estrategias metodológicas (Molas y Roselló, 2010) que conecten con el alumnado digital (Gallardo, 2012) de hoy en día haciéndoles desarrollar capacidades y habilidades que necesitarán en el futuro.

Del alumnado se espera que tome un rol protagonista y se implique en su propia formación, adquiriendo aprendizajes que han de ser significativos (Esnaola, 2009; Lengeren, 2016) para que perduren a lo largo de la vida y que con ellos puedan enfrentar los desafíos que presentará la sociedad del s. XXI (Marcelo, 2001; Area, 2010), lo que supone un planteamiento educativo que sigue las teorías constructivistas (Piaget, 1967; Vygotski, 1934) y diametralmente opuesto a enfoques pedagógicos basados en la memorización (Maquilón y Hernández, 2011; Mirete, Soro y Maquilón, 2015)

Muchos de estos desafíos han sido identificados por la Naciones Unidas y descritos en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2030 como son la innovación en las infraestructuras, el uso global de energías renovables, el acceso de todas las comunidades al agua limpia y las ciudades sostenibles, desafíos que indudablemente pasan por la búsqueda de soluciones relacionadas con el mundo de la tecnología y la ingeniería y, por ello, se estima que los perfiles más demandados en los próximos años en la SC serán los del ámbito científico y tecnológico (CyT). Resulta una paradoja, por tanto, que sea este el ámbito del conocimiento que presenta una bajada más acusada del número de estudiantes, hecho preocupante ante las perspectivas futuras de los países desarrollados.

La desmotivación del alumnado, sobre todo en el ámbito científico y tecnológico (Marbà y Márquez, 2010), en Secundaria supone, entre otros factores, una de las causas de los altos índices de fracaso escolar o el abandono prematuro de los estudios (Mirete, Soro y Maquilón, 2015; Tarabini, Curran, Montes y Parcerisa, 2015). Existe, por tanto, la necesidad de intentar mejorar ciertos aspectos educativos que ayuden a paliar o revertir esta situación, así como de estimular el interés por el ámbito CyT que tan necesario parece que será para poder mantener el estado de bienestar alcanzado en las sociedades avanzadas y que requiere de ciudadanos y ciudadanas con altos conocimientos en este ámbito (Convert y Gugenheim, 2005).

Los docentes son un eslabón fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Esteve, 2003) y, por tanto, ¿sería posible cambiar o mejorar la práctica docente para intentar recuperar la motivación del alumnado por el ámbito de la ciencia y la tecnología? La motivación supone la clave del aprendizaje.

Ante esta pregunta, cabe una profunda reflexión acerca de cuáles serían las necesidades formativas del profesorado de Secundaria que imparte las materias de Matemáticas, Física y Química, Biología y Geología y Tecnología, que, como decíamos, se enseñan de manera compartimentada sin que se establezca, en la mayoría de las ocasiones, relación entre ellas (Von Garnier, 2010). Realizado este profundo análisis por Fuentes-Hurtado y González-Martínez (2017a) se llegó a la conclusión de que son tres los saberes en los que los docentes han de formarse: contenidos, pedagogía y tecnologías y estos saberes coinciden con los que propone el modelo pedagógico TPACK para la formación docente

(Mishra y Koehler, 2006), es decir, qué enseñar, cómo enseñarlo y qué tecnologías emplear para ello.

Concretando para el ámbito CyT en la Secundaria, se podría puntualizar que los contenidos que deben dominar los docentes son los correspondientes a las materias del ámbito CyT que deben impartirse, además, de manera integrada, tal y como propone la iniciativa STEM (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012). En cuanto a la pedagogía o ¿cómo enseñar? recordemos que ya decíamos que el nuevo paradigma educativo requiere poner al alumnado en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje y, por tanto, implementar metodologías activas que hagan del alumnado el verdadero protagonista haciéndole participe de su propio aprendizaje. De entre las metodologías activas que pueden introducirse en el aula destaca, por su demostrado beneficio sobre la motivación del alumnado, la gamificación (Kapp, 2012; Sánchez-Aparicio, 2014; Marín, 2015; Rodríguez y Santiago, 2015; González y Fuentes, 2016). Este elemento metodológico consiste en la introducción de elementos del juego en contextos no lúdicos, el educativo en este caso, y numerosas son las experiencias documentadas (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019a) que demuestran que la gamificación aporta grandes beneficios (Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014) al proceso educativo fomentando, sobre todo, la motivación.

El modelo TPACK destaca la importancia de introducir la tecnología adecuada para facilitar la adquisición de los aprendizajes y atraer a los estudiantes de hoy en día, considerados estudiantes digitales (Gallardo, 2012) y muchos de ellos “gamers” (Astudillo, Bast y Willging, 2016), que disfrutan con el uso de dispositivos tecnológicos que utilizan para conectarse a Internet y hacer uso de aplicaciones que les permiten comunicarse, informarse, divertirse, entretenerse y también aprender (Machargo, Luján, León, López y Martín, 2003; Castellana, Sánchez-Carbonell, Graner y Beranuy, 2007). Es por ello que implementar en las aulas una metodología gamificada que además venga de la mano de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) atraerá aún más si cabe al alumnado haciéndole que se estimule su interés y, por tanto, su motivación por el aprendizaje.

Para que los docentes sean capaces de llevar al aula de Secundaria experiencias gamificadas con TIC para el ámbito STEM es necesario que reciban una formación adecuada que les proporcione los conocimientos y habilidades necesarios para conseguir tal fin. Con este objetivo, el de formar a los docentes, se ha diseñado un plan de formación ambicioso, novedoso y arriesgado que permita a los docentes mejorar su práctica docente y que esto repercuta directamente en el rendimiento académico del alumnado. Decimos que este plan de formación resulta ambicioso porque se pretende formar a los docentes en solo 30 horas lectivas; novedoso por la propia temática del curso “diseño de experiencias gamificadas para STEM” que incluye una metodología en auge y además se centra en un ámbito de destacado interés en la actualidad; y arriesgado porque emplea una metodología gamificada en el contexto de una aventura

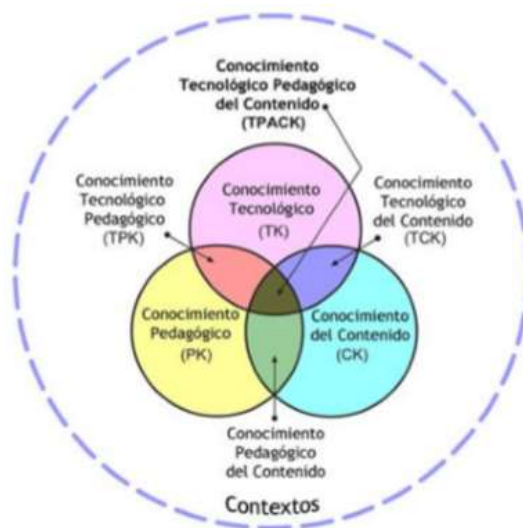
en la que los docentes son “elegidos” para encontrar la “pócima de la motivación” y así convertirse en “Docentes 3K”, ejemplificando de esta manera con la práctica cómo puede llevarse la metodología gamificada a las aulas sin haber sido los docentes participantes informados previamente sobre esa “aventura” en la que iban a sumergirse, con lo que se jugó con el efecto sorpresa, que por arriesgado e imprevisto para los participantes, no se conocía de antemano cuál sería su efectividad.

Cómo se ha llevado a cabo el diseño y desarrollo de este plan de formación en experiencias gamificadas para STEM basado en el modelo pedagógico docente TPACK se explica con todo detalle en el apartado 4 de este documento.

Modelo pedagógico TPACK

El modelo pedagógico docente TPACK (*Technology, Pedagogy, Content Knowledge*) desarrollado por Mishra y Koehler (2006), y cuyo modelo se muestra en la figura 1, es el que se ha tomado como guía en esta investigación para el diseño de un plan de formación que resolviera las necesidades formativas detectadas en los docentes de Secundaria del ámbito CyT. Este modelo pedagógico incide en la necesidad de interrelacionar tres elementos clave o saberes, como los denomina el propio modelo, para asegurar una docencia de calidad en las aulas del s. XXI (Gutiérrez, 2014). Estos tres saberes que según este modelo de enseñanza-aprendizaje deben interrelacionarse son: contenidos, pedagogía y tecnología, lo que supone un cambio radical en la profesión docente y alejando al profesorado de las clases magistrales para acercarlo a un rol de guía o facilitador del aprendizaje (Gómez Trigueros, 2015) capaz de desplegar estrategias educativas (Molas y Roselló, 2010) acordes a los tiempos actuales, en consonancia con la SC y dirigidos a un alumnado digital (Gallardo, 2012).

Figura 1. Diagrama del modelo pedagógico TPACK. Fuente: Salinas, De Benito y Lizana, 2014.



En el contexto de nuestro interés (ámbito científico-tecnológico en Secundaria), los tres saberes definidos por Mishra y Koehler (2006) se concretarían de la siguiente manera: los contenidos de las materias del ámbito CyT que han de impartirse de manera integrada, tal y como indica la iniciativa STEM, para favorecer así el aprendizaje significativo del alumnado conectando además los conocimientos del ámbito con el mundo real (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012) y siguiendo el paradigma constructivista descrito por Piaget (1967) y Vygotsky (1934); el conocimiento y uso de metodologías activas que se centren en el estudiante, poniendo énfasis en aquellas que potencian la motivación, como lo es la gamificación (Cheong, Filippou y Cheong, 2014; Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014; Pérez-Manzano y Almela-Baeza, 2018); y, por último, el conocimiento y uso de las TIC como elemento estimulador y facilitador del aprendizaje, que además lo hace más atractivo para los estudiantes digitales (Gallardo, 2012) que cursan la Secundaria los cuales sienten gran interés por las aplicaciones y dispositivos tecnológicos (Sánchez-Aparicio, 2014) que usan en su vida diaria para realizar innumerables tareas cotidianas como comunicarse, divertirse, informarse o relacionarse (Machargo, Luján, León, López y Martín, 2003; Castellana, Sánchez-Carbonell, Graner y Beranuy, 2007).

El modelo pedagógico TPACK para la formación docente es efectivo siempre y cuando realmente se incida en la formación de los docentes en los tres saberes (contenidos, pedagogía, tecnología) y en la interrelación entre ellos, ya que existen casos de fracaso de propuestas pedagógica donde se ha aplicado este modelo por haberse descuidado la formación de alguno de los tres saberes (Colomer, Sáiz y Bel, 2018).

Por tanto, para la aplicación de este modelo es necesario previamente formar a los docentes y asegurarnos de que efectivamente han alcanzado los conocimientos necesarios en los tres saberes para poder abordar la tarea de interrelacionar los tres elementos de manera adecuada y conseguir así el éxito en la mejora de la calidad de la docencia.

La concreción de estos tres saberes propuestos por el modelo TPACK para el estudio que nos ocupa, recordemos contenidos STEM, metodología gamificada y TIC, se describen a continuación.

Contenidos STEM

La iniciativa STEM (acrónimo en inglés de *Science, Technology, Engineering, Mathematics*), surgió en Estados Unidos en 2011 (Duque, Celis y Camaño, 2011) y viene incluyéndose desde entonces con mayor o menor impacto en las políticas educativas de los países desarrollados (Prieto y Chrobak, 2012). STEM promueve el estudio integrado de las materias del ámbito CyT (recordemos Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) con el enfoque práctico de la ingeniería con el fin de favorecer el aprendizaje significativo conectando los conocimientos de este ámbito con la realidad

del entorno del alumnado (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012) y siguiendo un paradigma constructivista (Piaget, 1967; Vygotski, 1934).

La ley educativa vigente en la actualidad en España, (LOE modificada por la LOMCE) no hace referencia expresa al término STEM, sin embargo, se establecen siete competencias clave que todo el alumnado de Secundaria ha de desarrollar, y entre ellas la competencia denominada “competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología” (CMCT) está relacionada intrínsecamente con STEM.

En el contexto mundial, y debido a la sociedad fuertemente tecnificada en la que vivimos (Marcelo, 2001), la importancia de la iniciativa STEM radica en la necesidad de que los ciudadanos sean competentes digital y tecnológicamente para afrontar los retos del futuro próximo (Bybee, 2010) y, de hecho, además, se estima que las titulaciones con más futuro laboral serán, precisamente, las relacionadas con STEM (Cataldi y Dominighini, 2015), de ahí la necesidad de acercar y hacer atractivos los conocimientos del ámbito al alumnado de Secundaria para, en última instancia, fomentar las vocaciones científicas, sobre todo en las niñas que son quienes pierden en mayor medida el interés por los estudios de ingeniería (Navarro et al., 2018).

Metodología gamificada

Los enfoques educativos tradicionales basados en la memorización parecen haber perdido su eficacia en los tiempos actuales en los que en las aulas está presente un alumnado con unas determinadas características que influyen en su forma de aprender. Este alumnado digital (Gallardo, 2012), muchos de ellos “gamers” (Astudillo, Bast y Willging, 2016) que usa a diario móviles, Internet y aplicaciones digitales (Sánchez-Aparicio, 2014) también siente con frecuencia emociones negativas hacia las ciencias al avanzar en los cursos de Secundaria (Marbà y Márquez, 2010; Dávila, Borrachero y Airado, 2017). Por ello, los docentes tienen la necesidad de buscar nuevas formas de enseñar en las que se promueva la motivación del alumnado (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017a) al considerarse un elemento estimulador del aprendizaje (Lozano, 2003).

Esa motivación de la que hablamos es precisamente uno de los grandes beneficios de la inclusión del juego en el ámbito educativo, o lo que se lleva llamando desde 2008 gamificación, y así lo afirman Pérez-Manzano y Almela-Baeza (2018) quien describen la gamificación como la herramienta metodológica más relevante para conseguir la motivación. Las metodologías gamificadas, esas que introducen las dinámicas (narrativas, progresiones, emociones), mecánicas (retos, desafíos, premios) y componentes (avatares, puntos, equipos, insignias) de los juegos (Cheong, Filippou y Cheong, 2014) han demostrado generar emociones positivas (Herranz y Colomo-Palacios, 2012; Werbach, 2012) tales como la curiosidad, el disfrute, la satisfacción y la implicación que se transfieren al aprendizaje (Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014). En concreto para el ámbito STEM, existen propuestas gamificadas que han sido

documentadas exponiendo el éxito de las mismas (Ocaña, 2012; Vega y Cañas, 2014; Albir-Mañanes, 2014; Marín, 2015; Lizbardo, 2015; Revuelta et al, 2015; Vega-Moreno et al, 2016) y que son más eficientes cuando se establece en el aula una experiencia gamificada completa (García Velategui, 2015; Olmo, 2015) donde no solo se gamifican los contenidos, sino también, la gestión del aula favoreciendo así la desaparición de elementos disruptivos y el buen clima en la clase, lo que contribuye al rendimiento académico (Rodríguez y Santiago, 2015).

También es cierto, con respecto a la gamificación educativa, que cuenta con elementos no tan beneficiosos o que generan controversia. El primero de ellos es la competición, un elemento que encuentra tantos detractores como defensores en el mundo de la enseñanza habiendo docentes que lo consideran un elemento estimulante que lleva al alumnado a querer superarse, como docentes que consideran que es un elemento negativo que debe salir fuera del proceso educativo. Otro elemento negativo, este sin controversia, es la necesidad por parte de los docentes de dedicar tiempo y esfuerzo para incluir la gamificación en su práctica docente y que indudablemente produce una carga de trabajo extra a los docentes que se deciden por esta opción metodológica.

La gamificación puede existir sola o como elemento metodológico combinado con otras metodologías para atender a los distintos estilos de aprendizaje y la diversidad del alumnado que tenemos en las aulas.

TIC para gamificar los contenidos integrados

Aunque es posible gamificar el aula, o implementar cualquier otra metodología activa, sin apenas usar tecnología, lo cierto es que las experiencias documentadas hacen uso con frecuencia de diversas aplicaciones o dispositivos tecnológicos disponibles que permiten incluir el juego en el aula (*Kahoot, Scratch, Xbox-Kinect, Sim Social, Bloquify, Classcraft, ClassDojo, Minecraft, Consola Wii*) (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019a). Es precisamente ese uso de la tecnología el que determina en parte el éxito de la experiencia educativa, ya que hace al alumnado protagonista de su propio aprendizaje (Prensky, 2005; Mollas y Roselló, 2010) favoreciendo la adquisición de conocimientos y potenciando el aprendizaje vivencial (Levis, 2003). No solo la motivación se ve estimulada por la inclusión de las TIC, sino que también lo hacen, entre otras habilidades, las competencias socio-lingüísticas y emprendedora (Moreno et al, 2014), el trabajo colaborativo (Morales Socorro, 2011) y el pensamiento computacional, lo que según Vázquez-Cano y Ferrer (2015) ayudaría al alumnado a tener éxito en cualquier campo profesional.

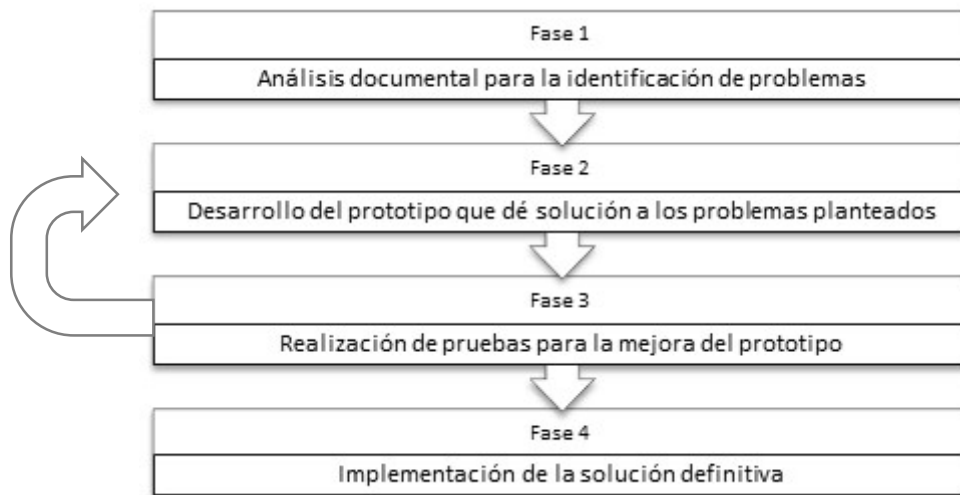
Sin duda, esto nos lleva a asumir que los docentes deben desarrollar su competencia digital (Gisbert, González y Esteve, 2016) dentro del Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) (INTEF, 2017) que ha fijado la Unión Europea, para seleccionar de entre las disponibles y con destreza las tecnologías necesarias que mejoren y faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3. Metodología

La metodología empleada para realizar este estudio ha sido la Investigación Basada en el Diseño (DBR por sus siglas en inglés) (Plomp, 2013; Reeves, Herrington y Oliver, 2005; De Benito y Salinas, 2016) y que comprende cuatro fases que se describen a continuación.

Esta metodología se asemeja al método científico o el método de proyectos que sigue una estructura similar para generar un producto tecnológico y que en este caso consideramos un acierto ya que hemos empleado una metodología que están muy relacionada con el ámbito científico-tecnológico, por lo que nos parece tremendamente lógica la elección de esta metodología para esta investigación cuyas fases se representan en la figura 2.

Figura 2. Fases de la metodología DBR. Elaboración propia.



A continuación se explicarán con detalle los pasos seguidos en cada una de las fases pero cabe puntualizar que, tal y como se muestra en el diagrama, en la fase 3 se realizan una serie de pruebas que determinan si se continua hacia la fase final (fase 4) o si se repite la fase 2 para realizar las correcciones oportunas y de nuevo comprobarlas en la fase 3, por tanto, debido a la propia metodología de investigación, ha sido necesario realizar varias iteraciones de las fases 2 y 3 hasta llegar al producto final.

Se describe a continuación en la tabla 1 brevemente en qué consiste cada fase que será detallada en los subapartados posteriores.

Tabla 1. Descripción de las fases de la metodología DBR.

Fase 1	Análisis documental para la identificación de cuáles son los problemas a los que se enfrentan los docentes de Secundaria del ámbito STEM y cuáles son las necesidades formativas que tienen para superar esos inconvenientes.
Fase 2	Desarrollar un prototipo de plan de formación que proporcione a los docentes de Secundaria del ámbito STEM los conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para implementar experiencias STEM gamificadas haciendo uso de las TIC que mejoren su práctica docente y fomenten la motivación del alumnado.
Fase 3	Realización de pruebas, analizando el diseño del plan de formación, su estructura y los recursos creados con el fin de mejorar el prototipo.
Fase 4	Implementar una solución definitiva en forma de plan de formación y que quede disponible para los docentes que deseen formarse.

Fase 1

En la fase 1 se ha empleado la técnica del análisis documental para realizar un estudio cualitativo sobre las necesidades formativas de los docentes que imparten las materias STEM en la Secundaria y que, cómo anunciábamos antes, en el sistema educativo español se tratan de: Matemáticas, Física y Química, Tecnología y Biología y Geología.

En este análisis documental se siguieron los pasos indicados por Bisquerra (2009) y que son los siguientes:

- Rastreo e inventario de los documentos disponibles.
- Clasificación de los documentos identificados.
- Selección de los documentos más pertinentes para la investigación.
- Lectura en profundidad del contenido.
- Lectura cruzada y comparativa de los documentos para construir una síntesis.

Los documentos que se tuvieron en cuenta durante el rastreo e inventario en los repositorios accesibles (WoK, iCercador, Google Scholar, ERIC, Scopus) fueron los relacionados con STEM y con la gamificación educativa. Una vez fueron recopilados los documentos se clasificaron en tres grandes grupos:

- a) Documentos relativos a la enseñanza integrada de las materias del ámbito STEM.
- b) Documentos relativos a la gamificación en el ámbito educativo formal en general.
- c) Documentos que describen experiencias docentes gamificadas en diferentes contextos educativos para el ámbito STEM o extrapolables al ámbito STEM.

El número de documentos consultados según la temática se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Número de documentos consultados por temática.

Temática	Nº de documentos consultados
Ámbito STEM y enseñanzas integradas	9
Gamificación en educación	23
Gamificación en STEM	24

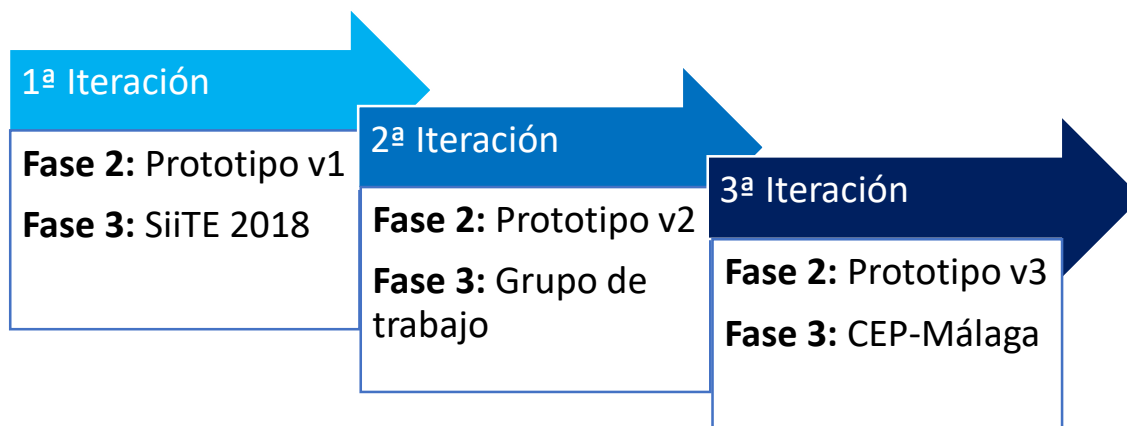
Para la investigación que aquí se presenta, de estos 56 documentos el último grupo, relacionado con experiencias educativas gamificadas en STEM, es el que reviste de mayor interés y que por tanto fueron seleccionados para una posterior lectura en profundidad, cruzada y comparativa con la que finalmente se acabó construyendo una síntesis que dio como resultado las conclusiones que mostraban cuáles eran las necesidades formativas de los docentes para que fuesen capaces de implementar en el aula experiencias gamificadas para STEM y que, como indicábamos antes, estas necesidades se centran en tres saberes fundamentales: contenidos integrados STEM, metodología gamificada y TIC y que se corresponden con los saberes que el modelo pedagógico TPACK estima como determinantes en la formación docente.

Es por ello, que el producto final que se plantea en esta investigación es un prototipo basado en un plan de formación docente que habilite a los docentes para ser capaces de llevar a sus aulas experiencias gamificadas para STEM que hagan uso de la tecnología adecuada para motivar al alumnado y hacerle participe de su propio aprendizaje.

Fase 2 y Fase 3

Una vez finalizada la fase 1, se realizaron tres iteraciones de las fases 2 y 3 tal y como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Fases 2 y 3 de la metodología DBR en cada iteración.



La necesidad de realizar tres iteraciones se debió a que en la fase 2 se diseñó una versión del prototipo que fue probada en la siguiente fase 3 donde se comprobó si esta versión podría ser considerada una versión final del producto, para nosotros “plan de formación docente”, válido o era necesario realizar ajustes. Tuvieron lugar tres versiones distintas del prototipo que fueron mejorando tras la realización de las consiguientes pruebas y la última de estas versiones, la tercera, es la que se dio por buena y definitiva porque tras las pruebas de la fase 3 de la tercera iteración se comprobó que los resultados del plan de formación eran satisfactorios.

El diseño de las diferentes versiones del prototipo y las pruebas realizadas a cada una de estas versiones se explicarán con detalle en el apartado diseño y desarrollo.

Fase 4

Finalizada la última fase de pruebas correspondiente a la fase 3 de la tercera iteración, cuyos resultados se han analizado siguiendo una metodología cualitativa los datos obtenidos mediante una encuesta, la técnica del grupo de discusión y una reflexión metacognitiva (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019b) desde la perspectiva de los docentes participantes en esta formación, se da por concluido el proceso al considerarse satisfactorios los resultados y, por tanto, tomarse como producto final la versión v3 del prototipo.

A tenor de los satisfactorios resultados obtenidos, el prototipo v3 puede ser considerado una versión definitiva del producto.

Este plan de formación de diseño de experiencias gamificadas para STEM (prototipo v3) resulta un producto final derivado de la metodología DBR que supone la solución definitiva a las necesidades que se habían detectado en la formación docente y que partiendo de tres grandes ejes (contenidos integrados STEM, metodología gamificada y TIC para gamificar) les proporciona las habilidades necesarias para poder diseñar experiencias gamificadas para STEM en Secundaria esperando que estas produzcan efectos positivos en el alumnado en cuanto a despertar su interés y fomentar su motivación. Este plan de formación, que resulta ambicioso, novedoso y arriesgado, comprende un paquete de recursos para formar a los docentes que ha demostrado su eficacia en la última de las tres iteraciones realizadas y tiene, además, perspectivas de futuro al haber sido reeditado para una formación en el I.E.S. Santiago Ramón y Cajal de Fuengirola en mayo de 2019 y aceptado como propuesta formativa para ser impartido en el CEP de Málaga y también en el CEP de Marbella-Coín durante el curso 2019-2020.

4. Diseño y desarrollo

A continuación, se describe cada una de las fases que tuvieron lugar en las tres iteraciones, donde se diseñaron y probaron las distintas versiones del prototipo de plan de formación que finalmente dio lugar al producto final. Como se ha enunciado ya, este producto final supone un plan para formar a los docentes de Secundaria en diseño de experiencias gamificadas para STEM que cuenta con un paquete de recursos didácticos que se han desarrollado para posibilitar que la formación pueda realizarse y planificarse en varias sesiones formativas.

1ª Iteración

Fase 2: Prototipo v1

La fase 2 de la metodología DBR antes comentada comprende las tareas para el diseño y desarrollo del prototipo, en forma de plan de formación docente, que diera solución a las necesidades docentes detectadas en la fase 1 previa, antes explicada, y donde se realizó un profundo análisis de los documentos accesibles relacionados con STEM y la gamificación educativa que concluyó el objetivo del prototipo a desarrollar. Este prototipo pretende formar a los docentes en los tres saberes esenciales que propone el modelo pedagógico TPACK contextualizados para el ámbito STEM y la Secundaria y que, recordamos, son: contenidos STEM, metodología gamificada y TIC para gamificar el aula con el fin de que tras la formación los docentes hayan adquirido las habilidades necesarias para poder diseñar experiencias gamificadas para STEM en Secundaria.

En primer lugar, para conseguir este objetivo, se diseñó y desarrollo la estructura del plan de formación (prototipo v1) teniendo en cuenta los requerimientos contextuales de la formación continua gratuita ofrecida a los docentes de los centros educativos de Andalucía y que concluye una formación de treinta horas lectivas, quince presenciales divididas en 5 sesiones de 3 horas y quince no presenciales ya que se considera que 30 horas son asumibles por los docentes para formarse en su tiempo fuera del horario

laboral y que, además, en nuestro caso, debían ser suficientes para habilitar a los docentes en el diseño de experiencias gamificadas para STEM. La propuesta formativa fue presentada a los responsables del Centro de Formación del Profesorado de Málaga (CEP-Málaga), dependiente de la Junta de Andalucía, para que pudieran valorarla y ofertar el curso junto con el resto de actividades formativas para docentes en activo de la provincia y que, además, las sesiones presenciales pudieran ser impartidas en el propio centro del CEP-Málaga (c/ Noé). Una vez finalizada la formación, los docentes participantes recibirían un certificado oficial expedido por el propio CEP-Málaga que acreditaría esas 30 horas de formación válido en concursos de traslados, convocatorias de oposiciones, etc. Tras la aceptación de la propuesta por el CEP-Málaga, y una vez que se había acordado cómo se establecerían las sesiones presenciales y no presenciales, se realizaron las primeras pruebas.

Fase 3: SiiTE 2018

En esta fase se realizó una valoración del plan de formación previa al desarrollo de las sesiones formativas con los participantes en el CEP-Málaga. Esta fase supuso, por tanto, una evaluación de la primera versión del prototipo v1 y tuvo lugar en el SiiTE 2018 (ver anexo 4 y anexo 5) donde la estructura del plan de formación y la descripción de la propuesta formativa fue presentada ante un comité de expertos que propuso varias mejoras que se tuvieron en cuenta para rediseñar el plan de formación y mejorar la primera versión del prototipo en una segunda iteración.

El diseño inicial del plan de formación que se presentó ante el comité de expertos obedecía a una estructura tradicional basada fundamentalmente en clases expositivas y la realización de tareas o actividades incluyendo un intento de gamificar la formación proponiendo a los participantes la superación de niveles en cada sesión para llegar a convertirse en “Docentes 3K” en honor a los nombres en inglés de los tres saberes sobre los que se sustenta la formación y que se corresponden con los saberes propuestos por Mishra y Koehler (2006) en el modelo pedagógico TPACK (*contents knowledge, pedagogy knowledge, technology knowledge*). El objetivo final del plan de formación era convertir a los docentes en “Docentes 3K”, es decir, docentes expertos en estos tres saberes (contenidos, pedagogía y tecnología) que supieran integrarlos en las aulas de manera que los conocimientos y habilidades adquiridos durante la formación permitieran la mejora de su práctica docente y favorecieran la motivación e interés del alumnado para finalmente repercutir positivamente en los resultados académicos.

La mejora más importante que aportaron los expertos en relación a esta propuesta de formación estuvo relacionada con la estructura del plan de formación, ya que aunque se había hecho un intento de gamificar la formación introduciendo los niveles y el reto final de “Docentes 3K”, en el fondo la estructura se fundamentaba sobre una metodología tradicional y no resultaba en absoluto novedosa cuando el objetivo era que los docentes participantes se convirtieran en docentes innovadores. Por tanto, el comité de expertos propuso que si uno de los saberes que iban a desarrollar los docentes

durante las sesiones formativa se correspondía con aprender a aplicar metodologías gamificadas en el aula, una buena forma de ejemplificarlo sería que la formación recibida por ellos también debía estar adecuadamente gamificada.

Por tanto, ante esta recomendación y antes de considerar el prototipo v1 como producto final y definitivo en la fase 4, fue necesario llevar a cabo una segunda iteración de las fases 2 y 3 para mejorar el prototipo v1 teniendo en cuenta las mejoras propuestas por el comité de expertos en el SiiTE 2018.

2ª Iteración

Fase 2: Prototipo v2

En esta segunda iteración, se volvió de nuevo a la fase 2 para rediseñar el prototipo y crear una nueva versión (prototipo v2) atendiendo a las recomendaciones y propuestas de mejora que el comité de expertos del SiiTE 2018 había realizado respecto a la primera versión del prototipo presentado.

En esta ocasión se conformó un grupo de trabajo con la intención de cambiar la estrategia de formación establecida inicialmente. El grupo de trabajo estaba formado por docentes en activo de materias del ámbito STEM que conocían poco tanto la iniciativa STEM como la metodología gamificada y las TIC para gamificar pero que tenían un sincero interés por mejorar su práctica docente. El grupo de trabajo estuvo formado por 9 docentes que trabajaron desde el mes de octubre de 2018 al mes de enero de 2019 para formarse en los tres saberes del modelo pedagógico TPACK (Contenidos STEM, Metodología activa “gamificada” y TIC para gamificar) mediante reuniones mantenidas siguiendo el modelo de sesiones docentes pedagógicas y la participación en línea a través de la plataforma Colabora de la Junta de Andalucía. Este grupo de trabajo ha estado coordinado por la investigadora de esta tesis doctoral y se ha contado con el apoyo de los asesores del CEP de Marbella-Coín que han guiado y supervisado el trabajo del grupo mediante reuniones, participando en formaciones, ofreciendo información y recomendaciones. El trabajo se ha ido realizando de manera asíncrona al encontrarse los miembros del grupo trabajando en centros educativos distintos de varias localidades de la provincia de Málaga.

Otra de las tareas del grupo de trabajo consistió en revisar la estructura de la primera versión del prototipo para intentar mejorarla generando un prototipo v2 que se caracterizaba por incidir en la formación de los tres saberes (integración de contenidos STEM, implementación de metodologías gamificadas, introducción de las TIC para gamificar la gestión aula y los contenidos) con el objetivo de elaborar unidades didácticas integradas que supusieran experiencias gamificadas para STEM en Secundaria.

Fase 3: Grupo de trabajo

El grupo de trabajo realizó unas pruebas destinadas a comprobar si efectivamente con los aprendizajes adquiridos sobre los tres saberes fundamentales e interrelacionándolos

era posible diseñar unidades didácticas que supusieran experiencias gamificadas para STEM que se pudieran realmente llevar a la práctica con el alumnado de Secundaria. Fueron cuatro las unidades didácticas diseñadas de manera completa y que se presentan en la tabla 3 donde se indica, además, en qué centro de la provincia de Málaga se llevaron a la práctica por los docentes que componen el grupo de trabajo.

Tabla 3. Unidades didácticas creadas por el grupo de trabajo

Título de la UD	Nivel	Centro educativo	Localidad
Regalacíclica	2º ESO	I.E.S. Ciudad de Coín	Coín
Sin electricidad no somos nada	2º ESO	I.E.S. Santiago Ramón y Cajal	Fuengirola
Y de postre, Ciencias	3º ESO	I.E.S. Eduardo Janeiro	Fuengirola
Conociendo los plásticos	3º ESO	I.E.S. Santiago Ramón y Cajal I.E.S. Los Colegiales	Fuengirola Antequera

Además de las UDI aquí presentadas, el grupo de trabajo ideó y llevó a la práctica varios proyectos desde la perspectiva STEM (creación de un pantógrafo, estructuras geométricas a nuestro alrededor, celebración del Día de Pi, etc.). El trabajo del grupo ha quedado resumido en una memoria final disponible a través de la plataforma Colabora de la Junta de Andalucía.

En esta segunda iteración se valoró de manera positiva la idea inicial de convertir a los docentes en “Docentes 3K” que hayan adquirido tras la formación las habilidades necesarias para desarrollar productos reales en forma de unidades didácticas integradas (UDI) y que realmente fuera factible llevarlas a la práctica. Las UDI elaboradas por el grupo de trabajo servirían de ejemplo a los docentes participantes en la formación que posteriormente tendría lugar en el CEP-Málaga.

Durante el diseño de las unidades didácticas, el grupo de trabajo consideró que era necesaria una herramienta que guiara el diseño de dichas unidades y que permitiera estimar la calidad de las unidades. Para ello se creó una *checklist* o lista de comprobación enriquecida que cuenta con diez parámetros que pueden ser valorados cuantitativamente y que comprometen la calidad de las unidades didácticas. La *checklist* sirve de orientación para la elaboración y evaluación de experiencias gamificadas con TIC para STEM para las clases de Secundaria teniendo en cuenta que deben tener siempre un enfoque real de transferibilidad al aula.

El proceso de diseño y elaboración de esta lista de comprobación o *checklist* se detalla en Fuentes-Hurtado y González-Martínez (2019c) y se presenta a continuación en la tabla 4 con los 10 parámetros que se consideran necesarios para valorar una UD

integrada STEM gamificada con TIC. Una vez valorado cada parámetro, la puntuación de la unidad de 0 a 30 indica cuánto de bien diseñada en STEM gamificado está la UDI siendo 30 la puntuación máxima que podría obtener una UD.

UD de 0 a 15 puntos: nivel de diseño bajo

UD de 16 a 25 puntos: nivel de diseño medio

UD de 25 puntos o más: nivel de diseño alto

Tabla 4. *Checklist*. Elaboración propia.

Parámetro		Calificación cuantitativa o cualitativa		
		1	2	3
1	Título de la UDI	La unidad no tiene título	La unidad tiene un título descriptivo de los contenidos, se llama igual que los títulos de los bloques de contenidos, no resulta llamativo ni creativo (Ej. Unidad 6: Los materiales)	El título de la UDI debe ser llamativo y despertar la curiosidad (una pregunta...)
2	Sesiones	No se hace referencia a las sesiones que se van a desarrollar en la unidad.	Se indica el número de sesiones que se van a desarrollar en cada unidad, pero no qué tareas o actividades se realizarán en cada sesión ni su relación con el criterio de evaluación establecido.	Se describen claramente cuántas sesiones se van a realizar y qué se hará en cada sesión (temporización, descripción de la actividad, relación con el criterio de evaluación.)
3	Contenidos	No se indican los contenidos ni se hace referencia a los bloques de	Se indican contenidos generales, pero no se hace referencia	Se indican claramente los bloques de contenidos que se

		contenidos de la legislación de todas las materias integradas	a los bloques de contenidos de la legislación de todas las materias integradas	van a trabajar de cada materia STEM acorde a la ley
4	Integración de contenidos STEM	No integra las materias (solo se plantea para una)	Integra solo 2 o 3 materias. (Se considera integración cuando al menos hay 2 materias involucradas)	Integra las 4 materias STEM de la ESO: Tec, Mat, FyQ, ByG
5	Enfoque de ingeniería que requiere STEM	Sin enfoque	Cierto enfoque de ingeniería (trabajo en grupo, trabajo cooperativo), pero sin producto final.	Claro enfoque de ingeniería (trabajo cooperativo, producto final)
6	Nivel de gamificación	Incluye juegos en algunas de las sesiones de la UDI	Incluye la gamificación de sesiones completas	Incluye juegos, sesiones gamificadas y se gamifica la gestión del aula (Experiencia gamificada completa)
7	TIC	No se emplean recursos TIC	Se emplean algunos recursos TIC, poco variados o sin especificar con qué objetivo.	Se emplean recursos TIC variados para impartir contenidos, el objetivo de usar esos recursos y no otros, se emplean recursos TIC para gamificar, para la gestión del aula tanto para el docente como para el alumnado.

8	Producto final	No se realiza ningún producto final	El producto final no está claramente descrito o no se describe su vinculación con el resto de las tareas de la unidad.	Si la UDI ha de tener un enfoque de ingeniería (por requerimiento de STEM) también debe haber un producto final ya sea intangible o tangible (ABP) coherente al desarrollo de la unidad.
9	Evaluación	No se indica cómo se va a evaluar la unidad.	Se hace referencia a la evaluación, pero no se indica con claridad cuáles son las actividades evaluables, los instrumentos de evaluación para esas actividades y los criterios de calificación (%)	Se indica cómo se va a evaluar y calificar la unidad o al menos qué actividades de la UDI son “actividades evaluables”, qué instrumentos de evaluación se emplearán y los criterios de calificación.
10	Criterios de evaluación	No se indican los criterios de evaluación para todas las materias integradas	Se indican los criterios o no se indican para todas las materias, no se hace referencia clara a los bloques de contenidos a los que pertenecen esos criterios ni a las competencias clave asociadas	Se indican claramente los criterios de evaluación de todas las materias integradas, a qué bloques de contenidos pertenecen y que competencias clave se desarrollan con cada criterio

Diseñado y probado el prototipo v2 en la segunda iteración se observó que el método de grupo de trabajo se complica cuando los docentes que están involucrados trabajan en centros distintos ya que esto dificulta la realización de sesiones docentes pedagógicas, sin embargo, se valoró de manera positiva la interacción en línea por

medio de plataformas que faciliten esta labor. Tras las conclusiones de las pruebas realizadas se volvió a repensar el diseño del prototipo teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas en la primera iteración por el grupo de expertos y el aprendizaje de la experiencia adquirida en la segunda iteración con el grupo de trabajo para realizar una nueva iteración con el objetivo de mejorar el prototipo antes de considerarlo una versión final del producto.

3ª Iteración

Fase 2: Prototipo v3

En esta fase 2 de la tercera iteración se tuvieron en cuenta las propuestas de mejora del grupo de expertos en las pruebas de la fase 3 de la primera iteración y los resultados obtenidos de las pruebas de la fase 3 de la 2ª iteración donde se establecían los requisitos (lista de comprobación para evaluar o valorar las UDI) que se tenían que cumplir para considerar una UDI como una buena experiencia gamificada para STEM en Secundaria además de la adecuación de convertir a los docentes en “Docentes 3K” a través de una formación gamificada y estructurada en sesiones presenciales y no presenciales.

En el diseño de este prototipo v3 se estableció una nueva estructura para el plan de formación así como se elaboraron todos los recursos didácticos que se consideraron necesarios para impartir las sesiones presenciales en el CEP-Málaga y las sesiones virtuales a través de la plataforma Moodle en el Aula Virtual para el profesorado andaluz que proporciona la Junta de Andalucía.

Para este prototipo v3 y debido a los comentarios del comité de expertos que evaluó la primera versión del prototipo cuando propusieron que la metodología del plan de formación debía estar gamificada, se ideó la narrativa (historia) que iba a guiar a los docentes por la experiencia gamificada y que suponía la nueva versión del plan de formación. Iniciando la narración con un viaje de exploración motivado por una carta que había enviado una alumna contando su visión negativa del instituto, los docentes serían los encargados de elaborar la “pócima de la motivación” que un “consejo de sabios” les habían encomendado como misión y que constaba de tres ingredientes principales (contenidos integrados STEM, metodología gamificada y TIC). A través de la experiencia los docentes (participantes elegidos para la elaboración de la pócima de la motivación, según la narrativa presentada) debían superar retos en cada sesión y eran recompensados (con estrellas que podían ir coleccionado en un pasaporte/registro de logros y que en la última sesión podrían canjear por premios enviados directamente por el consejo de sabios) a medida que iban superando pruebas y retos que les llevaban a conocer en profundidad los tres ingredientes con los que debían elaborar la pócima de la motivación y finalmente conseguir una “receta” en forma de “ficha de unidad didáctica” que reflejara todos los aprendizajes adquiridos y que supusiera para el alumnado una verdadera “pócima de la motivación”.

Fase 3: CEP-Málaga

El prototipo v3 fue probado en el CEP-Málaga donde se llevó a cabo la formación en la que participaron 18 docentes de la provincia de Málaga y que se estructuró en 5 sesiones presenciales de 3 horas lectivas cada sesión y 15 horas no presenciales que se llevaron a cabo a través del Aula Virtual del Profesorado Andaluz basado en una plataforma Moodle. Las fechas en las que se realizaron las sesiones presenciales y la temática de estas se indica en la tabla 5.

Tabla 5. Descripción de las sesiones presenciales del plan de formación.

Fecha	Sesión
5 de febrero de 2019	Docente STEM
12 de febrero de 2019	Docente gamificado
19 de febrero de 2019	Docente TIC
5 de marzo de 2019	Docente 3K
19 de marzo de 2019	Compartiendo (Sesión docente pedagógica) Grupo de discusión

Se indica a continuación el guion seguido en las sesiones que iban hiladas por la narración inicial de la búsqueda de la “pócima de la motivación” y los retos y pruebas que el “consejo de sabios” iba proponiendo en cada sesión a través de una persona intermediaria conductora de las sesiones formativas así como el trabajo realizado en línea en la horas no presenciales.

Sesión 1

- Introducción a la narración (historia que da sentido a la formación y que establece los roles de los participantes)
- Reflexiones sobre contenidos repetidos en materias del mismo ámbito y el mismo nivel, metodologías docentes, datos de fracaso escolar, pérdida de alumnado en ámbito científico-tecnológico, titulaciones universitarias con más demanda laboral.
- El viaje en busca de la pócima de la motivación y el encuentro con el consejo de sabios en EEUU. (Expertos cuyos estudios sustentan este plan de formación).
- El descubrimiento de los ingredientes de la pócima de la motivación (introducción al modelo pedagógico TPACK y contextualización para el ámbito STEM en Secundaria con el empleo de metodologías gamificadas).

- La misión: “elaborar una pócima de la motivación”. (Basado en modelo pedagógico TPACK)
- Entrega de los registros de logros y explicación de cómo conseguir recompensas y cómo se canjearán.
- Juego: Discursos improvisados de presentación
- Creación de equipos al azar mediante piezas de puzles y creación de los logros de cada equipo
- Dinámica 1-2-4 ¿Qué sabemos de STEM?
- Profundizando en el primer ingrediente de la pócima de la motivación (introducción a STEM)
- Eventos STEM
- Revisión de la ley educativa y su vinculación con STEM y las materias del ámbito STEM en Secundaria
- Introducción al Visual Thinking y los mapas mentales
- Reto STEM: Integrar los contenidos de STEM en la ESO y plasmarlos en un póster
- Votación al mejor póster
- Insignias “Docente STEM”
- Recogida de los registros de logros

Aula virtual:

- Creación de un avatar
- Realización de encuesta inicial
- Presentación al grupo
- Envío del póster del grupo donde se establezca la relación de los contenidos STEM en la ESO

Sesión 2

- Recordamos cuál es nuestra misión (elaborar la pócima de la motivación) y el ingrediente que se conoció en la sesión anterior (STEM)
- Entrega de los registros de logros y recuento
- Recepción de un mensaje avisando de la visita de un miembro del Consejo de Sabios
- Visita y clase magistral de Sergio Banderas Moreno (profesor experto en gamificación con videojuegos en el aula proyecto INNICIA) y nominado a Mejor Profesor de España en 2019.
- Juego de conocimientos con Sergio Banderas
- Creación de equipos al azar mediante piezas de puzles
- Dinámica inventario cooperativo: ¿Cómo gamifico yo? ¿Cómo gamificamos nosotros?
- Eventos de gamificación
- Introducción a las metodologías activas

- Profundizando en el segundo ingrediente (gamificación)
- Revisión de la ley y las referencias a la gamificación y los juegos en general
- Cómo gamificar el aula según tres niveles de gamificación (introducir juegos, sesiones gamificadas, experiencias gamificadas completas)
- Ejemplos de los tres niveles de gamificación: juegos en la clase, *escape room*, *breakout*, gamificación.
- Introducción a la lluvia de ideas
- Reto gamificación: crear un juego para la clase
- Votación al mejor juego
- Insignias “Docente gamificado”
- Recogida de registros de logros

Aula Virtual

- Diseño y elaboración de los recursos necesarios para llevar un juego STEM a la clase.

Sesión 3

- Recordamos cuál es nuestra misión (elaborar la pócima de la motivación) y los ingredientes que se conocieron en las sesiones anteriores (STEM y gamificación)
- Entrega de los registros de logros y recuento
- Nube de palabras “TIC para gamificar” en gran grupo
- Profundización del tercer ingrediente (TIC para gamificar)
- Breve autoevaluación de la competencia digital docente según el Marco común de competencia digital docente y usando Plickers
- Introducción a las TIC para gamificar el aula
 - Aplicaciones para gamificar los contenidos (Kahoot, Factile, The Teacher Corner, Educaplay, Quizlet, Edilim, Plickers, Scratch, Genially)
 - Aplicaciones para gamificar la gestión del aula (ClassDojo, ClassCraft, iDoceo, Additio, Edmodo, Classbadges)
 - Plataformas de comunicación (Moodle, Google Classroom, Lino, Padlet, Blogger)
- Reto gamificar con TIC
- Insignias “Docente TIC”
- Recogida de registros de logros

Aula virtual:

- Creación y distribución de un panel de juegos.

Sesión 4

- Recordamos cuál es nuestra misión (elaborar la pócima de la motivación) y los ingredientes que se conocieron en las sesiones anteriores (STEM, gamificación y TIC)
- Presentación de paneles de juegos realizados previamente

- Entrega de los registros de logros y recuento
- Reto “Docentes 3K” (introducción al modelo pedagógico TPACK y revisión de lo aprendido)
- Presentación de la “etiqueta de la pócima de la motivación” en forma de ficha de unidad didáctica que se presenta en la figura 4.

Figura 4. Ficha de la unidad didáctica.

UNIDAD DIDÁCTICA _____

Autores:	Objetivos STEM	Contenidos	
	TIC	Criterios de evaluación, Estándares de aprendizaje, CC	
	Metodología gamificada	Producto final	Evaluación

Esta ficha de la UD se basa en los parámetros de la *checklist* (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019c) definida por el grupo de trabajo en la 2ª iteración sirviendo de guía para el diseño de UD STEM gamificadas.

- Recordando el viaje en busca de la pócima de la motivación y a las personas que se conocieron durante el viaje (miembros del grupo de trabajo de la iteración 2)
- Presentación de las unidades didácticas creadas en el grupo de trabajo como ejemplo de unidades STEM gamificadas
- El ingrediente “extra”: la creatividad
- Creación de equipos al azar mediante piezas de puzzles
- Reto: Diseñar una unidad didáctica gamificada para STEM.
- Recogida de registros de logros

Aula Virtual:

- Diseño y desarrollo de la UDI, publicación en el Aula Virtual y preparación de la presentación para la sesión 5.

Sesión 5

- “Un paseo por las sesiones formativas” (recordando la búsqueda de la pócima de la motivación)
- Visita de un miembro destacado del “Consejo de Sabios”
- Presentaciones de las “pócimas” de cada equipo (unidades didácticas STEM gamificadas)
- Entrega de registros de logros
- Insignias “Docentes 3K”
- Entrega de premios grupales a:
 - UDI más creativa
 - UDI más completa
 - UDI más fácil de llevar al aula
 - UDI mejor gamificada
- Entrega de premios individuales por recompensas obtenidas a lo largo de las sesiones a cargo de miembros del Consejo de Sabios.
- Reflexión acerca de las sesiones médicas / sesiones docentes pedagógicas
- Entrega de orlas “Docentes 3K”
- Juego: Juicio Final con *Indian Stick* y moderado por el miembro del Consejo de Sabios.
- Despedida

Valoración y reflexiones

Tras esta tercera iteración de esta formación ambiciosa, novedosa y arriesgada, los resultados obtenidos fueron tan positivos que el prototipo final se dio por finalizado considerándose el prototipo v3 como producto final que se compone de un plan de formación que contiene una serie de recursos didácticos destinados a ofrecer al profesorado de Secundaria una formación que le habilite para diseñar experiencias STEM gamificadas.

La valoración oficial de la formación fue realizada por el CEP- Málaga y se muestra en la imagen 6. A través de una encuesta online anónima que debían contestar los participantes en la plataforma Séneca del profesorado andaluz y cuya cumplimentación es requisito imprescindible para obtener la certificación. En resumen, esta fue la valoración de la formación:

- Asistencia y certificación de los participantes del 100%
- Realización de las tareas en el Aula Virtual 100%
- El 100% de los asistentes a la formación recomendarían a otros compañeros/as participar en nuevas ediciones del curso (parámetro “media NPS”) (dato especialmente relevante)

Imagen 6. Resumen encuesta actividad formativa. Fuente: CEP-Málaga.

Datos de la Actividad Formativa

Código: 192922GE026 Título: DISEÑO DE EXPERIENCIAS STEM

Fecha inicio: 05/02/2019 Fecha fin: 19/03/2019

Número total de registros: 18

Apartado	Pregunta	Tipo de Valoración	% de sí	% de no	media de las preguntas evaluadas de 1 a 4	Media de las preguntas evaluadas de 0 a 10	Media de las preguntas evaluadas de 0 a 10/No procede	Media NPS	Nº 0	Nº 1	Nº 2	Nº 3
DISEÑO/DESARROLLO/APLICACIÓN DE LA ACTIVIDAD	Grado de consecución de los objetivos	De cero a diez	-	-	-	9.74	-	-	-	-	-	-
	Adecuación de los contenidos a las necesidades formativas	De cero a diez	-	-	-	9.55	-	-	-	-	-	-
	Diseño de las sesiones / módulos (online)	De cero a diez	-	-	-	9.8	-	-	-	-	-	-
	Idoneidad de espacios utilizados / entornos virtuales (online)	De cero a diez	-	-	-	9.59	-	-	-	-	-	-
	Dinámica, recursos y metodología utilizada	De cero a diez	-	-	-	9.9	-	-	-	-	-	-
	Nivel de interacción entre participantes / foros (online)	De cero a diez	-	-	-	9.65	-	-	-	-	-	-
	Utilidad en la práctica profesional	De cero a diez	-	-	-	9.77	-	-	-	-	-	-
	Grado de aplicación en su contexto educativo	De cero a diez	-	-	-	9.62	-	-	-	-	-	-
	Recursos, bibliografía y materiales propuestos	De cero a diez	-	-	-	9.36	-	-	-	-	-	-
	Señale los efectos producidos en su aula tras la transferencia de lo aprendido	Texto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VALORACIÓN GLOBAL	Productos, evidencias de aprendizaje, que se han generado.	Texto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Destaque algún aspecto que haya resultado interesante	Texto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Destaque algún aspecto susceptible de mejora	Texto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PONENTES / TUTORES-AS	¿En qué medida recomendaría a sus compañeros y compañeras participar en una actividad como esta? (0 = muy improbable / 10 = sin duda, lo recomendaría)	De cero a diez	-	-	-	-	-	100%	-	-	-	-
	Capacidad de motivar y comunicarse con los participantes	De cero a diez/no procede	-	-	-	-	9.77	-	-	-	-	-
	Rigor y solvencia en los contenidos desarrollados	De cero a diez/no procede	-	-	-	-	9.74	-	-	-	-	-
	Capacidad para fomentar un ambiente participativo/foros	De cero a diez/no procede	-	-	-	-	9.68	-	-	-	-	-
PONENTES / TUTORES-AS	Adaptación de las actividades/tareas a las necesidades del grupo	De cero a diez/no procede	-	-	-	-	9.67	-	-	-	-	-

El Plan de Formación que aquí se ha presentado se ha diseñado cómo solución a los problemas que se detectaron en la formación de docentes de Secundaria del ámbito STEM y que fundamentalmente se deben a la desmotivación que siente el alumnado por este ámbito y que les lleva a abandonarlo a medida que avanzan en sus estudios.

Considerando la importancia de este ámbito para el desarrollo de las sociedades avanzadas y el mantenimiento del estado de bienestar alcanzado, es indudable que el fomento de las vocaciones científicas debe ser una prioridad y además de eso, es necesario dotar a la ciudadanía de unas competencias en ciencia y tecnología que les permitan ser partícipes activos de la sociedad desempeñando trabajos y afrontando los grandes retos que se nos planteen en el futuro, retos que se estima que pasen por soluciones con enfoque de ingeniería.

Como explicábamos, una vez analizadas las necesidades que tenían los docentes y basándonos en el modelo pedagógico TPACK, consideramos en esta investigación la creación de un Plan de Formación que debía formar a los docentes en tres saberes fundamentales:

- 1) Contenidos STEM
- 2) Metodología gamificada
- 3) TIC para gamificar

El Plan de Formación permite a los docentes, que una vez hayan adquirido los conocimientos necesarios sobre estos tres saberes, interrelacionarlos para crear

Unidades Didácticas (UD) para el ámbito STEM que se basen en experiencias gamificadas con TIC, así se pretende conseguir como último objetivo despertar la motivación del alumnado por el estudio del ámbito científico-tecnológico y una mejora sustancial en sus resultados académicos.

El plan de formación ofrecido a este grupo de profesores se centraba principalmente en estos tres saberes y, por tanto, pretendía formar al profesorado en la integración de contenidos STEM, metodologías gamificadas y las TIC para integrar contenidos y gamificar, respondiendo así a las necesidades que se habían comprobado previamente que tienen los docentes de Secundaria del ámbito científico-tecnológico (Fuentes y González, 2017a).

5. Resultados

En esta investigación, por un lado son interesantes los resultados obtenidos del propio plan de formación (las percepciones de los docentes asistentes a la formación y el análisis de las UD diseñadas) y por otro resultan destacables los productos desarrollados a lo largo del proceso de investigación y que son dos, el plan de formación para docentes basado en el modelo pedagógico TPACK y un subproducto derivado de este que consiste en una *checklist* que sirve como guía docente para el diseño de UD STEM gamificadas con TIC y que puede suponer una primera aproximación al diseño de este tipo de UD así como una garantía de calidad de las UD diseñadas por el profesorado que haya recibido la formación adecuada (siguiendo lo descrito en el plan de formación) para enfrentarse a esa tarea.

Por tanto, a continuación se presentan los resultados obtenidos en esta investigación divididos en dos apartados, por un lado presentaremos un análisis de las percepciones del profesorado asistente a la formación y por el otro un análisis de las unidades didácticas diseñadas por este profesorado para concretar si la adquisición de conocimientos que planteaba la formación se ha visto reflejada en el diseño de esas unidades didácticas.

Análisis de las unidades didácticas para STEM gamificadas con TIC

El objetivo de la formación era proporcionar a los docentes las habilidades necesarias para que pudieran enfrentarse a la tarea de diseñar unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. Pues bien, una vez finalizada la formación y como tarea final de esta, los docentes formando equipos multidisciplinares diseñaron UD que posteriormente se analizarán para comprobar si efectivamente el objetivo del plan de formación se ha cumplido.

Para facilitar el análisis de estas unidades didácticas, se ha empleado una *checklist* desarrollada por un grupo de trabajo de docentes en la segunda iteración del plan de

formación y que sirve como guía para evaluar la calidad de las unidades didácticas por medio de diez parámetros cuantificables de 1 a 3 que ponen el foco en las características principales de las unidades, sobre todo, las que se han trabajado en el plan de formación previo.

A continuación, se presenta una tabla en la que se valoran cuantitativamente esos diez parámetros que comprometen la calidad de las unidades didácticas y que muestran el grado de acierto a la hora de diseñar unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. Cada parámetro tiene un valor entre 1 y 3 y la máxima calificación es 30 puntos. El análisis exhaustivo de cada una de las unidades se puede consultar en (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019) y la calificación de las unidades didácticas se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Calificación obtenida por cada unidad didáctica diseñada según los parámetros de la *checklist*.

Título de la UDI		Items										Valoración cuantitativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
UD1	¿Qué se traga mi desagüe?	3	1	3	3	2	1	3	3	3	3	25
UD2	Viaje a Egipto	3	3	3	3	2	3	3	1	2	3	26
UD3	Somos lo que comemos	3	1	3	3	3	2	2	3	2	1	23
UD4	¡Vamos a fabricar vino!	3	1	3	2	3	2	2	3	2	3	24

En base a los resultados obtenidos al valorar cuantitativamente cada uno de los parámetros que comprometen la calidad de las unidades didácticas diseñadas por el profesorado asistente al plan de formación, se puede considerar que el trinomio STEM-gamificación-TIC en el que se centraba la formación ha sido convenientemente reflejado en el diseño de las UD al obtener todas ellas una puntuación elevada cercana al máximo de 30 puntos.

Si bien, el parámetro que más se ha resentido al haber obtenido la mínima puntuación en tres de las unidades es el número 2, que hace referencia a la planificación y temporización de las sesiones de la unidad. Esto ha sido debido a que aunque esta formación tenía un carácter práctico, en las sesiones formativas no se ha incidido sobre este parámetro para el diseño de la UD que, sin embargo, resulta imprescindible en una programación que fuera a llevarse a la práctica con alumnado de Secundaria. Por tanto, este segundo paso que sería llevar a la práctica las UD con el alumnado, de darse o

realizarse, podría darnos información acerca de si estas UD realmente son motivadoras y con ellas el alumnado obtiene buenos resultados, esto supondría una futura línea de investigación que no se ha planteado en esta investigación y que nunca fue, desde el inicio, el objetivo de este estudio.

El análisis de estas unidades didácticas y a tenor de los resultados cuantitativos obtenidos al calificar cada uno de los parámetros seleccionados en la *checklist* refleja que objetivamente los docentes se han convertido en “Docentes 3K”, siguiendo la misma denominación que se empleó en la formación gamificada, ya que son capaces de diseñar UD donde se integren los contenidos STEM implementando metodologías gamificadas que hagan uso de las TIC, otra cosa es el sentimiento o las percepciones que ellos tengan acerca de ser “Docentes 3K” y que será lo analizado en el siguiente apartado.

Por claridad expositiva, se seguirá en este apartado el orden de los parámetros indicados en la *checklist* que sirve como guía para verificar la calidad de las cuatro unidades STEM gamificadas con TIC diseñadas por los equipos de docentes durante el desarrollo del plan de formación en el que participaron y otorgarles una valoración cuantitativa.

Título de la UD

Teniendo en cuenta que estas UD van dirigidas a alumnado de Secundaria en los que debemos despertar la curiosidad, el interés y la motivación por el ámbito CyT, los títulos de las UD deben ser acordes a este cometido y, por tanto, resultar llamativos o iniciarse con una pregunta. En la tabla 8 se indican los títulos de las unidades diseñadas, así como la referencia que se empleará en los subapartados siguientes para comentar cada UD.

Tabla 8. Referencia de cada UD diseñada.

Referencia	Título de la UD
UD1	¿Qué se traga mi desagüe?
UD2	Viaje a Egipto
UD3	Somos lo que comemos
UD4	¡Vamos a fabricar vino!

Los títulos de las cuatro unidades resultan llamativos, despierta la curiosidad e introducen el tema general de la unidad sin ser puramente descriptivos de los contenidos en los que se profundizará en la unidad.

Sesiones

En la UD2 se explica con claridad qué tareas o actividades se realizarán en cada una de las sesiones, sin embargo, en el resto de unidades no se indica la distribución de los contenidos, actividades o tareas a lo largo de las sesiones. La descripción de las sesiones es fundamental para llevar la UD a la práctica con alumnado la UD, pero debido a que estas UD han sido diseñadas dentro de un programa formativo, no se ha priorizado la

descripción de las sesiones ni la temporalización, imprescindibles en una programación didáctica.

Contenidos

En las cuatro UD se especifican cuáles son los bloques de contenidos que se trabajarán a lo largo de la unidad según la Orden de 14 de julio de 2016 donde se establece el currículo para la ESO en Andalucía.

Integración de contenidos STEM

Las materias que pertenecen al ámbito STEM en el sistema educativo español en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) son Matemáticas, Tecnología, Física y Química, Biología y Geología. Vincular los contenidos entre sí atendiendo a sus similitudes (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017) para favorecer la enseñanza integrada y, además, relacionarlos con la realidad del alumnado (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012) resulta fundamental para tener éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Durante la formación se hizo hincapié en esa necesidad de integrar todas las materias del ámbito que propone la iniciativa STEM y así queda reflejado en el trabajo de los docentes al diseñar las UD; tres de ellas presentan una integración de las cuatro materias del ámbito STEM presenten en la ESO y la UD4 integra los contenidos de tres de ellas.

Enfoque de ingeniería

De esa vinculación de los contenidos con el mundo real de la que hablábamos antes y siguiendo un paradigma constructivista (Piaget, 1967; Vygotsky, 1934) surge el enfoque de ingeniería que requiere STEM y que puede promoverse mediante el trabajo cooperativo que se da en las cuatro unidades, la resolución de problemas o la creación de un producto final. La UD2 carece de producto final, aunque sí se implementa una metodología activa cooperativa y se propone la resolución de problemas en distintas actividades. La UD1, por su parte, presenta un enfoque investigador, y las UD3 y UD4 claramente presentan un enfoque de ingeniería con producto final.

Nivel de gamificación

Sabiendo la exigencia en tiempo y esfuerzo que supone introducir la metodología gamificada (Barragán et ál, 2015), pero siendo conscientes de los beneficios que aporta, especialmente al ámbito CyT (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019), podemos establecer tres niveles de gamificación, de menor a mayor intensidad y, por tanto, de menor a mayor requerimiento por parte del docente. La UD1, emplea una gamificación básica introduciendo juegos en determinados momentos del proceso de enseñanza aprendizaje. Sin embargo, la UD2 gamifica todas sus sesiones incluyendo pruebas para la superación de retos, resolución de acertijos y programa un *Escape Room* en la sesión final relacionado con el hilo conductor de la UD. Las UD3 y UD4 emplean juegos simples,

pero también gamifican algunas sesiones basándose en dinámica de aprendizaje cooperativo y juegos de rol.

TIC

En todas las UD están presentes las TIC para gamificar los contenidos STEM y sirven para dinamizar, facilitar y estimular el aprendizaje. En concreto, la UD1 aporta recursos TIC variados tanto para gamificar los contenidos integrados (*Kahoot*, *Educaplay*), como para gestionar el aula (*Google Classroom*). La UD2 presenta actividades de programación con *Scratch*, con la plataforma *Genial.ly* y juegos matemáticos en línea. La UD3 hace un uso básico de las TIC por medio del empleo de dispositivos para buscar información, realizar cálculos y el procesador de textos, no se emplean, por tanto, las TIC para gamificar. La UD4 hace uso de recursos poco variados como *Youtube* y las aplicaciones *Padlet*, *Plikers* y *Kahoot* para gamificar los contenidos integrados. El uso de las TIC en el diseño de las UD está condicionado por el nivel de competencia digital con el que cuenten los docentes y que debe ser desarrollado siguiendo las directrices del Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) (INTEF, 2017)

Producto final

El producto final propuesto para ser desarrollado en la UD, ya sea tangible o intangible, debe de alguna manera resolver una problemática determinada definida en la unidad. Esto es lo que nos lleva a vincular los contenidos con la realidad con un enfoque de ingeniería que requiere STEM, por ello, con acierto en la UD4, el producto final está orientado a la fabricación artesanal de vino, en la UD3 a la creación de menús personalizados que sigan una dieta equilibrada teniendo y en la UD1, que tiene enfoque investigador, el producto final es la simulación de un caso práctico al tirar un producto cotidiano por el desagüe. Sin embargo, la UD2 carece de producto final vinculado a los contenidos de la unidad.

Evaluación

En relación a la evaluación la UD1, indica qué instrumentos se van a emplear para evaluar las actividades y qué porcentaje de la calificación de la UD corresponde a cada actividad. La UD2, hace referencia a la evaluación indicando en qué momentos de la unidad se realizará y el porcentaje de calificación, pero no se especifican los instrumentos concretos para evaluar cada actividad. Las UD3 y UD4 indican qué actividades son evaluables y algunos de los instrumentos de evaluación, sin embargo, no hacen referencia a los porcentajes de calificación.

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación, según indica la ley, están presentes con claridad en las UD1, UD2 y UD4 indican los propios de cada materia STEM y los bloques de contenidos a los que pertenecen. En la UD3, aparecen los criterios de evaluación, pero no su relación con los bloques de contenidos de la unidad y, además, no se indica ningún criterio de

evaluación para la materia de Tecnología, cuando sus contenidos sí han sido integrados en la unidad.

Valoración cuantitativa de cada unidad

Teniendo en cuenta los parámetros de la *checklist* y las puntuaciones que se le otorga a cada uno de ellos según los descriptores que indican en grado de cumplimiento, las cuatro UD desarrolladas por los equipos docentes durante el plan de formación obtienen la valoración cuantitativa que se muestra en la tabla 7 y teniendo en cuenta que es 30 el máximo de puntos posibles, las cuatro unidades diseñadas por los docentes asistentes a la formación se consideran de un nivel bueno de diseño de unidades STEM gamificadas con TIC.

Percepciones del profesorado acerca de la formación en Experiencias Gamificadas para STEM

El plan de formación planteado pretendía convertir a los docentes en “Docentes 3K”, esto es, docentes capaces de integrar contenidos STEM, implementar una metodología gamificada y hacer uso de las TIC tanto para integrar los contenidos como para gamificar el aula. Estas habilidades o capacidades se concretan en el diseño de unidades didácticas gamificadas con TIC, es decir, de unidades didácticas donde el trinomio STEM-gamificación-TIC se vea reflejado en la unidad. A lo largo de la formación, los participantes asistieron a sesiones presenciales donde por medio de dinámicas y la superación de retos fueron alcanzando los objetivos (o distintos niveles) establecidos. Una vez finalizada la formación donde como tarea final se les pidió a los docentes que en equipos multidisciplinares diseñaran una unidad didáctica STEM gamificada con TIC que pudiera resultar motivadora para su alumnado, se analizaron las percepciones de los propios docentes acerca de si consideraban o no que se habían convertido en “Docentes 3K” y cómo llevar a la práctica en sus contextos educativos el aprendizaje adquirido.

Por tanto, para recopilar la información que pudieran ofrecer los docentes y realizar el análisis de manera adecuada sobre los sentimientos y consideraciones de ellos mismos acerca de su evolución hacia “Docentes 3K” se emplearon tres instrumentos que han permitido realizar un análisis de las percepciones de los docentes acerca de si se habían convertido en “Docentes 3K”, estos instrumentos son:

- 1) Entrevista estructurada
- 2) Grupo de discusión
- 3) Reflexión metacognitiva

Los datos recogidos gracias a estos tres instrumentos, fueron debidamente categorizados empleado un mapa de códigos que se presenta en la tabla 9 y analizados convenientemente con el software NVIVO.

Tabla 9. Mapa de códigos.

Categoría	Subcategoría	Abreviatura
Docente STEM (DS)	Conocimiento previo de STEM	(DS_CP)
	Ningún conocimiento previo de STEM	(DS_NCP)
	Opinión positiva sobre STEM	(DS_OPP)
	Opinión negativa sobre STEM	(DS_OPN)
	Conocimiento sobre otras materias	(DS_COM)
	Ningún conocimiento sobre otras materias (Desconocimiento otras materias)	(DS_NCOM)
Docente gamificado (DG)	Uso previo de juegos	(DG_UP)
	Ningún uso previo de juegos (Desconocimiento)	(DG_NUP)
	Nuevas metodologías	(DG_NM)
	Opinión positiva sobre gamificación	(DG_OPP)
	Opinión negativa sobre gamificación	(DG_OPN)
Docente TIC (DT)	Uso previo de TIC para gamificar	(DT_UP)
	Ningún uso previo de TIC para gamificar	(DT_NUP)
	Uso TIC en clase	(DT_UTC)
	Ningún uso de TIC en clase	(DT_NUTC)
	Conocimiento previo de las aplicaciones presentadas	(DT_CP)
	Ningún conocimiento previo de las aplicaciones	(DT_NCP)
	Competencia digital del docente	(DT_CD)

Docente 3K (D3K)	Bastante carga de trabajo / tiempo empleado	(D3K_BCT)
	Poca carga de trabajo / tiempo empleado	(D3K_PCT)
	Gratificación en el trabajo	(D3K_GT)
	Ninguna gratificación en el trabajo	(D3K_NGT)
	Trabajo vocacional	(D3K_TV)
	Trabajo no vocacional	(D3K_TNV)
	Innovación en las clases	(D3K_IC)
	Buena relación con el alumnado	(D3K_BRA)
	Mala relación con el alumnado	(D3K_MRA)
	Formación docente necesaria	(D3K_FDN)
	Formación docente innecesaria	(D3K_FDI)
	Buena relación con otros compañeros docentes	(D3K_BRC)
	Mala o ninguna relación con otros compañeros docentes	(D3K_NRC)
	Motivación del docente	(D3K_MMD)
	Ninguna motivación docente	(D3K_ED)
	Estilos docentes- personalidad del docente	(D3K_TC)
	Transferibilidad a las clases	(D3K_NTC)
	Ninguna transferibilidad a las clases	(D3K_CO)
	Coordinación con otros (docentes, departamentos, etc.)	(D3K_NCO)
	Ninguna coordinación con otros docentes	(D3K_DRD)
Disponibilidad de recursos didácticos	(D3K_NRD)	
Ninguna disponibilidad de recursos didácticos	(D3K_ESP)	
Especialidad docente		

Contexto Educativo (CE)	Características del alumnado	(CE_AL)
	Motivación del alumnado	(CE_MA)
	Ninguna motivación del alumnado	(CE_NMA)
	Ratio alta de alumnos/as por clase	(CE_RTA)
	Ratio baja de alumnos/as por clase	(CE_RTb)
	Poco ruido en clase	(CE_PRU)
	Mucho ruido en clase	(CE_MRU)
	Opinión positiva de las familias	(CE_OPF)
	Opinión negativa de las familias	(CE_ONF)
	Equipamiento TIC disponible suficiente	(CE_ETDS)
	Equipamiento TIC disponible insuficiente	(CE_ETDI)
	Aprendizaje alumnado	(CE_APA)
Experiencia vivida en el Plan de Formación (EPF)		(EPF)

Para analizar la visión de los docentes sobre la implementación de propuestas integradas y gamificadas con TIC para la ESO en el ámbito STEM se formularon las siguientes preguntas relevantes:

- ¿Se sienten los docentes capaces de integrar los contenidos STEM en una unidad didáctica?
- ¿Se sienten capaces de diseñar experiencias gamificadas de aprendizaje?
- ¿Se sienten capaces de usar las tecnologías que mejor se adaptan a su práctica docente para dichas propuestas?
- ¿Se sienten capaces de transferir a la práctica cotidiana el aprendizaje como Docentes 3K?
- ¿A qué se debe el grado de transferibilidad?

Por claridad expositiva, organizamos el apartado de resultados a partir de las preguntas de investigación referidas anteriormente. La interpretación de los datos se ilustrará con fragmentos de las diferentes fuentes.

Pregunta 1: ¿Se sienten capaces de integrar los contenidos STEM en una unidad didáctica?

El conocimiento previo sobre STEM de los participantes en esta formación es escaso puesto que en su mayoría afirman no haber recibido previamente ninguna formación

específica de STEM (EN) y, aunque el término resulta conocido, reconocen no saber cómo llevarlo a la práctica (GD).

La integración de contenidos que propone STEM requiere del conocimiento de las materias del ámbito CyT (que en la ESO son Física y Química, Matemáticas, Tecnología y Biología y Geología). Los docentes participantes aseguran tener conocimientos generales de las materias del ámbito, incluso de las que no son especialistas (EN), a excepción de la materia de Tecnología que resulta ser la más desconocida por los docentes no tecnólogos y la que, en consecuencia, suscita más recelos:

(GD) “Lo que veo de condicionante, el primero el conocimiento de las demás materias, porque en el fondo, aunque yo me ponga a mirar los bloques de contenidos qué es lo que se da en otros cursos, yo no tengo el dominio de las otras materias que tiene un compañero.”

A pesar de estas limitaciones de orden práctico, es común coincidir en la necesidad y en la importancia de la integración y justifican su opinión (EN) indicando que así se evita la duplicidad y, por tanto, el aburrimiento, se conectan los contenidos con la realidad y permite entender la conexión entre las materias. Sin embargo, existen algunas dudas sobre si es posible integrar todos los bloques de contenidos que propone la ley.

Tras la formación, los docentes manifiestan tener claro en qué consiste STEM y cómo llevar a la práctica la integración de contenidos.

(RM) “He aprendido lo que es STEM. He visto que es posible integrar diferentes materias en una unidad didáctica”

(RM) “He aprendido que los contenidos de las distintas asignaturas de ciencias (Biología y Geología, Física y Química, Matemáticas, Tecnología...) están muy ligados y varios ejemplos de cómo se pueden integrar para realizar sesiones, o incluso unidades didácticas”

Con todo, también coinciden en que el abordaje STEM precisa la colaboración entre docentes (GD) para concretar coordinada y planificadamente cada propuesta; y es ahí donde concentran sus reservas sobre cómo llevar STEM a la práctica:

(RM) “puede ser interesante hablarlo al principio de curso con el resto de profesorado implicado y ver cómo podemos integrar algunos contenidos y sacar actividades, unidades o algún proyecto que represente la idea STEM.”

(GD) “A la hora de implementarlo en el aula, pues el hándicap que estábamos hablando pues puede ser el *feeling* que tú tengas con otros compañeros o claro que muchos compañeros que simplemente quieren trabajar en solitario”

Además del trabajo en equipo con otros docentes, los informantes también muestran sus reticencias por la complejidad que supone la implantación de STEM en la práctica, ya que ciertos intentos, como la introducción de la materia de Ámbito Científico Matemático (ACM) en 2.º y 3.º ESO, no están resultando demasiado exitosos:

(GD) “Tú ves un libro de ACM y te entran ganas de llorar porque es aburrido y además [...] va por temas separados, no tiene una perspectiva nada práctica cuando se supone que es para un alumnado más complicado y que necesita esa perspectiva práctica y funcional”.

Otros comentarios, que siguen esta línea, apuntan a que se debería legislar para que la integración de los contenidos STEM estuviera ya establecida por ley y las editoriales ofrecieran materiales adecuados.

(GD) “El concepto STEM [...] tiene que venir de arriba, es decir, esto es un tema legislativo”

(GD) “¿Por qué las editoriales todo esto ya no lo están haciendo? Por qué nos venden libros con todo el conocimiento compartimentado y no lo unen”

Salvo estos aspectos negativos, STEM es una iniciativa que ha sido recibida por los docentes con entusiasmo y de manera muy positiva. Sirvan estos comentarios como ejemplo:

(GD) “Pues a mí me parece que STEM es una idea fantástica, o sea yo creo que es como de verdad se deberían enseñar estas asignaturas, desde una perspectiva más práctica.”

(RM) “Que no se vean los contenidos de las distintas materias como bloques independientes puede ser la respuesta a la eterna pregunta y *esto, ¿para qué sirve?*”

Pregunta 2: ¿Se sienten capaces de diseñar experiencias gamificadas de aprendizaje?

En relación con la cuestión metodológica, la mitad de los informantes reconoce haber recibido formación sobre metodologías didácticas de manera general (EN); a pesar de eso, siguen utilizando mayoritariamente una metodología de corte tradicional, basada en libro de texto, a priori cómoda para el profesor, pero habitualmente monótona y desmotivadora para el alumnado. Algunos informantes refieren combinarla con otras metodologías activas como el aprendizaje cooperativo o el aprendizaje basado en proyectos (ABP). Sin embargo, el término *gamificación* resultaba desconocido a la mayoría (GD) y pocos se habían atrevido a introducir elementos lúdicos en clase. A pesar del interés por las metodologías activas, el desconocimiento frena a los docentes en su práctica:

(GD) “La verdad es que yo estaba un poco aburrída de las clases. Porque veía a los niños demasiado aburrídos dándole la asignatura, intentas hacerlo... pero no tenía herramientas, no sabía cómo gamificar, no sabía qué era gamificar ni nada de nada.”

Tras la formación, los docentes se sienten más animados a introducir la gamificación al haber conocido experiencias reales de unidades gamificadas llevadas a la práctica, lo que genera opiniones muy positivas respecto a la introducción de este elemento metodológico en sus clases. Durante la formación, la visión del profesorado hacia la gamificación ha cambiado, y se reconocen otras maneras de enseñar presumiblemente más eficaces en Secundaria, sin olvidar los elementos curriculares que la ley exige.

(GD) “Ya he empezado a gamificar, ya he hecho algunos juegos y los niños están supercontentos. Así que seguiré practicando. “

(RM) “A través de la gamificación, podemos ver como los alumnos se divierten aprendiendo y se llega a los objetivos mínimos exigibles por ley, una metodología muy diferente a la tradicional y que se debería de utilizar en el aula día a día”

(GD) “Yo creo que eso es muy importante, que ellos jugando aprendan cosas y que nosotros estemos motivados y tengamos ganas de trabajar”

Sin embargo, se apuntan ciertos inconvenientes: por un lado, el tiempo que requiere la preparación de una sesión gamificada, mucho mayor que la necesaria para una sesión con metodología tradicional; y, por el otro, las dudas que existen sobre si la gamificación pueda ser tomada con poca seriedad por el alumnado, y ello no permita un “aprendizaje formal” necesario.

(GD) “Yo no sé cuánto tardáis vosotros, pero yo en preparar una hora de docencia tardo tres horas, entonces en prepararla en juego sería mucho más tiempo”

(GD) “Lo que tengo yo es una falta de madurez muy grande allí en los alumnos, entonces introducir los juegos es fomentar esa inmadurez, con lo cual no sé si podría ser contraproducente.”

Pregunta 3: ¿Se sienten capaces de usar las tecnologías que mejor se adaptan a su práctica docente para integrar contenidos STEM y para gamificar?

En relación con la cuestión tecnológica, aunque no todos los docentes encuestados han recibido formación específica sobre las TIC, la mayoría afirma (EN) que las utiliza en sus clases de manera habitual para impartir contenidos y gestionar el aula. Reconocen, eso sí, que en ocasiones las TIC les hacen perder tiempo y no confían plenamente en su

funcionamiento; por ello, en previsión de que puedan fallar, han de llevar preparados otros recursos analógicos.

En todo caso, los docentes consideran que las TIC mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ejemplo, señalan la posibilidad de presentar contenidos de forma amena, divertida, entretenida, atractiva, interactiva y eficaz, lo que mejora la atención y el interés (EN). También afirman (EN) que son de gran ayuda para generar y disponer de recursos variados, actuales y personalizados, lo que permite al alumnado involucrarse en su aprendizaje y motivarse. Los informantes apuntan que el uso de las TIC es necesario en la sociedad actual y, por tanto, el alumnado debe aprender a utilizarlas de forma segura y eficiente. Estas creencias se reafirman una vez finalizada la formación:

(RM) “Tenemos un alumnado mucho más difícil de “enganchar” a nuestras clases, ya que está constantemente bombardeado por información, ocio, actividades... La única manera de llegar a ellos/as es despertar su interés utilizando el entorno en el que han nacido y crecen, no podemos ir contra este entorno tecnológico, hay que utilizarlo y enseñar a utilizarlo correctamente.”

La parte tecnológica del trinomio STEM-gamificación-TIC es valorada positivamente por los docentes, tanto para gamificar como para integrar contenidos.

(GD) “Verdaderamente hemos aprendido mucho de muchas aplicaciones que no conocía.”

(RM) “En este curso he aprendido sobre todo muchos recursos a los que puedo acudir para realizar tanto unidades STEM, como para sencillos juegos para aplicar en clase.”

Y, como consecuencia de ello, los docentes se sienten animados a empezar a usar las TIC que no conocían con el planteamiento propuesto, es decir, para integrar los contenidos STEM y para gamificar el aula.

(GD) “Sí que voy a empezar a hacer algún jueguecillo en alguna paginilla, algún examen con el móvil que van a flipar porque lo que más hago en mi clase es quitar móviles [...] creo que va a ser un buen incentivo”.

En todo caso, los docentes reconocen que no es imprescindible el uso de las TIC para gamificar y que se puede combinar una gamificación digital con otra más analógica, que también resulta motivadora.

(GD) “Da igual que estemos jugando con el ordenador o que estemos con el “ahorcado” yo he hecho juegos del ahorcado con papelitos en la pizarra y los niños se lo han pasado genial y han aprendido un montón”

(RM) “[la formación] me sirve para intentar una gamificación más digital porque hasta ahora me limitaba a gamificar como la vieja guardia, (jugar a los barquitos, a construir moléculas de plastilina...)”

Esta reflexión nos sitúa en la idea del desarrollo progresivo de la competencia digital docente para que el profesorado gane confianza y pueda seleccionar, configurar y emplear de manera adecuada las TIC más idóneas para integrar contenidos STEM y gamificar el aprendizaje. Hablar de tecnologías, en relación con contenidos y con metodologías, pues, ha abundado en esa línea:

(RM) “El uso de las TIC es esencial en estos tiempos y gracias al curso y a la ponente, he recibido los ingredientes necesarios para conseguirlo; eso sí, ahora supondrá gran esfuerzo llevarlo a cabo y trabajo.”

(RM) “Nuestra profe, [...] me ha hecho quitar ese ‘miedo’ a las TIC, a las que les tengo mucho respeto. Nos ha facilitado enlaces, recursos, y llevarlos a cabo.”

Sobre todo, y pese a las numerosas ventajas, los docentes encuestados consideran que el punto negativo en el uso de las TIC en las clases se debe a la falta de recursos de los centros educativos (conexión a internet defectuosa, falta de mantenimiento de los equipos, escasez de dispositivos actualizados) que, como decíamos, les lleva a una pérdida de tiempo importante en el desarrollo de las clases intentado resolver problemas técnicos para los que los docentes, a veces, no están preparados (EN). Además, se da cuenta de los posibles riesgos de las TIC (adicción, *cyberbullying*, aislamiento social), propiciado por el uso lúdico de las TIC por el alumnado, y no como herramienta de aprendizaje, lo que dificulta en ocasiones la dinámica de clase.

Pregunta 4: ¿Se sienten capaces de transferir a la práctica cotidiana el aprendizaje como Docente 3K?

Que la formación haya sido eminentemente práctica y que los docentes hayan tenido la oportunidad de vivir en primera persona cómo puede llevarse al aula tanto la integración de contenidos STEM como la gamificación con TIC ha permitido que los docentes sientan que son capaces de transferir a sus horas de docencia diarias los aprendizajes adquiridos en la formación y que se resumen en sentirse y ser “Docentes 3K”, la denominación utilizada en la formación, también gamificada.

Una vez finalizada, tanto en las RM como en el GD, fueron numerosas las intervenciones que hablaban positivamente sobre implementar en las aulas de Secundaria las experiencias gamificadas con TIC para STEM tal y como propone la formación que habían recibido.

(RM) “El curso ha sido muy interesante puesto que he aprendido una serie de cosas que podré aplicar en mi día a día”

(RM) “Intentaré llevar a la práctica todo lo aprendido, sabiendo el esfuerzo que eso supone, pero creo que será muy gratificante.”

Incluso, algunos de los participantes en la formación, ya se habían animado a poner en práctica en el aula lo aprendido en las sesiones antes de la finalización del curso.

(RF) “Ya he empezado a hacer mis primeros pinitos con esta nueva pócima, y me parece prometedora.”

Sobre todo, los docentes se sienten estimulados en lo concerniente a la implementación en el aula de la metodología gamificada (aunque sea de manera muy inicial en algunos casos) que no requiere necesariamente de la colaboración con otros docentes o de modificaciones profundas en la programación para llevarla a la práctica.

(RM) “Pienso utilizar lo aprendido de forma inmediata pues ya tengo una actividad preparada para mis alumnos de FPB en las próximas semanas y voy a incorporar un pequeño juego casi diario para repasar los conceptos más básicos. Estoy convencido de que irán bien y los alumnos lo disfrutarán.”

Al tomar consciencia de la importancia de trabajar en equipo con otros docentes para compartir el esfuerzo que supone gamificar con TIC una unidad para STEM, algunos participantes manifestaban querer buscar apoyos contagiando el entusiasmo a otros compañeros y compartiendo lo aprendido en esta formación.

(RM) “Expondré lo aprendido a otros profesores con los que sumar esfuerzos, con la meta de integrar asignaturas que acerquen la educación a la vida real.”

En general, los docentes echan en falta que exista una variedad de recursos didácticos ya creados sobre los que puedan apoyarse para modificarlos, ampliarlos o adaptarlos a su contexto educativo, ya sean proporcionados por las editoriales o compartidos por otros docentes. Esto supondría un menor esfuerzo y coste personal en tiempo que el que requiere el diseño de una unidad STEM gamificada con TIC desde cero.

(GD) “Sobre todo compartir información, pues me parece fundamental [...] yo ahora mismo estoy aquí [...]tratando de, en fin, de ir cargando la mochila”.

(GD) “Lo que me falta es más unidades didácticas ya hechas que podamos utilizar y [...] bancos de recursos”.

La escasez de recursos disponibles hace que la idea de realizar una programación didáctica para un curso completo integrando los contenidos STEM y además gamificándolos con TIC sea para los docentes una tarea ciertamente dificultosa a corto

plazo; sin embargo, triunfa la opción de introducir unidades didácticas STEM gamificadas con TIC en determinados momentos del curso, lo que requiere de menor planificación y coordinación entre docentes y supone un coste en tiempo más asumible.

(RM) “No me veo realizando una programación entera con mi materia de esta manera, pero sí intercalando unidades.”

Pregunta 5: ¿A qué se debe el grado de transferibilidad?

El grado de transferibilidad, o lo mucho o poco que se puedan llevar a la práctica diaria en forma de unidades didácticas los aprendizajes adquiridos durante la formación, está relacionado en todos los casos con el contexto educativo en el que trabajan los docentes y con los dos puntos más complejos que se han comentado acerca de la gamificación con TIC para STEM. En primer lugar, la exigencia en tiempo para diseñar este tipo de unidades didácticas y, en segundo lugar, la necesidad (y en ocasiones, dificultad) de colaborar y coordinarse con otros compañeros o compañeras para conseguir llevar a la práctica las UD diseñadas de manera adecuada.

Con respecto al primer punto, los docentes participantes en la formación refieren la consecuente dedicación en tiempo y esfuerzo que requiere el diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC teniendo en cuenta la carga de trabajo que ya se soporta.

(GD) “Entiendo que es mucho trabajo para el docente.”

(GD) “Yo, por ejemplo, tengo 6 grupos y una tutoría y la biblioteca, [...] más de 100 alumnos, es que no tengo tiempo y, aparte, los compañeros que yo tengo son ya todos mayores, tienen sus familias, sus hijos, y dedicar tiempo a preparar clase que a lo mejor llevan 10 años haciéndolas relativamente igual pues a lo mejor no les compensa.”

Todo esto pone en evidencia las tensiones entre los condicionantes logísticos y estructurales y el compromiso individual de cada docente con la excelencia y con la innovación docente, que a menudo se realiza a costa del tiempo personal:

(GD) “Hay épocas en nuestra vida que tenemos tiempo o queremos dedicar tiempo, inviertes mil horas y al final, ahí yo creo que la enseñanza sale adelante no por los políticos no por no sé qué sino por la buena voluntad de los que estamos aquí dentro y al final la buena voluntad es salud nuestra, es tiempo.”

(RM) “Las cosas se pueden hacer de otra manera si se quiere y hay interés. Hay varias maneras de poder enseñar lo mismo. Y hay veces que es importante estar motivado tanto el profesor como el alumnado.”

Con respecto al segundo punto, y esa necesidad de trabajar en equipo para apoyarse a la hora de realizar trabajos costosos en tiempo y esfuerzo, así es como se

expresan los docentes en sus reflexiones y el GD. En general, la transferencia de los aprendizajes adquiridos queda condicionada a contar con un equipo de trabajo con el que colaborar y sentirse motivados.

(RM) “En el futuro, lo aplicaré día a día, pero con la condición de que siempre tenga compañeros y compañeras que me puedan ayudar”.

(GD) “Para poder conseguir [...] llevarlo a cabo a clase [...] si estamos rodeados por un grupo que todos vamos a una [...] yo creo que eso es fundamental, y tener ese pensamiento y venga vamos a intentarlo, venga vamos a... y trabajar juntos y seguro que se consiguen cosas como las que se han conseguido aquí en poquísimo tiempo.”

Sin embargo, cuando se trata de grupos específicos de ratio reducida, los docentes participantes se sienten animados a diseñar y llevar al aula unidades didácticas STEM gamificadas con TIC sin la ayuda de otros compañeros.

(RM) “La aplicación futura va a depender de muchos factores [...] ilusión le tengo y ya estoy planificando en fase de solo idea una unidad de PMAR gamificada e integrada con enfoque STEM, es una ardua tarea porque solo cuento conmigo por ser la del ámbito, pero ahí estoy.”

Lo que abre la puerta a la reflexión acerca de la necesidad de bajar la ratio en los grupos de Secundaria para permitir una mejora de la calidad de la docencia, por ejemplo, introduciendo unidades didácticas para STEM gamificadas con TIC tal y como se propone en esta formación.

(GD) “Tal vez con menos ratio de alumnos sería esto mucho mejor llevar a cabo.”

(GD) “Un Escape Room con 35 metidos en una clase, seguramente el profesor de al lado toque [a la pared, para que hagamos menos ruido], seguro.”

Cabe destacar que en ningún caso los participantes consideran que las dificultades para transferir los aprendizajes adquiridos a la realidad del aula se deben a deficiencias en el plan de formación, que, por otro lado, ha sido muy bien valorado por los asistentes en sus comentarios.

(RM) “El curso me ha parecido muy práctico, realista y fácilmente aplicable a mi trabajo en el aula.”

(RM) “Gracias a una exposición clara y detallada de los objetivos de las sesiones, donde para mí, las dinámicas han sido las claves del éxito.”

(RM) “Y qué mejor forma de aprender que a través del propio ejemplo en las clases, donde desde el principio hemos buscado la fórmula de una poción mágica que nos ayude a mejorar el rendimiento de nuestros alumnos. El haber podido

incorporar todo el conocimiento dentro de una "aventura" hace que veamos la fuerza de estas herramientas.”

El análisis de cada una de estas cuestiones, así como evidencias en palabras de los propios docentes de Secundaria sobre las experiencias gamificadas con TIC para STEM que sigue el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006), recogidas con los tres instrumentos antes mencionados se puede consultar en (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019) y aquí se presenta un resumen de los resultados siguiendo el esquema del modelo pedagógico TPACK contextualizado para los intereses de nuestro estudio (contenidos STEM, metodología gamificada y TIC).

Comenzando por los contenidos integrados del ámbito científico tecnológico, los resultados muestran que, tras haber participado en el plan de formación diseñado para convertirse en “Docentes 3K”, los docentes participantes conocen la iniciativa STEM con más profundidad y están de acuerdo con que esta propuesta de integración de los contenidos del ámbito científico-tecnológico con enfoque de ingeniería puede ser la posible solución a la desvinculación que el alumnado actual siente entre los contenidos de ciencias que se estudian en los centros educativos y su propia realidad. Sin embargo, a la hora de integrar los contenidos de las materias del ámbito (que recordemos en la Secundaria son Matemáticas, Física y Química, Tecnología y Biología y Geología) encuentran ciertas dificultades en las materias de las que no son especialistas, lo que podría resolverse en principio con la colaboración interdisciplinar del trabajo en equipos docentes de las distintas materias. Aparte de esta cuestión organizativa, no menor, los docentes también reclaman una actualización de la legislación educativa vigente en la que el enfoque STEM, por su importancia, aparezca de manera concreta y se den directrices claras sobre su implementación en los centros. A pesar de estos inconvenientes, los docentes consideran que integrar los contenidos STEM resulta imprescindible en la ESO y se sienten capaces de diseñar unidades didácticas que pongan el foco en STEM.

Los docentes experimentaron como participantes en la formación una innovadora experiencia gamificada vivida como una aventura que se sienten capaces de replicar en el diseño de sus propias experiencias gamificadas contextualizándolas para STEM en las clases de Secundaria y que incidan de manera positiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta innovación en la metodología aplicada a una formación destinada a docentes hizo que desde la experiencia personal se visionara como los juegos pueden motivar al alumnado y mejorar el ambiente de clase. Los docentes, partiendo de juegos sencillos llegaron a animarse finalmente con el diseño de fórmulas más complejas como la gamificación de sesiones completas mediante un *Escape Room* o, finalmente, gamificar unidades didácticas enteras. Sus propias reflexiones reflejan que los docentes reconocen que la gamificación es efectiva sobre todo en cuanto a la motivación que

despierta tanto en el alumnado como en el profesorado, coincidiendo con las palabras de Pérez-Manzano y Almela-Baeza (2018), pero haciendo hincapié en que no hay que escatimar esfuerzos en mantener un equilibrio entre lo lúdico y lo formativo para que la gamificación será realmente efectiva en el ámbito educativo y los beneficios de la gamificación se transfieran adecuadamente al aprendizaje tal y como ya afirmaban Posada (2013) y (Martín Martín, 2017). Según los docentes participantes en la formación, la parte negativa de introducir la gamificación en las clases es, sin duda, el aumento de tiempo y esfuerzo extra por parte del docente que requiere diseñar una unidad didáctica gamificada y que siempre será mayor que llevar a la clase una unidad tradicional, esto coincide con lo que afirman Brigham (2015) y Barragán et ál (2015).

El último elemento que conviene combinar de manera adecuada con los contenidos y la metodología según el modelo pedagógico de referencia en esta investigación (TPACK) es la tecnología, aunque huelga decir que para integrar contenidos o gamificar no es imprescindible el uso de las TIC. Sin embargo, siendo conscientes del alumnado digital que pueblas las aulas de Secundaria (Gallardo, 2012), los docentes consideran que el apoyo de las TIC para crear experiencias gamificadas para STEM es gratificante y estimulador tanto para el alumnado como para los propios docentes. Las TIC benefician el proceso de enseñanza-aprendizaje haciéndolo más más ameno, interactivo, interesante y atractivo (Levis, 2003; Prensky, 2005; Molas y Roselló, 2010). Todos los docentes participantes en esta formación coinciden en la relevancia de las TIC en nuestra sociedad actual y en la necesidad de incentivar el desarrollo de la competencia digital del alumnado desde todas las materias; competencia que, además, también es necesario que los docentes desarrollen para poder hacer uso de las TIC en las aulas de manera adecuada siguiendo las directrices del Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) (INTEF, 2017) y que, sin lugar a dudas y por la dificultad que entraña, requiere de una formación continua (Gisbert, González y Esteve, 2016). Cabe resaltar que los docentes participantes en la formación consideran que el alumnado suele hacer un uso lúdico de las TIC (Martín del Pozo, 2013; Sánchez-Aparicio, 2014) y que resulta necesario esforzarse en incidir en una cultura tecnológica que haga ver al alumnado el uso de educativo de la tecnología para intentar evitar distracciones o mal uso de las TIC en clase cuando se introducen como elemento estimulador del aprendizaje. Incluso reconociendo las dificultades que entrañan el uso de las TIC, los docentes se consideran habilitados para hacer uso de ellas en la creación de unidades didácticas STEM gamificadas.

Analizados estos aspectos, y siguiendo las preguntas propuesta a los informantes, podemos concluir diciendo que los docentes se sienten capaces de transferir a la práctica cotidiana los aprendizajes adquiridos durante la formación, pero que el grado de transferibilidad está supeditado a la posibilidad de colaborar con otros compañeros o compañeras que también se sientan comprometidos con la mejora de la calidad de la

docencia. La exigente tarea de creación de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC resultaría más liviana y motivadora compartiendo el trabajo con otros docentes con los que formar equipos interdisciplinarios. Debido a esto y considerando como dificultad añadida la poca disposición de tiempo con la que cuentan los docentes para mejorar su práctica docente, además de la elevada ratio en Secundaria (Martínez Ramón, 2015; Abellán y Herrada, 2016), pone en cuestión si sería posible programar un curso completo a base de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. Sin embargo, tras la formación, los docentes se sienten con ánimo de planificar unidades STEM gamificadas con TIC y llevarlas a la práctica en determinados momentos del curso. En general, se reclama ayuda en cuanto a la existencia de recursos didácticos provenientes de editoriales u otros docentes que puedan ser adaptados y que compusieran un banco de recursos que consultar para minimizar así el tiempo y el esfuerzo que hay que dedicar a diseñar una experiencia gamificada con TIC para STEM desde cero.

Finalmente, el análisis de las percepciones del profesorado muestra que el plan de formación (a priori ambicioso, por contar con solo treinta horas de formación; novedoso, por basarse en el modelo TPACK contextualizado para el ámbito CyT en Secundaria; y arriesgado, por plantear la metodología gamificada por medio de una aventura para ejemplificar en la práctica cómo habría de ser implementada en las aulas) ha resultado eficaz por los buenos resultados y por la valoración otorgada por los docentes participantes. Por tanto, al término de la formación, los participantes sienten que se han convertido en “Docentes 3K” capaces de integrar los contenidos STEM implementando una metodología gamificada que haga uso de las TIC en una unidad didáctica.

6. Conclusiones

Esta investigación partía con unos objetivos claros de analizar las necesidades formativas de los docentes de Secundaria del ámbito científico-tecnológico para posteriormente diseñar un plan de formación que les dotara de las herramientas y capacidades necesarias que les ayudaran a mejorar su práctica docente diaria para que esto repercutiera presumiblemente en el alumnado favoreciendo su motivación e interés por el ámbito científico-tecnológico observando una mejora en la calidad de los aprendizajes y su consecuente reflejo en los resultados académicos. Poniendo el foco en una de las piezas clave en la mejora de la enseñanza, los docentes, se desarrollaron las diferentes fases del proceso de investigación que han llevado a la identificación de las necesidades formativas de los docentes y que han supuesto el eje sobre el que se apoya el producto final generado en forma de experiencia formativa que permite a los docentes asistentes a dicha formación ser capaces de diseñar experiencias gamificadas con TIC para STEM, donde se integran los contenidos del ámbito científico-tecnológico

implementando una metodología que gamifica tanto los contenidos como la gestión del aula mediante la selección de las TIC más apropiadas en cada caso, cumpliéndose así los objetivos que nos habíamos marcado el inicio de la investigación.

La figura del docente, considerada eslabón fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Esteve, 2003), debe enfrentarse a los retos que suponen los cambios socioculturales que se dan en la actualidad y que indudablemente tienen su reflejo en las aulas de Secundaria. Por ello, la labor docente debe actualizarse, adaptarse y mejorarse buscando la excelencia (González Sanmamed, 2009; Marina, 2015) y con ello contribuir a la mejora del rendimiento académico de un alumnado que se encuentra frecuentemente desmotivado sobre todo en el ámbito científico-tecnológico (Marbà y Márquez, 2010) y que le lleva finalmente a no continuar estudios superiores en este campo, paradójicamente el sector con más auge en la actualidad y con más salidas laborales. Campo, como decíamos, imprescindible y necesario en una sociedad fuertemente tecnificada (Marcelo, 2001) como la que tenemos y en la que los retos futuros están íntimamente ligados a la tecnología (Bybee, 2010). Por todo esto, la práctica docente basada en la excelencia debe ir encaminada a introducir en el aula metodologías motivadoras que contribuyan a una mayor implicación por parte del alumnado y una mejora sustancial del proceso de enseñanza-aprendizaje que se vea reflejada en los resultados académicos. Metodologías innovadoras como la gamificación han demostrado su eficacia en cuanto al fomento de la motivación y el disfrute por parte del alumnado (Saorin, 2015) y, en concreto en este caso que nos ocupa, el interés por el ámbito de las ciencias (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019), siguiendo así las propuestas de STEM (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012), iniciativa que promueve en las políticas educativas de los países desarrollados la enseñanza de las materias del ámbito científico-tecnológico por medio de la integración de los contenidos y la búsqueda de su conexión con el mundo real para atraer a los jóvenes y despertar su curiosidad por este campo. Estos jóvenes que cursan estudios de Secundaria están considerados estudiantes digitales (Gallardo, 2012) por ser grandes aficionados a las aplicaciones y dispositivos digitales que les permiten estar conectados, entretenerse e informarse (Machargo, Luján, León, López y Martín, 2003; Castellana, Sánchez-Carbonell, Graner y Beranuy, 2007), las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) forman parte de su cotidianidad y, por tanto, la inclusión de las TIC en el ámbito educativo, en una correcta combinación con los contenidos que han de impartirse y la metodología que se considere adecuada, ayudará a los docentes a alcanzar el objetivo primero de mejorar su docencia para fomentar el interés por el estudio en los jóvenes, en concreto, el interés por el ámbito STEM en nuestro caso.

Para poder enfrentar este reto, los docentes deben, sin duda, formarse (Campos, 2012; Bozu e Imbernon, 2016), especialmente en los tres saberes que propone el modelo pedagógico TPACK y que contextualizados en el ámbito STEM para Secundaria son:

contenidos STEM, metodología gamificada y TIC para integrar y gamificar los contenidos del ámbito científico-tecnológico.

En esta investigación se propone, como solución a este problema y, como decíamos, para ayudar a los profesores a hacer frente de manera exitosa a este reto, un plan de formación basado en el modelo pedagógico TPACK y que incide en los tres saberes que antes mencionábamos contextualizados para el ámbito científico-tecnológico en la Secundaria. Recordemos, estos tres saberes son: contenidos STEM, metodología gamificada y TIC.

Este plan de formación que ataca los tres saberes que consideramos fundamentales y que deben formar parte de la formación continua del profesorado, fue diseñado y mejorado en tres iteraciones en las que se fue definiendo la estructura final de cada una de las sesiones formativas con las limitaciones que se nos imponían por parte del centro de profesorado de Málaga (CEP-Málaga) para llevar a cabo de manera semipresencial esta formación con docentes en activo. La formación pretendía habilitar a los docentes para ser capaces de diseñar experiencias gamificadas con TIC para STEM que pudieran ser llevadas a la práctica en las aulas de Secundaria y para las que se cuenta con una *checklist*, herramienta que permite una comprobación y evaluación cuantitativa de los parámetros que comprometen la calidad de esas propuestas en forma de unidades didácticas. Este plan de formación ambicioso, novedoso y arriesgado fue puesto en marcha y una vez finalizado se obtuvieron unos resultados de los que se derivan las conclusiones que se comentan a continuación.

El plan de formación diseñado como producto en esta investigación y llevado a la práctica con docentes en activo repercute positivamente en la práctica docente convirtiendo a los docentes en “Docentes 3K”, esto es, docentes capaces de integrar los contenidos STEM, implementar metodologías gamificadas y emplear las TIC para gamificar los contenidos integrados. Sin embargo, transferir a la práctica real los conocimientos y habilidades adquiridas durante la formación no es tarea fácil y está condicionado al compromiso con la excelencia académica de los propios docentes, algo que resulta clave para poner en marcha propuestas didácticas innovadoras y motivadoras como son las unidades didácticas STEM gamificadas con TIC, debido al tiempo y esfuerzo extra que requiere preparar unidades de este tipo en comparación con el requerido para la preparación de una clase siguiendo una metodología más tradicional basada en la lectura, memorización y realización de ejercicios, tiempo extra que no todos los docentes pueden o están dispuestos a asumir. No obstante, en el caso de contar con docentes lo suficientemente motivados para llevar a cabo cambios en su docencia con el fin de mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, sería interesante contar con equipos de docentes interdisciplinarios que acometiesen la tarea de diseñar unidades didácticas STEM gamificadas con TIC de manera conjunta, no solo para aliviar el trabajo que esto supone, sino por la dificultad que entraña integrar los contenidos de las cuatro materias que engloba el ámbito STEM (Matemáticas,

Tecnología, Física y Química y Biología y Geología) para lo que se necesita un alto grado de especialización. Es más, el trabajo en equipo de los docentes también repercutirá en la concepción que el alumnado tiene del ámbito científico-tecnológico, evitando la duplicidad de contenidos y favoreciendo esa visión integradora de las cuatro materias. Teniendo en cuenta que los docentes de hoy en día no reciben incentivos por comprometerse con la excelencia académica, sería interesante abordar este tema en futuras investigaciones ya que hasta ahora la excelencia académica es responsabilidad del profesorado y depende de la motivación de estos. ¿Podría haber un compromiso con la excelencia académica mayor por parte del profesorado si recibieran algún tipo de incentivo distinto al de su propia motivación?

Sin duda, la mejora de la práctica docente que implique cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje y adaptaciones metodológicas consecuentes con el contexto sociocultural cambiante de las sociedades avanzadas requiere de una formación continua que permita a los docentes estar actualizados en cuanto a los tres saberes que antes comentábamos: contenidos, pedagogía y tecnología. Por ello, el plan de formación que aquí se ha presentado resulta adecuado para el contexto educativo actual, donde se están buscando nuevas maneras de enseñar ante los fracasos del sistema educativo (falta de motivación, altos índices de abandono escolar) (Tarabini, Curran, Montes y Parcerisa, 2015) y, además, podría ser modificado cuando las necesidades lo requieran para adaptarse a las nuevas corrientes educativas. En cualquier caso, de momento, este plan de formación podrá ser replicado para formar a más docentes que deseen mejorar su docencia en el ámbito de las ciencias.

Si bien la excelencia académica, como decíamos, es hasta ahora responsabilidad de los docentes y se requiere de una formación continua, adecuada y contextualizada, que permita esa mejora, qué duda cabe que también son necesarios otros cambios que permitan que esas nuevas prácticas docentes puedan realmente llevarse a las aulas. Con ello nos referimos a la dificultad que en muchas ocasiones encuentran los docentes para implementar metodologías activas como la gamificación, considerada un excelente elemento motivador (Saorin, 2015), y que pueden fallar por la elevada ratio de alumnos por aula en Secundaria (Martínez Ramón, 2015; Abellán y Herrada, 2016). Este parámetro impide en ocasiones que la búsqueda de la calidad de la docencia repercuta directamente en el alumnado y deja en entredicho los esfuerzos de los docentes por mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por tanto, resumiendo, podríamos decir que la inclusión de propuestas gamificadas con TIC para STEM que repercutan en la motivación del alumnado y fomenten su interés por el estudio de las materias del ámbito científico-tecnológico está supeditado a:

- La colaboración entre docentes formando equipos interdisciplinares para el diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC.

- El compromiso individual de los docentes por su propia excelencia académica sabiendo que no recibirán incentivos por parte de la Administración por el esfuerzo realizado.
- La ratio en las aulas de Secundaria que en ocasiones dificulta la implementación de metodologías activas y la realización de actividades innovadoras.
- Realizar mejoras en la legislación que indiquen con claridad las directrices que han de seguirse para promover el ámbito STEM y la integración de los contenidos de las cuatro materias que engloban este ámbito.

Centrándonos ahora en las propuestas que acomete el propio plan de formación, esto es, diseño de experiencias gamificadas con TIC para STEM por medio de unidades didácticas, y en concreto acerca del elemento metodológico elegido, es decir, la gamificación, conviene recordar que STEM plantea un enfoque de ingeniería que la gamificación no aporta y que sí lo hacen otras metodologías activas como el aprendizaje basado en proyecto (ABP) o el aprendizaje-servicio o el aprendizaje basado en problemas (Abellán y Herrada, 2016), por tanto, la efectividad de la gamificación puede resultar aumentada en nuestro contexto cuando se combina con otras metodologías que además permitan atender a los diferentes ritmos de aprendizaje de la diversidad de alumnado que existen en las aulas de Secundaria. Considerar “metodologías híbridas”, es decir, una combinación de metodologías en las que la gamificación se integre como elemento motivador, es perfectamente asumible y recomendable en las propuestas didácticas que aquí se plantean como unidades didácticas gamificadas con TIC.

Teniendo en cuenta que las propuestas didácticas que aquí se comentan han de ser coherentes con la ley educativa actual, también resulta importante resaltar que las modificaciones de la ley en cuanto a contenidos a impartir que afecte a las materias del ámbito científico-tecnológico, también deberían reflejarse en el diseño de las unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. Es más, existe un reclamo unánime por parte de los docentes participantes en la formación acerca de modificaciones en la ley que den las directrices oportunas para llevar a cabo la iniciativa STEM en Secundaria de manera coordinada en todos los centros y que con estas directrices, las editoriales puedan crear materiales y recursos con el enfoque integrador que propone STEM, recursos educativos que puedan ser empleados por los profesores para aliviar la tarea de diseñar unidades didácticas desde cero.

Recordemos de nuevo la importancia del trabajo en equipo entre los docentes, algo que es tremendamente motivador y es lo que realmente hace posible que se pueda diseñar y, sobre todo, llevar a la práctica una unidad didáctica STEM gamificada con TIC. Sin embargo, en ocasiones, no todos los miembros del equipo trabajan con la misma intensidad e implicación. Por tanto, el compromiso que deben adquirir los miembros de un equipo para trabajar de manera coordinada es sumamente importante. No resulta fácil encontrar docentes que puedan o quieran implicarse en tareas colaborativas extra, ya que esto supone flexibilizar las programaciones didácticas que se aprueban al

principio del curso académico y hay departamentos que no son favorables a los cambios constantes en las programaciones. Por ello, el hecho de llevar a la práctica unidades didácticas STEM gamificadas con TIC debe estar programado de manera coordinada entre los departamentos implicados desde principio de curso, lo que no resulta una tarea fácil cuando se llega a un centro por primera vez y cuando el claustro se renueva cada año, siendo además escasas o inexistentes las reuniones o sesiones pedagógicas en las que los docentes del mismo ámbito comparten ideas o conocimientos o planifican de manera coordinada las unidades o proyectos integrados. Y de existir estas reuniones, en muchas ocasiones no suelen ser productivas, por lo que es necesaria una formación específica en sesiones docentes pedagógicas y en equipos de trabajo similares a las que ya se llevan a cabo en otros ámbitos como la medicina, que servirían además como actualizaciones formativas continuas para el propio profesorado.

Además de la formación necesaria por parte de los docentes, la necesidad de coordinación y otros aspectos organizativos, a la hora de diseñar y sobre todo de llevar a la práctica las propuestas didácticas de STEM gamificadas con TIC que aquí se presentan existe un elemento que resulta clave y de no desarrollarse con intensidad impediría la correcta implementación de estas unidades en la práctica, hablamos de la competencia digital docente que ha de ser desarrollada de manera continua (Gisbert, González y Esteve, 2016) para abordar con seguridad y confianza la integración de las TIC en las unidades STEM gamificadas y que, como decíamos, resulta un elemento estimulador del aprendizaje del alumnado. Con respecto a este punto hay que destacar también las carencias tecnológicas que se dan en algunos centros y que impiden a los docentes llevar a cabo propuestas didácticas con TIC de una manera eficaz. Es necesaria, por tanto, una mejora en los equipamientos informáticos de los centros que requiere, como resulta evidente, una inversión económica por parte de la Administración, que permita a los docentes desarrollar una docencia de calidad basada en las TIC.

Es innegable el papel del profesorado en la mejora de una práctica docente que repercuta positivamente en el rendimiento académico del alumnado y suponga un salto de calidad sustancial en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se ha de considerar, por tanto, esencial la formación docente, que ha de ser continua, de calidad y coherente tanto con el contexto sociocultural que hoy se refleja en las aulas como con la sociedad tecnificada en la que vivimos, tal como lo es la propuesta formativa que aquí se presenta basada en el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) dirigido a docentes del ámbito científico-tecnológico de Secundaria para convertirlos en “Docentes 3K” y que los habilita para ser capaces de diseñar experiencias gamificadas con TIC para STEM en forma de unidades didácticas integradas que potencien la motivación del alumnado. Acompañando al papel y responsabilidad del profesorado, qué duda cabe que también debería existir un compromiso por parte de las administraciones públicas que facilite la labor docente y que permita que los esfuerzos del profesorado por mejorar la calidad de la enseñanza se vean realmente reflejados en el rendimiento académico del

alumnado, por ejemplo, con la bajada de ratios en Secundaria, mejoras o actualizaciones de los equipamientos informáticos en los centros y modificaciones en la ley que clarifiquen la implantación de STEM para que pueda hacerse de manera coordinada en todos los centros así como para orientar a las editoriales en la creación de recursos didácticos con enfoque STEM.

Principios de diseño para experiencias formativas similares

Tras haber finalizado esta investigación que se centra en el diseño de una experiencia formativa para el profesorado de Secundaria del ámbito científico-tecnológico, resumimos aquí algunas consideraciones que han supuesto el éxito del producto desarrollado y que convendría tenerlas en cuenta como principios de diseño de nuevas experiencias de formación en contextos similares y para destinatarios semejantes.

- Tener en cuenta el perfil de los asistentes a la formación a la hora de planificar el número de sesiones formativas y su duración. Al ser docentes en activo que tras su jornada laboral hacen el esfuerzo de acudir a la formación, parece razonable planificar en torno a cinco sesiones de tres horas de duración cada una distribuidas a lo largo de cinco semanas, lo que equivale a quince horas de formación presencial. Esto ayudaría a evitar el abandono prematuro de la formación y garantizaría su finalización por parte de todos los asistentes inscritos.
- Completar la formación presencial con trabajo virtual a través de alguna plataforma disponible para propiciar la formación autónoma permitiendo la dedicación y profundización en los contenidos al nivel que cada participante desee, favoreciendo así la conciliación y el descanso al poder realizar las actividades propuestas en línea en el horario y lugar que cada participante considere más adecuado. Se estiman oportunas quince horas de formación no presencial que complementen el aprendizaje en las sesiones presenciales.
- Si se pretende formar a los asistentes en metodologías activas, en concreto en una metodología gamificada, resulta imprescindible para el éxito de la experiencia formativa llevar esa metodología a la práctica durante las sesiones formativas implementando, en este caso, una gamificación coherente con los objetivos que se desean alcanzar durante la formación y que permita a los asistentes experimentar en primera persona los efectos de la implementación de esa metodología en el aula.
- Arriesgarse con propuestas formativas novedosas que provoquen un efecto sorpresa en los asistentes que esperar asistir a una formación tradicional, alejándose en lo posible de la clase magistral y creando un vínculo de confianza y compañerismo entre el docente-ponente y los docentes asistentes.

- Ofrecer la experiencia formativa a grupos poco numerosos para facilitar la participación individual en las sesiones presenciales y hacer que todos los asistentes se sientan protagonistas aportando sus ideas y experiencias.
- Destinar la formación a profesionales de un perfil concreto (similar especialidad o nivel educativo en el que imparte clase) para así poder profundizar en los contenidos de manera más eficaz y rápida. Por ejemplo, en este caso, la formación estaba dirigida a profesores de Secundaria del ámbito científico-tecnológico.
- Contextualizar la formación a la legislación educativa vigente para facilitar la transferencia de los aprendizajes adquiridos durante la experiencia educativa a la práctica en el aula sin restricciones.
- Siguiendo el modelo pedagógico TPACK, incidir en los tres saberes (contenidos, pedagogía y tecnología) por igual, sin presuponer conocimientos específicos de ninguno de ellos por parte de los asistentes. Esto evitaría el fracaso de la formación por desconocimiento de alguno de los saberes lo que dificultaría articular una propuesta educativa que los interrelacione.
- Fomentar el trabajo en equipo entre los participantes de la formación para favorecer las relaciones entre los asistentes, permitir el intercambio de opiniones y crear compromiso de trabajo entre los compañeros y compañeras.
- Mostrar como ejemplo propuestas reales llevadas a la práctica resaltando tanto los puntos fuertes como los débiles, centrarnos siempre en contextos educativos realistas y no en centros ideales o alumnado alejado de la diversidad que existe en la Secundaria.

Líneas futuras de investigación

Fuera de los objetivos de esta investigación se plantean futuras líneas de trabajo que derivan de la misma y que consistirían por un lado en comprobar la transferibilidad de los conocimientos y habilidades adquiridos por los docentes asistentes al plan de formación a su práctica diaria en las clases generando unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. Por otro lado, sería interesante medir de manera formal la eficacia en el rendimiento del alumnado en cuanto a resultados académicos, motivación, interés, implicación en el aprendizaje, etc. cuando se llevan a cabo las experiencias gamificadas con TIC para STEM en las aulas de Secundaria por docentes que hayan recibido la formación previa que se establece en el plan de formación que aquí se presenta. Resultaría interesante y muy significativo comprobar estos datos referentes

tanto del profesorado como del alumnado, que quedan fuera del alcance de esta investigación.

Otra posible línea futura de trabajo que surge a raíz de esta investigación sería la difusión a través de plataformas educativas de los diseños de las unidades didácticas generadas durante las distintas ediciones del plan de formación, así como de los recursos didácticos necesarios para llevarlas eficazmente al aula. Esto facilitaría la labor de docentes que quieran incluir en sus programaciones unidades didácticas STEM gamificadas con TIC, al encontrarse con trabajo ya realizado que podrían adaptar o modificar para su contexto de grupo-clase. Este ha sido, por otro lado, uno de los requerimientos o peticiones de los participantes en la primera edición del plan de formación, ya que la escasez de recursos de este tipo hace que muchos docentes no se atrevan a dar el salto a programar experiencias gamificadas con TIC para STEM en sus clases, por el excesivo esfuerzo que les supone crear todos los recursos didácticos necesarios desde cero, trabajo que se minimizaría si ya se cuenta con material disponible.

7. Difusión

Los resultados obtenidos durante el proceso de investigación en esta tesis doctoral han sido difundidos a través de diferentes vías tal y como se indica a continuación:

Publicaciones

- Publicación 1

Revista de Educación a Distancia (RED), artículo publicado en 2017, RED. Revista de Educación a Distancia. Núm. 54. Artic. 8.

Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM

Fuentes-Hurtado, Mercedes y González-Martínez, Juan.

SCOPUS Índice H5=17 y Mediana H5=41

Incluida en Emerging Sources Citation Index (ESCI), de Web of Science™ (WoS), nº42 en Google Scholar Metrics (GSM).

DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/red/54/8>

http://www.um.es/ead/red/54/fuentes_gonzalez.pdf

- Publicación 2

Revista Academia y Virtualidad, publicado en 2019

What STEM Wins with Gamification

Fuentes-Hurtado, Mercedes y González-Martínez, Juan

Emerging Sources Citation Index, Doaj, Dialnet, Biblat, Redib, Scilit, Proquest, Latindex, Ebsco

<https://doi.org/10.18359/ravi.3694>

<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/ravi/article/view/3694>

- Publicación 3

Revista EDUTEC, artículo aceptado para su publicación en noviembre de 2019

Evaluación inicial del diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC

Fuentes-Hurtado, Mercedes y González-Martínez, Juan

ERIH PLUS

- Publicación 4

Revista RELIEVE, artículo enviado en septiembre de 2019

Análisis de las percepciones de docentes de Secundaria sobre la aplicación de propuestas gamificadas con TIC para STEM

Fuentes-Hurtado, Mercedes y González-Martínez, Juan

SCOPUS

- Publicación 5

Libro

González, J., y Fuentes, M. (2016). Fundamentos para el uso de estrategias de gamificación como elemento clave para favorecer el aprendizaje en el ámbito de STEM. En R. Roig-Vila (Ed.), EDUCación y TECnología. Propuestas desde la investigación y la innovación educativa (pp. 314-315). Barcelona: Octaedro.

- Publicación 6

Actas de Congreso

Fuentes-Hurtado, M., y González-Martínez J. (2017). Cómo organizar una formación en STEM gamificado en el contexto de la formación continua del profesorado de Secundaria. En Ruiz-Palmero, J., Sánchez-Rodríguez, J. y Sánchez-Rivas, E. (Edit.). Innovación docente y uso de las TIC en educación. Málaga: UMA Editorial.

- Publicación 7

Actas de Congreso

Fuentes-Hurtado, M., y González-Martínez J. (2019). Análisis comparativo de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. En Sánchez-Rivas, E., Ruiz-Palmero, J. y Sánchez-Vega, E. (Edit.). Innovación y tecnología en contextos educativos. Málaga: UMA Editorial.

Actos y congresos

- 7 CONGRESO INTERNACIONAL DE BUENAS PRÁCTICAS CON TIC, 2019. Análisis comparativo de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC.
- Seminario Interuniversitario de Investigación en Tecnología Educativa, SiITE 2018, Enriquecimiento de la formación de docentes STEM en experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK.
- 6 CONGRESO INTERNACIONAL DE BUENAS PRÁCTICAS CON TIC, 2017. Cómo organizar una formación en STEM gamificado en el contexto de la formación continua del profesorado de Secundaria.
- Seminario Interuniversitario de Investigación en Tecnología Educativa, SiITE, 2017, Plan de formación de profesorado de Secundaria de STEM en experiencias gamificadas.
- EDUTEC, 2016. Fundamentos para el uso de estrategias de gamificación como elemento clave para favorecer el aprendizaje en el ámbito de STEM.
- Curso de formación “Experiencias gamificadas para STEM” en CEP-Málaga
- Sesión de gamificación en el IES Santiago Ramón y Cajal de Fuengirola

8. Bibliografía

- Abellán, Y. y Herrada, R. I. (2016). Innovación educativa y metodologías activas en educación secundaria: la perspectiva de los docentes de lengua castellana y literatura. *Revista Fuentes*, 18, 1, 65-76. doi:10.12795/revistafuentes.2016.18.1.04
- Albir-Mañanes, M. (2014). La robótica aplicada a la asignatura de química de 1º de bachillerato. Extraído el 20 de julio de 2016, del sitio Web de UNIR La Rioja: <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2716>
- Astudillo, G. J., Bast, S. G. y Willging, P. A. (2016). Enfoque basado en gamificación para el aprendizaje de un lenguaje de programación. *Vitualidad, Educación Y Ciencia*, 12, 125–142. Extraído el 18 de diciembre de 2018, de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/14739/14741>

- Area, M. (2010). Multialfabetización y bibliotecas en la escuela del siglo XXI. *Boletín de La Asociación Andaluza de Bibliotecarios*, 98-99, 39–52. <http://doi.org/0213-6333>
- Barragán et ál. (2015). Una propuesta para la motivación del alumnado de ingeniería mediante técnicas de gamificación. XXXVI Jornadas de Automática, Bilbao, 2-4 de septiembre de 2015. (2–4).
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: Muralla.
- Bona, C. (2015). *La nueva educación*. Barcelona: Plaza&Janés.
- Bozu, Z. e Imbernon, F. (2016). La profesión docente en momentos de cambios. ¿Qué nos dicen los estudios internacionales. Profesorado. *Revista de Currículum Y Formación Del Profesorado*, 20, 3, 467–492. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/54607/33236>
- Brigham, T. J. (2015). An Introduction to Gamification: Adding Game Elements for Engagement. *Medical Reference Services Quarterly*, 34, 4, 471–480. doi: 10.1080/02763869.2015.1082385
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM education: a 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70, 1, 30–35
- Campos, J. A. (2012) (Coord.). *La formación del profesorado novel en la Universidad de Barcelona*. Barcelona: ICE-Octaedro.
- Cataldi, Z. y Dominighini, C. (2015) La generación millennial y la educación superior. Los retos de un nuevo paradigma. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 12, 19, 14-21.
- Castellana, M., Sánchez-Carbonell, X., Graner, C. y Beranuy, M. (2007). El adolescente ante las tecnologías de la información y la comunicación: Internet, móvil y videojuegos. *Papeles Del Psicólogo*, 38, 3, 196–204. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/778/77828306/>
- Colomer, J., Sáiz, J. y Bel, J. (2018). Competencia digital en futuros docentes de Ciencias Sociales en Educación Primaria: análisis desde el modelo TPACK. *Educatio Siglo XXI*, 36, 1. doi: <https://doi.org/10.6018/j/324191>
- Convert, B. y Gugenheim, F. (2005). Scientific Vocations in Crisis in France: Explanatory Social Developments and Mechanism. *European Journal Vocational Training*, 35, 12-20.

- Corrales, A.R. (2010). La programación a medio plazo dentro del tercer nivel de concreción: las unidades didácticas. *EmásF, Revista Digital de Educación Física*. Año 1, Núm. 2, enero-febrero 2010, 41-53.
- Cheong, C., Filippou, J. y Cheong, F. (2014). Towards the Gamification of Learning: Investigating Student Perceptions of Game Elements. *Journal of Information Systems Education*, 25, 3, 233-244. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/2f57/df59f089fb37eb206b3c65754b3ad9eb8193.pdf>
- Costa, A. L. (1984). *Mediating the Metacognitive*. New York: Educational Leadership.
- Darling-Hammond, L. y Bransford, J. (Eds.) (2005). *Preparing Teachers for a Changing World: What Teacher Should Learn and Be Able to Do*. New Jersey, Jossey Bass.
- Dávila, Borrachero y Airado, (2017). ¿Existen diferencias en las emociones experimentadas por los alumnos de educación secundaria según el curso? *INFAD Revista de Psicología*, 1, Monográfico 1. doi: 10.17060/ijodaep.2017.n1.v2.921
- De Benito, B. y Salinas, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, 0, 0, 44–59. doi:10.6018/riite2016/260631
- Duque, M., Celis, J., y Camacho, A. (2011). Cómo Lograr Alta Calidad En La Educación De Los Ingenieros: Una Visión Sistémica. *Revista Educación En Ingeniería*, 6, 12, 48–60. Recuperado de <http://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/122>
- Escudero, J. M. (2006). *La formación del profesorado y la garantía del derecho a una buena educación para todos*. En J. M. Escudero y A. Luis (Eds). *La formación del profesorado y la mejora de la educación (pp. 21-54)*. Barcelona, Octaedro.
- Eснаоla, G. A. (2009). Videojuegos “teaching tech”: pedagogos de la convergenica global. La docilización del pensamiento a través del macrodiscurso cultural y la convergenica tecnológica. *Revista Electrónica Teoría de La Educación*, 10, 1, 112–133.
- Esteve, J.M. (2003). *La tercera revolución educativa. La educación en la sociedad del conocimiento*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Esteve, J.M. (2001). El profesorado de secundaria: hacia un nuevo perfil profesional para enfrentar los problemas de la educación contemporánea. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Educación*, 3, 15-42
- Esteve, J. M., Franco, S. y Vera, J. (1995). *Los profesores ante el cambio social*. Barcelona, Arthropos.

- Fuentes-Hurtado y González-Martínez (2017a). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM. *Revista de Educación a Distancia*, 54, 8. doi: 10.6018/red/54/8. Recuperado de http://www.um.es/ead/red/54/fuentes_gonzalez.pdf
- Fuentes-Hurtado, M., y González-Martínez J. (2017b). Cómo organizar una formación en STEM gamificado en el contexto de la formación continua del profesorado de Secundaria. En Ruiz-Palmero, J., Sánchez-Rodríguez, J. y Sánchez-Rivas, E. (Edit.). *Innovación docente y uso de las TIC en educación*. Málaga: UMA Editorial.
- Fuentes-Hurtado, M., y González-Martínez, J. (2019a). What STEM Wins with Gamification. *Academia Y Virtualidad*, 12, 2. <https://doi.org/10.18359/ravi.3694>
- Fuentes-Hurtado, M. y González-Martínez, J. (2019b). Análisis de las percepciones de docentes de Secundaria sobre la aplicación de propuestas gamificadas con TIC para STEM. Artículo entregado para la publicación.
- Fuentes-Hurtado, M. y González-Martínez, J. (2019c). Evaluación inicial del diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. Artículo aceptado en noviembre de 2019 para la publicación en la *Revista EDUTEC*.
- Gallardo, E. (2012). Hablemos de estudiantes digitales y no de nativos digitales. *Revista de Ciències de l'Educació*, 7–21.
- García Velategui, A. (2015). Gestión de aula y gamificación. Utilización de elementos del juego para mejorar el clima en el aula. Extraído el 21 de noviembre de 2016 del sitio Web de la Universidad de Cantabria: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/7595/Garc%C3%ADaVelateguiAlejandro.pdf?sequence=1>
- Gimeno, J. (2002). El futuro de la educación desde su controvertido presente. *Revista de Educación*, nº extraordinario, 271-292.
- Gisbert, M., González, J. y Esteve, F. M. (2016). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, Junio, 74–83. doi: 10.6018/RIITE2016/257631
- Gómez Trigueros, I. M. (2015). El modelo TPACK en los estudios de grado para la formación inicial del profesorado en TIC. *Didáctica Geográfica*, 16, 185-201.
- González Sanmamed, M. (2009). Una nueva oportunidad para la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista de Educación*, (350), 57–78.

- González, J., y Fuentes, M. (2016). Fundamentos para el uso de estrategias de gamificación como elemento clave para favorecer el aprendizaje en el ámbito de STEM. En R. Roig-Vila (Ed.), *EDUcación y TECnología. Propuestas desde la investigación y la innovación educativa* (pp. 314-315). Barcelona, Octaedro.
- Gutiérrez, I. (2014). Perfil del profesor universitario español en torno a las competencias en tecnologías de la información y la comunicación. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*. 44, 51-65.
- Hamari, J. Koivisto, J. y Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, (3025–3034). doi: 10.1109/HICSS.2014.377
- Herranz, E. y Colomo-Palacios, R. (2012). La Gamificación como agente de cambio en la Ingeniería del Software. *Revista de Procesos y Métricas*, 9 (2), 30-56.
- INTEF (2017) Marco común de competencia digital docente. Recuperado de <http://educalab.es/documents/10180/12809/Marco+competencia+digital+docente+2017/afb07987-1ad6-4b2d-bdc8-58e9faeacea>
- Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: John Wiley & Sons.
- Lengeren, B. (2015). AL-KIMIA : aprender química a través de la gamificación de su historia. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/280920958>
- Levis, D. (2003). Videojuegos en red: Espacios simbólicos de juego y encuentro,1–14. Recuperado de https://www.academia.edu/2448999/Videojuegos_en_red_Espacios_simb%C3%B3licos_de_juego_y_encuentro
- Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). Boletín Oficial del Estado, nº 295, 2013, 10 diciembre.
- Lizbardo, B. (2015). Metodología de aprendizaje INGLOVE. En XV Encuentro Virtual Educa. Extraído el 10 de julio de 2016, de <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/4074>
- Lozano, A. (2003). Factores personales, familiares y académicos que afectan al fracaso escolar en la Educación Secundaria. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa Y Psicopedagógica*, 1, 43–66. <http://dx.doi.org/10.14204/ejrep>

- Machargo, J., Luján, I., León, M. E., López, P. y Martín, M. A. (2003). Videojuegos por los adolescentes. *Anuario de Filosofía, Psicología y Sociología*, 6, 159-172.
- Maquilón, J. J., y Hernández, F. (2011). Influencia de la motivación en el rendimiento académico de los estudiantes de formación profesional. *REIFOP*, 14(1), 81–100.
- Marbà, A. y Màrquez, C. (2010). ¿Qué Opinan Los Estudiantes De Las Clases De Ciencias? Un Estudio Transversal De Sexto De Primaria a Cuarto De ESO. *Enseñanza de Las Ciencias*, 8, 19–30.
- Marcelo, C. (2001). Aprender a enseñar para la Sociedad del Conocimiento. *Revista Complutense de Educación*, 12(2), 531–593. Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/viewFile/RCED0101220531A/16749Re>
- Marcelo, C. (2007). La formación docente en la sociedad del conocimiento y la información: avances y temas pendientes. *Comunicación y Pedagogía: nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 218, 52-62.
- Marín, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. En *Digital Education Review*, 27. Recuperado de: <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/13433/pdf>
- Marina, J.A. (2015). *Despertad al diplodocus*. Barcelona, Ariel.
- Martín del Pozo, M. (2013). Trabajar la Educación para la Salud en Educación Primaria con ayuda de videojuegos. En F. Ortega y L. Cardeñosa (Eds.). *III Congreso Internacional Comunicación 3.0. Las media enterprises y las industrias culturales, investigar la comunicación y los nuevos medios*, (291-304). Salamanca, 10-11 octubre. Recuperado de <http://comunicacion3punto0.files.wordpress.com/2013/06/comunicacion3punto0libroactas2012.pdf>
- Martín Martín, M. (2017). Aportaciones pedagógicas de las tic a los estilos de aprendizaje. *Tendencias Pedagógicas*, 30. Recuperado de <https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/8123>
- Martínez Ramón, J. P. (2015). Cómo se defiende el profesorado de secundaria del estrés: burnout y estrategias de afrontamiento. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 31, 1, 1-9. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2313/231337099001.pdf>
- Mirete, A.B., Soro, M. y Maquilón, J. J. (2015). El fracaso escolar y los enfoques de aprendizaje: medidas para la inclusión educativa. *REIFOP*, 18, 3, 183–196. doi: 10.6018/reifop.18.3.239021

- Mishra, P. y Koehler M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108, 6, 1017-1054.
- Molas, N. y Rosselló, M. (2010). Revolución en las aulas: Llegan los profesores del siglo XXI. La introducción de las TIC en las aulas y el nuevo rol docente. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 19, 1-9. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/64935>
- Montero, L. (2004). La formación del profesorado: de hoy y para mañana. En J. López, M. Sánchez y P. Murillo (Eds.), *Cambiar con la sociedad, cambiar la sociedad* (pp. 158-169). Sevilla, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Morales Socorro, C. (2011). El Aprendizaje basado en Proyectos en la Educación Matemática del siglo XXI Cuaderno de bitácora. In 15 Jornadas para el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas del 2011 (15 JAEM) (pp. 1–23). Gijón. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article9088>
- Moreno, P. J., Puentes, C., Ferrándiz, E., Flores, E., y Acosta, M. (2014). Trivianometrics, una competición académica por equipos en el aula de Econometría Financiera. *Proyectos de innovación y mejora docente*, 1–4. Extraído el 20 de julio de 2016 desde <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17406>
- Navarro et ál. (2018). Una experiencia para fomentar la presencia de la Mujer en Informática a través del 11 de Febrero: Aprendiendo igualdad en la ciencia. XXIV Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, Barcelona, 4-6 julio.
- Olmo, J. L. (2015). Zondle en la clase de matemáticas. *Sociedad de La Información*. Recuperado de <http://sociedadelainformacion.com/56/jose1.pdf>
- Ocaña, G. (2012). Robótica como Asignatura en Enseñanza Secundaria. Resultados de una Experiencia Educativa. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 5, 10, 56-64. Extraído el 28 de febrero de 2016, de http://www.cepcuevasolula.es/espiral/articulos/ESPIRAL_VOL_5_N_10_ART_5.pdf
- Parga, M. (2004). La metacognición como requisito para la realización de proyectos de investigación en diseño. Primer encuentro de investigación en diseño. Universidad Icesi. Recuperado de https://www.icesi.edu.co/disenohoy/memorias/Parga_pon.pdf
- Peña, M. J. y Madrid, M. J. (2015). Propuestas de Innovación para la enseñanza de los números primos. *Revista de Educación Matemática*, 32, 1, 67–74.

- Pérez-Manzano, A. y Almela-Baeza, J. (2018). Gamificación transmedia para la divulgación científica y el fomento de vocaciones procientíficas en adolescentes. *Comunicar*, XXVI, 55, 93-103.
- Piaget, J. (1967). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Crítica, 2001
- Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. En Plomp, T., & Nieveen, N. (eds.). *Educational Design Research*. Enschede, SLO.
- Posada, F. (2013, septiembre, 9). Gamificación educativa. Canaltic.com. Uso educativo de las TIC. Recuperado de <http://canaltic.com/blog/?p=1733#aplica>
- Prieto, A. B., Chrobak, R. y Plaza, M. J. (2012). Integración de TICs, investigación y herramientas metacognitivas en la educación de ciencias y ambiental. Estudio de caso: Cambio climático y eventos extremos en Patagonia Norte. En: A. J. Cañas, J. D. Novak, J. Vanhear, Eds. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping. v.3, p.114-117. Recuperado de <http://cmc.ihmc.us/cmc2012papers/cmc2012-p145.pdf>
- Prensky, M. (2005). Adopt and Adapt. *EduTopia*, 42-45. Recuperado de https://www.marcprensky.com/writing/Prensky-Adopt_and_Adapt-EduTopia-01.doc
- Reeves, T. C., Herrington, J. y Oliver, R. (2005). Design Research: A Socially Responsible Approach to Instructional Technology Research in Higher Education. *Journal of Computing in Higher Education*, 16, 2, 96-115. doi:10.1007/s11412-009-9063-y
- Revuelta, M. et al (2015). Jugando con robots en el aula : iniciativa para incentivar el ingreso de alumnos de la escuela secundaria a carreras de Ingeniería. En X Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología Jugando (pp. 3-8). Corrientes. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/48341>
- Rodríguez, F., y Santiago, R. (2015). *Gamificación. Cómo motivar a tu alumnado y mejorar el clima en el aula*. Barcelona: Grupo Océano.
- Rubio, M. J. y Varas, J. (1997). *El análisis de la realidad, en la intervención social. Métodos y técnicas de investigación*. Madrid: Editorial CCS.
- Sánchez-Aparicio, J.C. (2014). Videojuegos y gamificación para motivar en educación. *Andalucíaeduca*, 120, 6-8. Recuperado de http://www.andaluciaeduca.com/hemeroteca/ae_digital120.pdf
- Salinas, J., De Benito, B. y Lizana, A. (2014). Competencias docentes para los nuevos escenarios de aprendizaje. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 79, 145-163.

- Saorin, J. L., De la Torre, J., Melian, D., Meier, C. y Rivero, D. (2015). Blokify: Juego de modelado e impresión 3D en tableta digital para el aprendizaje de vistas normalizadas y perspectiva. *Digital Education Review*, 27, 105–121. Extraído el 21 de noviembre de 2016, de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/11651>
- Stohlmann, M., Moore, T. y Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. doi: <http://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Tarabini, A., Curran, M., Montes, A. y Parcerisa, L. (2015). El Rol de los Centros Educativos en la prevención del Abandono Escolar. Una aproximación desde la perspectiva micropolítica. *Educação, Sociedade & Culturas*, 45, 121–142
- Taylor, S. J. y Bogdan, R. (2000). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.
- Vázquez-Cano, E. y Ferrer, D. (2015). La creación de videojuegos con Scratch en educación secundaria. *Communication Papers. Media Literacy & Gender Studies*, 4 (6), 63–73. Extraído el 23 de marzo de 2017, de <http://plataformarevistascomunicacion.org/2015/09/la-creacion-de-videojuegos-con-scratch-en-educacion-secundaria/>
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2009). Patrones actitudinales de la vocación científica y tecnológica en chicas y chicos de secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50, 4, 1. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3055514>
- Vega, J., y Cañas, J. M. (2014). Curso de Robótica en Educación Secundaria usando Constructivismo Pedagógico. En Jornadas de Innovación y TIC Educativas - JITICE'14 Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid. Extraído el 20 de julio de 2016, de <https://gsyc.urjc.es/jmplaza/papers/jitice2014.pdf>
- Vega-Moreno, D., Cufí, X., Rueda, M.J. y Llinás, D. (2016). Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, 162-175.
- Von Garnier, C. (2010). *La metamorfosis necesaria en la escuela*. Sevilla: Ituci siglo XXI.
- Vygotsky, L. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós Ibérica, 2010.
- Werbach, K. y Hunter, D. (2012). *For the Win*. Philadelphia: Wharton Digital Press.

ANEXO 1: Fundamentos para el uso de estrategias de gamificación como elemento clave para favorecer el aprendizaje en el ámbito de STEM

González, J., y Fuentes, M. (2016). Fundamentos para el uso de estrategias de gamificación como elemento clave para favorecer el aprendizaje en el ámbito de STEM. En R. Roig-Vila (Ed.), *EDUcación y TECnología. Propuestas desde la investigación y la innovación educativa* (pp. 314-315). Barcelona: Octaedro.

RESUMEN

La enseñanza integrada de las disciplinas STEM se presenta como solución a la fragmentación actual de contenidos curriculares en las materias que componen este ámbito y que se corresponden con las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en el sistema educativo español. Sin embargo, esto no resulta suficiente para vencer el desinterés que muestra el alumnado de Educación Secundaria por esta rama del conocimiento originado principalmente por las dificultades que encuentran los estudiantes para asimilar los conceptos abstractos intrínsecos a estas materias y la poca conexión de dichas nociones con su vida cotidiana. Es ahí donde la gamificación surge como recurso educativo con el que se recupera el interés de los estudiantes por medio de la mecánica de juegos, favoreciendo el aprendizaje y promoviendo, además, las vocaciones científicas y tecnológicas. El potencial de la gamificación radica en que las experiencias vivenciales a las que los estudiantes son expuestos para la adquisición de los contenidos conectan directamente con sus emociones beneficiando el esfuerzo, la motivación y la creatividad, lo que permite el desarrollo de sus capacidades y otras valiosas competencias transversales. En esta comunicación, se fundamenta la necesidad de implementar estrategias didácticas gamificadas para el ámbito STEM a partir de las conclusiones que se derivan de propuestas didácticas llevadas a la práctica y que se ajustan a esta línea de investigación.

PALABRAS CLAVE: Educación Secundaria, gamificación, motivación, STEM.

RESUMEN AMPLIADO

Desde el año 2011, las disciplinas STEM (acrónimo en inglés de las cuatro materias de este ámbito: Science, Technology, Engineering, Maths) han sido consideradas fundamentales en las sociedades tecnológicamente desarrolladas y reconocidas en las políticas educativas europeas, donde ha crecido el interés por la formación no solo de futuros ingenieros sino también de ciudadanos alfabetizados tecnológicamente para afrontar los retos del s. XXI (Duque, Celis y Camaño, 2011).

Dentro del campo de la tecnología aplicada a la educación, y como respuesta a las necesidades que se plantean para el ámbito STEM en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) del sistema educativo español, la gamificación surge como elemento clave para ser introducido en la metodología del profesorado que imparte contenidos de este ámbito, hasta ahora fragmentados, en esta rama del conocimiento (Von Garnier, 2012). Y, además, puede suponer un revulsivo para recuperar el interés de un alumnado que encuentra dificultades para asimilar los conceptos abstractos de dichas materias y su conexión con la realidad.

En esta comunicación, se fundamenta la importancia de implementar una metodología gamificada para el ámbito STEM en la ESO por medio de un análisis de diversas propuestas didácticas gamificadas llevadas a la práctica. Como tal proceso de fundamentación, se corresponde con la fase inicial de un estudio más amplio que sigue la metodología de Investigación Basada en Diseño (DBR, por sus siglas en inglés). En esta primera fase de tipo analítico, se aplica una metodología cualitativa, que sirve para identificar y sintetizar los problemas a los que posteriormente se dará solución en la etapa final de la investigación.

Como resultado del análisis de estas experiencias didácticas, aparecen los beneficios de la aplicación de metodologías gamificadas para STEM, con las que la introducción de juegos y sus elementos característicos mejora significativamente el aprendizaje integrado de las materias del ámbito (Melchor, 2012). La inclusión de logros, recompensas y la competición en actividades y proyectos hacen que el alumnado de la ESO se sienta motivado con su aprendizaje y mejore los resultados de evaluación. Ante la fascinación del alumnado por dispositivos electrónicos con los que juega, se divierte y se comunica, ha surgido una importante línea específica de la gamificación que apuesta por la introducción de videojuegos en educación (Marín, 2015) y que, junto con la Robótica (Ocaña, 2012), ofrece una experiencia vivencial que permite al alumnado comprender mejor los contenidos curriculares y su conexión con el mundo real.

Se puede concluir, por tanto, que introducir la gamificación en el ámbito de STEM reporta numerosos beneficios relacionados con el desarrollo de competencias transversales, con la estimulación y con la motivación del alumnado; y todo ello, al final,

le permite asimilar los conceptos abstractos y comprender su relación con la vida mediante la experiencia vivencial que proporcionan los videojuegos y la Robótica.

Referencias bibliográficas

- Duque, M., Celis, J., y Camacho Díaz, A. (2011). Cómo Lograr Alta Calidad En La Educación De Los Ingenieros: Una Visión Sistémica. *Revista Educación En Ingeniería*, 6(12), 48–60. Recuperado de:
<http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/122>
- Marín, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. En *Digital Education Review*, 27. Recuperado de:
<http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/13433/pdf>
- Melchor, E. (2012). Gamificacion y elearning: un ejemplo con el juego pasapalabra. *Learning for Open Innovation En EFQUEL Innovation Forum 2012, Granada, España*. Recuperado de:
http://eif.efquel.org/files/2012/09/ES_ES_EMelchor1.doc
- Ocaña, G. (2012). Robótica como Asignatura en Enseñanza Secundaria. Resultados de una Experiencia Educativa. 5, 56–64. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*. ISSN 1988-7701
2012, vol. 5, nº 10, pp. 56-64. Recuperado de:
http://www.cepcuevasolula.es/espinal/articulos/ESPIRAL_VOL_5_N_10_ART_5.pdf.
- Von Garnier, C. (2010). *La metamorfosis necesaria en la escuela*. Sevilla, Ituci siglo XXI.

ANEXO 2: Qué gana STEM con la gamificación.

Fuentes-Hurtado, M., y González-Martínez, J. (2019a). What STEM Wins with Gamification. *Academia Y Virtualidad*, 12(2). <https://doi.org/10.18359/ravi.3694>

What STEM Wins with Gamification.

Mercedes Fuentes Hurtado

Universitat Rovira i Virgili. Facultat de Ciències de la Educació i Psicologia.

Tarragona.

Correo-e.: mfuenteshurtado@gmail.com

Juan González Martínez

Universitat de Girona. Facultat d'Educació i Psicologia. Departament de Pedagogia

Plaça de Sant Domènec, 9. 17004 Girona.

Despatx 240

Correo-e.: juan.gonzalez@udg.edu

Tel.: (+34) 972 41 87 45 | Ext.: 8745

RESUMEN

En el ámbito STEM (*Science, Technology, Engineering, Maths*), cuyo objetivo es formar de modo integrado a ciudadanos capaces de enfrentarse a los retos del s. XXI, la gamificación educativa es un recurso cada vez más frecuente en todos los niveles educativos y supone un elemento clave para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por medio de un análisis de la literatura, se justifica cómo la gamificación aporta beneficios al estudio de las materias de STEM en Educación Secundaria y se confirma su potencialidad en el aprendizaje significativo, el aumento de la motivación y en el desarrollo de las competencias transversales.

Palabras clave: aprendizaje, competencias transversales, gamificación, motivación.

ABSTRACT

In the STEM (*Science, Technology, Engineering, Maths*) approach, whose objective is to train, in an integrated way, citizens who can face the XXI century challenges, gamification is an increasingly frequent resource in all educational levels and it is a key element to improve the teaching-learning process. Through an analysis of the literature, this paper justifies how gamification brings benefits to learn subjects in Secondary Education and confirms its potentiality in meaningful learning, the increase of motivation and the development of transversal competences.

Key words: learning, motivation, gamification, transversal competences.

1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, en los centros de Educación Secundaria, las asignaturas se imparten de manera compartimentada y se organizan, incluso las del mismo ámbito, de forma aislada siguiendo los currículos establecidos (Von Garnier, 2010). En ese sentido, y a pesar de la distancia temporal, sigue siendo vigente la visión de Ferguson (1980, p. 324), cuando dice que “la escuela fracciona el conocimiento y la experiencia en asignaturas, reduciendo incesantemente los todos a las partes, las flores a los pétalos, la historia a sucesos, sin preocuparse nunca por restablecer la continuidad”, lo cual es una de las consecuencias de ese abordaje atomizado de las materias, sin relación entre sí en su despliegue curricular. Esto ocurre especialmente en las materias del ámbito científico y tecnológico (en adelante CyT), que en la etapa de la Secundaria se corresponden principalmente con Matemáticas, Física y Química, Biología y Geología y Tecnología, cuyos contenidos están relacionados de forma inherente, pero se organizan de manera independiente. Así, los estudiantes llegan a considerar que los contenidos de estas asignaturas no están conectados entre sí y mucho menos con su entorno más cercano; es decir, que los aprendizajes que adquiere el alumnado son también inconexos, desagregados y en muchos casos descontextualizados de la realidad más inmediata. Y esto, según Vázquez y Manassero (2009), acarrea como consecuencia que un alto porcentaje de estudiantes desarrolle actitudes negativas, como el aburrimiento, el desinterés o incluso el rechazo, en relación con estas asignaturas.

En efecto, Marbà y Márquez (2010) evidencian que el interés del alumnado por las asignaturas CyT va disminuyendo a lo largo de los años de escolarización desde Primaria hasta el final de la Secundaria, en opinión de los estudiantes, por su dificultad y la poca relación con su entorno, lo que viene a verificar la afirmación de Von Garnier (2010) de que el alumnado ve poco sentido a los contenidos de esta etapa educativa; y ello, inevitablemente, repercute negativamente en su propia actitud ante el aprendizaje, en la calidad de esos aprendizajes y, en definitiva, a medio y largo plazo, el futuro de nuestra sociedad. Además de las consecuencias más directas (como el poco rendimiento del aprendizaje o la escasa conexión de las competencias adquiridas entre sí), esto también se traduce en un bajo impacto en términos de vocaciones científicas, pues los alumnos sienten un desapego hacia los estudios del ámbito CyT que les retrae de considerar las carreras técnicas como una opción para sus estudios superiores; esto es, la llamada crisis de las vocaciones científicas (Convert y Gugenheim, 2005).

En este contexto, el movimiento STEM (Duque, Celis y Camacho, 2011) promueve la enseñanza integrada de contenidos CyT y requiere implementar metodologías que permitan motivar al alumnado por medio de un aprendizaje significativo que le permita desarrollar actitudes positivas hacia la CyT y que esto tenga reflejo en una mejora de los

aprendizajes, de los resultados académicos y en un aumento de las vocaciones científico-tecnológicas. Buscando esa motivación del alumnado, muchos docentes apuestan por recuperar el juego y aprovechar sus beneficios en el ámbito educativo de modo similar a como se está realizando con éxito en otros entornos no lúdicos tales como el económico o el empresarial (Cortizo Pérez et al., 2011; Ovallos, Villalobos, De la Hoz y Maldonado, 2016). En ese sentido, Herranz y Colomo-Palacios (2012) y Werbach (2012) recuerdan que los juegos provocan casi cualquier tipo de emoción imaginable, reforzando la curiosidad, la competitividad o la felicidad. Y, por ello, se puede pensar que una metodología gamificada, es decir, aquella que emplea elementos y el pensamiento de juego en contextos de no juego (Foncubierto y Rodríguez, 2006), contextualizada en el ámbito STEM proporcionará las herramientas necesarias para ofrecer al alumnado una enseñanza global, significativa, que conecte con sus emociones y, por tanto, adecuada para conseguir los objetivos educativos del profesorado.

2. MARCO TEÓRICO

El desapego por el conocimiento que sienten los estudiantes de Secundaria se debe, según Von Garnier (2010, p. 109), al error que se sigue cometiendo “educando a los jóvenes como se hacía en la era industrial y no en la época de la información y los conocimientos”. Los jóvenes de hoy, protagonistas de la revolución digital (González y López, 2011) requieren que los procesos educativos sean abordados desde una perspectiva renovada (Melchor, 2012). Así, la transdisciplinariedad y el enfoque por proyectos sirven al alumnado de hoy a entender el mundo en el que viven y aplicar sus conocimientos y habilidades en distintos contextos (Von Garnier, 2010, Trujillo, 2012).

2.1. LA EDUCACIÓN INTEGRADA STEM

No ha sido hasta el año 2011 cuando se ha acuñado el acrónimo STEM (Duque, Celis y Camacho, 2011) para hacer referencia a las asignaturas de Ciencias, Tecnología, Matemáticas e Ingeniería, considerándolas fundamentales en las sociedades tecnológicamente avanzadas y reconocidas en las políticas educativas de los países desarrollados, donde existe una preocupación por la disminución de estudiantes que cursan estudios universitarios de ciencias e ingenierías y donde también ha crecido el interés por la formación no solo de futuros ingenieros sino también de ciudadanos, que deben alfabetizarse tecnológicamente para afrontar los retos del siglo XXI (Duque, Celis y Camacho, 2011).

La iniciativa STEM pretende aprovechar las similitudes de las asignaturas CyT para desarrollar enfoques transdisciplinares que incorporen contextos y situaciones de la vida cotidiana y que utilicen, además, las herramientas tecnológicas necesarias, en línea con los objetivos educativos marcados por la Unión Europea para el año 2020. Así, tal y como afirman Stohlmann, Moore y Roehrig (2012), la educación integrada STEM es una manera de hacer el aprendizaje más conectado, relevante y significativo para los estudiantes,

haciendo un esfuerzo por combinar las materias del ámbito con un abordaje único, no disgregado, basado en las conexiones entre dichas materias y los problemas de la vida real, lo cual por ende propiciará también actitudes positivas de curiosidad e interés que lleven al alumnado a apreciar las ciencias y la tecnología (Vázquez y Manassero, 2009). Con ello, y en segunda instancia, se espera aumentar el número de graduados en titulaciones CyT además de reducir el desequilibrio entre hombres y mujeres (Consejo de Europa, 2003), mejorar la crisis de las vocaciones científicas desde edades tempranas y la cualificación científico-tecnológica de la ciudadanía (Quingly, Herro y Jamil, 2014).

La evolución del concepto STEM ha derivado en la actualidad en STEAM, donde la “A” hace referencia a la inclusión del arte y las humanidades en el aprendizaje transdisciplinar (Quigley, Herro y Jamil, 2014), del que empiezan a proliferar referencias en la bibliografía asociada.

2.2. DEL JUEGO A LA GAMIFICACIÓN EDUCATIVA

El concepto gamificación, procedente de la palabra inglesa *gamification*, y aunque como se ha dicho anteriormente se ha aplicado con éxito en otros campos (Cortizo Pérez et al., 2011), es relativamente nuevo en educación y no fue hasta el año 2008 cuando comenzó a proliferar en los medios digitales. Según Melchor (2012), a partir de 2010 fue cuando se adoptaron tanto el término como el concepto de forma generalizada, si bien es indudable que anteriormente se había abordado con cierta profusión el juego con finalidades educativas y uso tecnológico, que están en la base del discurso actual sobre gamificación (Luis-Pascual, 2015).

Partiendo de la idea de jugar, Carpena, Cataldi y Muñiz (2012, p.633-634) recuerdan que “el primer modo eficaz de asir la realidad es a través del juego. Jugando aprendemos a comer, a caminar, a hablar, a expresarnos artísticamente, a generar lazos sociales, a reconocer y asimilar nuestro entorno”. Por su parte, Da Silva (2014), citando a Kischimoto (1993), comenta que el juego ha formado parte de la educación demostrando su eficacia en todos los períodos históricos, y ha ido evolucionando hasta hoy con el desarrollo de los llamados *serious games* (Deterding, 2012). Zichermann y Cunningham (2011), Kapp (2012) y Díaz y Troyano (2013), entre otros, que van más allá proponiendo una definición de gamificación que consiste en llevar al contexto educativo técnicas y mecánicas de juegos que atraen y estimulan a la persona que participa en la experiencia con el fin de promover el aprendizaje incitando a la acción para resolver problemas. Es ahí cuando hablamos, por ejemplo, de elementos propios de los juegos como los puntos, los niveles o las clasificaciones, que proporcionan placer, diversión y motivación a los aprendientes.

Todo ello genera efectos positivos en el aprendizaje del alumnado. Así, por ejemplo, Hamari, Koivisto y Sarsa (2014) evidencian que incluir la mecánica de juegos en educación mejora el disfrute y la satisfacción del alumnado por la actividad educativa, y también la

voluntad por participar de forma activa, con una mayor implicación y control del tiempo. Debe tenerse en cuenta, como recuerdan Posada (2013) y Martín Martín (2017), la importancia de llegar a un equilibrio entre lo lúdico y lo formativo para que los aspectos más positivos de la gamificación en el aula (motivación, alfabetización tecnológica, mentalidad multitarea, trabajo en equipo e instrucción personalizada) repercutan en los aprendizajes. Por su parte, Melchor (2012) afirma que la introducción de los elementos propios de la gamificación no tiene por qué llevarse a cabo solo a través de juegos concretos, sino que existen otras muchas maneras diferentes de gamificar el aula mediante ejercicios, trabajos o proyectos donde se introduzcan determinados elementos propios de los juegos como son los logros, las recompensas, la competición, las clasificaciones o el continuo *feedback*, que, por otro lado, también están presentes en los videojuegos actuales (Sánchez-Aparicio, 2014), y que son una de las formas habituales de entretenimiento juvenil (Martín del Pozo, 2013).

Los resultados de todas estas experiencias, frecuentes en el ámbito STEM, llevan a Pérez-Manzano y Almela-Baeza (2018) a señalar que la gamificación es posiblemente la herramienta metodológica más relevante para potenciar la motivación del alumnado cuando se busca la mejora de los aprendizajes y de los resultados académicos.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Partiendo de la hipótesis de que la enseñanza de STEM en Secundaria se ve beneficiada con la introducción de la gamificación como herramienta metodológica, en este artículo nos proponemos como objetivo, precisamente, justificar a partir de la revisión de la literatura en la que se documentan experiencias docentes, por qué resulta beneficioso integrar la gamificación en el ámbito STEM cuando se busca la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje.

4. MÉTODOLOGÍA

Para alcanzar el objetivo marcado, se ha realizado un estudio cualitativo basado en el uso de la técnica del análisis documental, que se centra en recopilar, estudiar y analizar diferentes propuestas didácticas que emplean la gamificación en STEM y cuáles han sido los resultados obtenidos. Este análisis documental se basa en el rastreo e inventario de los documentos disponibles, su posterior clasificación seleccionando los más pertinentes para la investigación, a los que finalmente se les ha aplicado una lectura profunda, cruzada y comparada para construir una síntesis, siguiendo así los pasos descritos por Bisquerra (2009). Se explica a continuación de forma pormenorizada las fases del estudio documental realizado.

4.1. RASTREO E INVENTARIO DE LOS DOCUMENTOS DISPONIBLES

La presente reflexión sobre STEM y gamificación ha sido armada partiendo de una selección de textos de la literatura del ámbito obtenidos mediante la búsqueda selectiva

de documentos que relacionan ambas temáticas a partir de palabras clave en los repositorios accesibles (WoK, iCercador, Google Scholar, ERIC, Scopus). Hasta donde conocemos, ambas disciplinas –STEM y gamificación aplicada al contexto educativo– por innovadoras, no cuentan con un acervo abundante de referencias bibliográficas anteriores a los años 2011 y 2008 respectivamente, por lo que todas las publicaciones relativas a estos dos conceptos son novedosas y de gran actualidad.

4.2. CLASIFICACIÓN, SELECCIÓN Y SÍNTESIS DE LOS DOCUMENTOS CONSULTADOS

Una vez fueron recopilados, los documentos consultados se han clasificado según su temática tal y como se presenta en la tabla 1. Así, se han establecido tres grandes grupos: documentos relativos a las enseñanzas integradas en el ámbito STEM, documentos relacionados con la gamificación educativa y documentos que muestran experiencias docentes gamificadas para STEM en diferentes escenarios educativos.

Tabla 1. Número de documentos consultados por temática.

Temática	N.º de documentos consultados
Ámbito STEM y enseñanzas integradas	9
Gamificación en educación	28
Gamificación educativa en STEM	29

Es este último grupo el que resulta de mayor interés ya que se centra en los dos ejes de esta investigación: STEM y gamificación, y son, por tanto, los documentos que han sido estudiados prioritariamente para justificar los beneficios de la introducción de la gamificación en el ámbito STEM.

Ha resultado interesante poner el foco también en niveles educativos distintos a la Secundaria donde se aprecia una mayor difusión académica del empleo relevante de metodologías gamificadas en STEM, que a veces es escasa en Secundaria.

5. RESULTADOS

5.1. GAMIFICACIÓN EN STEM

Introducir la gamificación en STEM tiene, como decíamos, el objetivo de potenciar en el alumnado la motivación por adquirir los conocimientos de este ámbito. Así, incorporar elementos del juego a la dinámica de clase propicia que el alumnado se involucre en su propio aprendizaje y traslade al ámbito educativo el interés que siente al jugar (Werbach y Hunter, 2012).

Estos elementos, que son característicos de los juegos, se pueden dividir en tres categorías que de nivel más abstracto a más concreto son: dinámicas, mecánicas y componentes (Cheong, Filippou y Cheong, 2014). Mientras que las dinámicas (tales

como narrativas, progresiones, emociones, etc.) han de ser consideradas pero no implementadas directamente en los juegos, las otras dos categorías sí han de serlo, por ello se presentan en la tabla 2 ejemplos de elementos del juego pertenecientes a estas dos categorías siguiendo los propuestos por Cheong, Filippou y Cheong (2014) que a su vez se basan en las establecidas por Werbach y Hunter (2012).

Tabla 2. Ejemplos de elementos del juego según categorías.

Categoría	Ejemplos de elementos del juego
Mecánicas	Retos, desafíos, competición, cooperación, <i>feedback</i> , recompensas, premios.
Componentes	Avatares, logros, niveles, puntos, equipos, insignias, medallas.

Específicamente en el ámbito STEM, Ortiz-Colón, Jordán y Agredal (2018) revisan un amplio abanico de experiencias de gamificación educativa entre 2011 y 2016, y muestran que la introducción en educación de elementos del juego, como los indicados en la Tabla 2, influye en la mejora de los aprendizajes, los resultados de las pruebas o exámenes, favorece la motivación y el rendimiento del alumnado. Además, fomenta el buen ambiente en clase y ayuda al alumnado a entender el mundo que le rodea al mismo tiempo que desarrolla habilidades como: concentración, concienciación social (Uribe, Utrilla y Santamaría, 2017), autoestima, autoconfianza, habilidades sociales y competencias personales (Calderón, Petri, Ruiz y Gresse, 2018).

Como resumen de los documentos consultados, y con una estructura inspirada en la propuesta por Area y González (2015), adaptada de Nah, Zeng, Telaprolu, Ayyappa y Eschenbrenner (2014), la tabla 3 presenta experiencias educativas llevadas a cabo en Secundaria en las que la gamificación es protagonista y que ejemplifican el potencial de esta herramienta metodológica en el ámbito educativo de STEM para la consecución de los objetivos docentes. En cada experiencia presentada se especifican cuáles son los elementos del juego empleados, los beneficios (documentados por los autores) que estos han aportado al proceso de enseñanza-aprendizaje y la tecnología (aplicación o dispositivo) con que se implementan dichos elementos.

Tabla 3. Resumen de las experiencias docentes gamificadas de Secundaria analizadas.

Experiencias documentada	Beneficios en la enseñanza- aprendizaje	Elementos del juego	Tecnología con que se implementa
Murua (2013)	- Mejora de la gestión del aula - Aumento de la motivación	- Ranking de puntos - Medallas - Insignias	Red social <i>Class Dojo</i>
Manzanares (2014)	-Mejora de la gestión del aula	- Insignias	Red social <i>ClassBadgets</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la motivación - Atención a los diferentes ritmos de aprendizaje 		
García Velategui (2015)	-Mejora de la gestión del aula	<ul style="list-style-type: none"> - Insignias - Ranking de puntos - Medallas 	Redes sociales <i>ClassBadgets</i> y <i>Class Dojo</i>
Vega y Cañas (2014)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la motivación - Mejora en la resolución de problemas reales 	<ul style="list-style-type: none"> - Competición - Retos y desafíos 	Robótica con <i>Lego Mindstorm</i>
Ocaña, Romero, Gil y Codina (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la motivación - Mejora en los resultados académicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Competición - Retos y desafíos 	Robótica con <i>Lego Mindstorm</i>
Albir-Mañanes (2014)	- Desarrollo de la creatividad	- Retos y desafíos	Robótica con <i>Arduino</i>
Lizbardo (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la motivación - Mejora en los resultados académicos 	- Retos y desafíos	Robótica con <i>Arduino</i>
Vega-Moreno Cufí, Rueda y Llinás (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la motivación - Desarrollo de la creatividad - Favorecimiento de la transdisciplinaridad - Reducción del absentismo escolar 	- Retos y desafíos	Robótica con <i>Arduino</i>
Tauler (2016)	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora de la gestión del aula - Aumento de la motivación - Mejora de los resultados académicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Obtención de premios - Ranking de puntos 	Juego de rol educativo <i>ClassCraft</i>
Torres (2016)	- Mejora de la gestión del aula	- Obtención de premios	Juego de rol educativo <i>ClassCraft</i>

	- Aumento de la motivación	- Ranking de puntos	
Gómez, Osorio y Tapiero (2015)	- Mejora del trabajo colaborativo	- Obtención de premios - Ranking de puntos	Juego de rol educativo <i>ClassCraft</i>
Nieto, Heredia y Cannon (2014)	-Desarrollo de la competencia matemática	-Obtención de premios -Ranking de puntos -Feedback	Videojuego para consola <i>Xbox-Kinect</i>
Quintanal (2016)	-Aumento de la motivación - Mejora de los resultados académicos	-Ranking de puntos -Obtención de premios	Pizarra digital <i>Microsoft Office Scratch</i>
Saorin, De la Torre, Melian, Meier y Rivero (2015)	- Aumento de la motivación - Desarrollo habilidades espaciales -Desarrollo de la competencia matemática	-Competición -Niveles	Videojuego para tabletas <i>Blockify</i> Impresión 3D

Además de los beneficios que aporta la gamificación a la enseñanza de las materias STEM en Secundaria, donde se encuentra un alumnado frecuentemente desmotivado (Marbà y Márquez, 2010), nos resulta de especial interés mostrar experiencias docentes que hacen uso de la gamificación y que forman parte del acervo literario en el contexto de la educación superior, sobre todo en áreas ligadas a la tecnología como la Ingeniería-Arquitectura (Lozada y Betancur, 2016), lo que corrobora que el binomio STEM-gamificación resulta exitoso en diferentes etapas educativas. De igual manera a como se ha hecho con las experiencias en Secundaria, presentamos en la tabla 3 las experiencias contextualizadas en el ámbito universitario.

Tabla 4. Resumen de las experiencias docentes analizadas en el ámbito universitario.

Experiencias documentadas	Beneficios en la enseñanza- aprendizaje	Elementos de gamificación	Tecnología con que se implementa
Carpena et al. (2012)	-Estimula el aprendizaje vivencial	- Competición - Ranking de puntos	Videojuegos para la consola WII

	-Mejora de resultados académico		
Cantador (2015)	-Estimulación de la participación -Aumento de la motivación -Fomento del trabajo en equipo -Mejora de las relaciones interpersonales -Mejora de la comunicación oral efectiva	- Competición - Niveles - Retos y desafíos - Ranking de puntos	Google Form MATLAB
Astudillo, Bast y Willging (2016)	-Mejora de resultados académicos -Aumento de la motivación	- Niveles	<i>Serious games con Lighthbot, Code.org y Scratch</i>
Gértrudix y Gértrudix (2013)	-Ayuda a la transmisión de valores -Estimula el aprendizaje vivencial -Desarrollo de la creatividad	-Retos y desafíos -Competición	Videojuegos inmersivos <i>Minecraft</i> y <i>Sim Social</i>
Uribe, Utrilla y Santamaría (2017)	-Ayuda a la asimilación de contenidos (sustentabilidad)	-Competición	<i>Serious games</i> (juego de mesa con trasfondo académico)
Borrego, Fernández, Robles y Blanes (2016)	- Estimula el aprendizaje vivencial y significativo -Aumento de la motivación	-Retos y desafíos	<i>Scape room</i> con herramientas informáticas
Calderón et al. (2018)	-Desarrollo de competencias personales y habilidades sociales	-Competición	<i>Serious games</i> de simulación

5.2. RESULTADOS POSITIVOS DE LAS EXPERIENCIAS EDUCATIVAS DE GAMIFICACIÓN EN STEM

Las experiencias relacionadas en las tablas anteriores reflejan cuáles son los beneficios de la introducción de la gamificación en el ámbito STEM tanto en la Secundaria, con

alumnado frecuentemente desmotivado, como en la Universidad, donde se requiere un nivel de profundización mayor de los contenidos académicos.

Elementos de los juegos tales como los puntos, los premios o las insignias que llevan a los jugadores (estudiantes en este caso) a superar niveles habiendo alcanzado retos y desafíos en una competición se emplean, en las experiencias presentadas, para conseguir objetivos docentes como aumentar la motivación del alumnado, mejorar la gestión del aula, estimular el aprendizaje vivencial, favorecer tanto el desarrollo de la creatividad como de determinadas competencias y, en definitiva, mejorar los resultados académicos.

Haciendo un repaso general, vemos como el aumento de la motivación se repite en la mayoría de las experiencias presentadas como un gran beneficio obtenido al introducir la gamificación en el ámbito educativo. Así, la búsqueda de la motivación juega un papel clave, por ejemplo, en la experiencia didáctica descrita por Murua (2013) y llevada a cabo en 15 centros de Secundaria de Cataluña, el País Vasco y la Comunidad Valenciana. En ella, por medio de una red social online implementada con la aplicación *Class Dojo*, los alumnos de la asignatura de Matemáticas de 4.º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) fueron evaluados usando un *ranking* de puntos obtenidos realizando tareas de trigonometría divididas en niveles en los que van consiguiendo medallas o insignias. En la misma línea, Manzanares (2014) nos habla de cómo dotar al alumnado de Secundaria de un mayor control sobre su aprendizaje, lo que repercute positivamente en la mejora, como decíamos, de la motivación, gamificando la asignatura de Matemáticas de 2.º de ESO con *Classbadges*, un sistema de acreditación de aprendizaje mediante insignias.

Además de la motivación, en Secundaria importan otros aspectos como el desarrollo de competencias sociales e intelectuales del alumnado y la mejora tanto de la autoconfianza como de la satisfacción personal, por su repercusión directa en el rendimiento académico. Así lo demuestran los resultados obtenidos en la experiencia descrita por Quintanal (2016) en la asignatura de Física y Química de 4.º de ESO de un centro educativo en Granada. En este caso, se planificó la gamificación de la asignatura para todo el curso realizando varios tipos de juegos competitivos, limitados en tiempo, en los que los alumnos debían contestar preguntas, completar listas de fórmulas y resolver problemas, tanto individualmente como por equipos, obteniendo premios que se traducen en puntos extra para el examen.

La experiencia vivencial y el aprendizaje significativo es lo que se persigue con el empleo de los videojuegos y la robótica en educación, que está ganando cada vez más adeptos entre los docentes defensores del constructivismo (Vega y Cañas, 2014). Y aunque la robótica puede también estar desligada de la gamificación, es habitual usar los tradicionales *Legó* o similares para fomentar la motivación y facilitar el aprendizaje de los estudiantes de electrónica, mecánica e informática dando solución a un problema

tecnológico real (Ocaña et al, 2015). Esta nueva disciplina está siendo incluida poco a poco en los planes educativos de centros tanto públicos como privados ya que las áreas de conocimiento involucradas en los planteamientos de robótica forman parte del currículo de la Secundaria y permite aunar los contenidos de las asignaturas del ámbito STEM por medio de la creación práctica de robots programables con diferentes plataformas como *Scratch*, *Arduino* o *Legó Mindstorms* que acometen determinadas tareas con un enfoque de ingeniería (Vega y Cañas, 2014; Albir-Mañanes, 2014; Lizbardo, 2015; Vega-Moreno et al, 2016) lo que permite promover la creatividad y el desarrollo del pensamiento computacional, habilidades que ayudarán al alumnado a poder enfrentarse a cualquier carrera universitaria del siglo XXI (Vázquez-Cano y Ferrer, 2015).

Además de estas experiencias que se centran, principalmente, en el aprendizaje de los contenidos de una materia, conviene comentar otras propuestas de gamificación que proponen gamificar la gestión del aula para contribuir a una mejorar el ambiente de la clase y, por tanto, el rendimiento general del alumnado (García Velategui, 2015). A esto ayudan aplicaciones como *Classcraft*, un juego de rol educativo que es el empleado en la experiencia que describe Tauler (2016) con resultados positivos en la mejora del comportamiento del alumnado, lo que incide directa y positivamente en el trabajo colaborativo (Gómez et al., 2015) y en la motivación (Torres, 2016).

Por otro lado, resulta de interés comentar que los aprendizajes del alumnado universitario del ámbito STEM, donde se requiere un nivel de profundización mayor que en Secundaria, también se ven favorecidos por la inclusión de la gamificación como así se demuestra, por ejemplo, en la experiencia docente gamificada que describe Carpena et al. (2012) y llevada a cabo en una universidad argentina, donde a diferencia de años anteriores, se evidenció una mejora de los resultados académico ya que más del 85% del alumnado aprobó de forma satisfactoria el curso de Artes Multimediales I, al ser capaz de relacionar los conceptos extraídos de la bibliografía obligatoria de la asignatura con las experiencias lúdicas vividas en la clase usando la consola WII, que al incluir elementos del juego, como son los puntos y las clasificaciones, potencia la motivación de los estudiantes.

Conviene destacar que la superación de niveles, los *badges*, las insignias y las medallas implican un elemento de competición que genera controversia en el ámbito educativo y del que habla Melchor (2012) al no existir unanimidad sobre los beneficios o los perjuicios que se puedan derivar de él. Sin embargo, es indudable que se han documentado evidencias sobre su bondad, por ejemplo, en varias de las experiencias presentadas en las tablas anteriores. Por ejemplo, Cantador (2015) analiza la influencia de la competición en una metodología gamificada para la asignatura de Introducción a la Informática y la Programación en Ordenador con 60 estudiantes de Grado en Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Madrid; y, en su estudio, demuestra que la competición no solo resulta beneficiosa para motivar a los estudiantes a esforzarse en alcanzar los objetivos

marcados, sino que además estimula la participación (Moreno, Puentes, Ferrándiz, Flores y Acosta, 2014), fomenta el trabajo en equipo, las relaciones interpersonales y la adquisición de competencias transversales como la comunicación oral efectiva. Beneficios similares se documentan también en el desarrollo de competencias personales y habilidades sociales que contribuyen a la empleabilidad de futuros ingenieros, según Calderón et al. (2018), con dos *serious games* (juegos serios) de simulación (“*Ball point game*” y “*Dealing with difficult people*”).

Por su parte, Martín del Pozo (2013) reflexiona sobre los jóvenes de hoy, los “*gamers*” (Astudillo, Bast y Willging, 2016), que dedican gran parte de su ocio a los videojuegos y esto puede aprovecharse en educación creando mundos inmersivos abiertos en los que el alumnado se integra vivencialmente en el espacio y tiempo del relato del juego como apunta Gértrudix y Gértrudix (2013). Videojuegos que, además, facilitan la realización de simulaciones muy útiles en ciencias para conocer resultados de experimentos que serían costosos y complicados de realizar en las aulas (López, 2012), permitiendo al alumnado comprender cómo funciona el mundo y aprender a dar respuesta a problemas cotidianos (Luis-Pascual, 2015).

Los videojuegos pueden incluso fomentar la transmisión de valores y la responsabilidad social en el alumnado (Hernández y Cano, 2016) mediante experiencias que también podrían presentarse en el formato de *escape room* (sala de escape) donde los participantes han de salir de una habitación tras sortear pruebas de ingenio, tal y como propone la experiencia de Borrego et al. (2016) con estudiantes del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad Autónoma de Barcelona. El desafío, la exigencia, el interés y la diversión provocaron resultados positivos que animaron a que fuese ampliada en número de participantes y extendida a otras asignaturas.

Como se ha ido viendo, la aplicación de metodologías gamificadas para el ámbito STEM aporta beneficios que hacen que los estudiantes se sientan más motivados e implicados en su propio aprendizaje lo que da como resultado una mejor asimilación de los conceptos abstractos, comprendiendo que estos están relacionados con fenómenos observables conectados con el mundo que les rodea a la vez que les permiten desarrollar habilidades sociales y competencias transversales.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A modo de recapitulación, incidiremos en que la sociedad actual se enfrenta hoy al reto de formar ciudadanos y ciudadanas con altos conocimientos del ámbito científico y tecnológico con el objetivo de que sean protagonistas del futuro (Convert y Gugenheim, 2005). Sin embargo, los jóvenes de hoy en día sienten, en general, desapego por el estudio de materias CyT (Marbà y Márquez, 2010) por la dificultad que encuentran para comprender los conceptos abstractos que forman la base del conocimiento científico-

tecnológico y porque no consiguen relacionarlos con su vida cotidiana. Por ello, el movimiento STEM persigue que la enseñanza de las materias de este ámbito, que tradicionalmente se realiza compartimentada (Von Garnier, 2010), se haga de forma integrada buscando así un cambio de paradigma que acerque el conocimiento científico y tecnológico a los estudiantes creándoles motivación y curiosidad por entender el mundo que les rodea y preparándolos para una sociedad tecnificada (Quingley, Herro y Jamil, 2014).

Acercar el conocimiento CyT a los estudiantes de Secundaria pasa por mejorar las metodologías de enseñanza en este ámbito en los centros educativos, por medio de experiencias vivenciales reales o simuladas que les permitan desarrollar el pensamiento crítico, resolver problemas de ingeniería y que, por medio de la manipulación y construcción de objetos (López, 2012, Vega y Cañas, 2014) les ayuden a entender mejor conceptos, que a priori resultan áridos, conectando con sus emociones y motivándolos a superarse. Y es ahí donde hemos visto que la gamificación puede resultar una opción provechosa, a tenor de las evidencias de la literatura. En efecto, la gamificación en el ámbito STEM estimula el aprendizaje del alumnado (Foncubieta y Rodríguez, 2006; Zichermann y Cunningham, 2011; Kapp, 2012; Díaz y Troyano, 2013) introduciendo la mecánica de juegos en contextos de no juego: crece la motivación de los aprendientes y, en consecuencia, también la implicación con el propio aprendizaje y los resultados académicos. Para ello, se emplean elementos como los retos, la competición, la obtención de puntos, los *rankings*, las insignias, los premios, etc. Y se obtienen beneficios como el desarrollo de competencias (Calderón et al., 2018, Saorin et al., 2015), la mejora de la gestión del aula y el trabajo colaborativo (Borrego et al., 2016, Tauler, 2016; Torres, 2016; Gómez et al., 2015), el incremento de la motivación e implicación del alumnado (Quintanal, 2016) o la mejor asimilación de contenidos (Uribe, Utrilla y Santamaría, 2017).

Aunque para gamificar se podría emplear el mínimo de tecnología, como se explica en la experiencia descrita por Quintanal (2016), es cierto que la mayoría de las propuestas didácticas analizadas en este artículo utilizan herramientas tecnológicas (*Classcraft, ClassDojo, Xbox, Kinect, Blokify, consola Wii, Scratch, Arduino, Lego Mindstorm*) para conseguir una mayor implicación y motivación en los estudiantes que cursan la Secundaria. Y es que, como afirma (Sánchez-Aparicio, 2014), el alumnado siente fascinación por internet, los móviles y los videojuegos y estas tecnologías de uso cotidiano permiten a los adolescentes comunicarse, relacionarse, divertirse y satisfacer su curiosidad (Machargo, Luján, León, López y Martín, 2003; Castellana, Sánchez-Carbonell, Graner y Beranuy, 2007).

Como se ha ido demostrando, aplicar una metodología gamificada con componente tecnológico en STEM proporciona la experiencia vivencial que hará a los estudiantes comprender y asimilar los contenidos de las materias del ámbito por medio de un

aprendizaje significativo y de la participación activa (Da Silva, 2014), lo que resulta coherente con la sociedad tecnológica actual. En este sentido, Carpena et al. (2012) nos recuerdan que las instituciones educativas innovadoras muestran especial interés por una gamificación educativa que conecte los contenidos con experiencias prácticas. Así, además, teniendo en cuenta el perfil de alumnado de Secundaria, existe actualmente una importante tendencia que apuesta por el empleo en las aulas de videojuegos educativos para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje (Marín, 2015), ya que estos proporcionan una dimensión vivencial que sumerge al jugador en una nueva vida virtual (Levis, 2003; Gértrudix y Gértrudix; 2013). No en vano, las metodologías gamificadas que emplean los videojuegos o la robótica (Marín, 2015; Ocaña, 2012; Vega y Cañas, 2014; Albir-Mañanes, 2014; Lizbardo, 2015; Vega-Moreno et al, 2016) persiguen los objetivos de los docentes STEM relacionados con el aprendizaje manipulativo y cooperativo, la aproximación a la resolución de problemas por medio de conjeturas o suposiciones, el uso integrado de la tecnología y el desarrollo del pensamiento crítico (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012).

En resumen, el potencial de la gamificación en el aula de STEM, especialmente incluyendo el componente tecnológico, radica en aportar al alumnado una experiencia vivencial que le ayude a comprender mejor los contenidos curriculares de las distintas materias del ámbito y le haga conectar con sus propias emociones creándole interés, curiosidad y aprecio por el mundo en el que vive. Esta aportación positiva se refleja, como se ha ido viendo a lo largo de este artículo, en una mejoría significativa del desarrollo de sus capacidades, fomentando el trabajo en equipo, ayudándole a sentirse motivado, estimulando su aprendizaje y promoviendo el desarrollo de competencias transversales esenciales que proveen al alumnado de las herramientas necesarias para enfrentarse a los retos de la sociedad actual desplegando su creatividad y preparándolo para la vida.

En definitiva, como ya en el siglo XIX dijo Pestalozzi (1986, p.180), “el fin último de la educación no es la perfección en las tareas de la escuela, sino la preparación para la vida; no la adquisición de hábitos de obediencia ciega y de diligencia prescrita, sino una preparación para la acción independiente”. Por ello, no hay mejor manera de conseguir esto que proporcionando a los estudiantes experiencias prácticas por medio de metodologías educativas innovadoras, como es la metodología gamificada con componente tecnológico para STEM que aquí se presenta, que les ayudará a desarrollar sus capacidades y a entender mejor el mundo real preparándolos para adaptarse al medio social que se encontrarán en el futuro y llegando a ser ciudadanos activos comprometidos con la sociedad en la que viven.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albir-Mañanes, M. (2014). La robótica aplicada a la asignatura de química de 1º de bachillerato. Extraído el 20 de julio de 2016, del sitio Web de UNIR La Rioja: <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2716>

Area, M., y González, C. S. (2015). De la enseñanza con libros de texto al aprendizaje en espacios online gamificados. *Educatio Siglo XXI*, 33 (3), 15–38. doi: 10.6018/j/240791

Astudillo, G. J., Bast, S. G. y Willging, P. A. (2016). Enfoque basado en gamificación para el aprendizaje de un lenguaje de programación. *Vitualidad, Educación Y Ciencia*, 12, 125–142. Extraído el 18 de diciembre de 2018, de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/14739/14741>

Bisquerra, R. (2009). Metodología de la investigación educativa. Madrid: Muralla.

Borrego, C., Fernández, C., Robles, S. y Blanes, I. (2016). Room escape en las aulas: actividades de juegos de escape para facilitar la motivación y el aprendizaje de las ciencias de la computación. (s.f.). *Revista del CIDUI*, 3. Extraído el 1 de septiembre de 2018, de <https://www.cidui.org/revistacidui/index.php/cidui/article/view/851>

Calderón, A., Petri, G., Ruiz, M y Gresse, C. (2018). Desarrollando competencias personales y habilidades sociales en ingeniería informática mediante el uso de juegos serios. *Actas de las Jornadas sobre Enseñanza Universitaria de la Informática*, 3, 127-134. Extraído el 1 de septiembre de 2018, de http://www.aenui.net/ojs/index.php?journal=actas_jenui&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=467

Cantador, I. (2015). La competición como mecánica de gamificación en el aula: Una experiencia aplicando aprendizaje basado en problemas y aprendizaje cooperativo. En Ruth S. Contreras y José Luis Eguia (Eds.), *Gamificación en aulas universitarias* (pp. 67-95). Barcelona: InCom-UAB. Extraído el 2 de julio de 2016, de <http://incom.uab.cat/publicacions/edicion.asp?id=17>

Carpena, N., Cataldi, M. Muñiz, G. (2012). En busca de nuevas metodologías y herramientas aplicables a la educación. Repensando nuestro rol docente en las aulas. *Acta de la conferencia Sigradi 2012, Fortaleza, Brasil*, 633–635. Extraído el 4 de junio de 2016, de http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2012_85.content.pdf

Castellana, M., Sánchez-Carbonell, X., Graner, C., y Beranuy, M. (2007). El adolescente ante las tecnologías de la información y la comunicación: Internet, móvil y videojuegos.

Papeles Del Psicólogo, 38 (3), 196–204. Extraído el 5 de junio de 2016 de <https://www.redalyc.org/html/778/77828306/>

Cheong, C., Filippou, J. y Cheong, F. (2014). Towards the Gamification of Learning: Investigating Student Perceptions of Game Elements. *Journal of Information Systems Education*, 25 (3), 233-244. Extraído el 10 de abril de 2019 de <https://pdfs.semanticscholar.org/2f57/df59f089fb37eb206b3c65754b3ad9eb8193.pdf>

Consejo de Europa (2003). Conclusiones del Consejo de 5 de mayo de 2003 sobre los niveles de referencia del rendimiento medio europeo en educación y formación. *Diario Oficial C 134* de 7.6.2003. Extraído el 13 de julio de 2017 de <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=uriserv%3Ac11064>

Convert, B. y Gugenheim, F. (2005). Scientific Vocations in Crisis in France: Explanatory Social Developments and Mechanism. *European Journal Vocational Training*, 35, 12-20.

Cortizo Pérez, J. C. et al. (2011). Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos. *VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*, 1–8. Extraído el 1 de febrero de 2016, de http://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/1750/46_Gamificacion.pdf?sequence=2

Da Silva, E. (2014). Gamificación en la clase. En *XI EVIDOSOL e VIII CILTE*. Extraído el 7 de abril de 2016, de <http://evidosol.textolivre.org/papers/2014/upload/16.pdf>

Deterding, S. (2012). Gamification: Designing for Motivation. *Interactions*, vol.19 (4), 14-17. doi: 10.1145/2212877.2212883

Díaz, J., y Troyano, Y. (2013). El potencial de la gamificación en el ámbito educativo. *III Jornadas de innovación docente de la Facultad de Ciencias de la Educación. “La innovación educativa: Respuesta en tiempos de incertidumbre”*. Extraído el 28 de febrero de 2016, de <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/59067>

Duque, M., Celis, J., y Camacho, A. (2011). Cómo Lograr Alta Calidad En La Educación De Los Ingenieros: Una Visión Sistémica. *Revista Educación En Ingeniería*, 6 (12), 48–60. Extraído el 18 de febrero de 2016, de <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/122>

Ferguson, M. (1980). *The Acquarian Conspiracy*. Los Angeles: Tarcher.

Foncubierta, J. y Rodríguez, C. (2006). Didáctica de la gamificación en la clase de español. *Edinumen*, 1–8. Extraído el 20 de julio de 2015, de http://www.edinumen.es/pdp14/Didactica_Gamificacion_ELE.pdf

García Velategui, A. (2015). Gestión de aula y gamificación. Utilización de elementos del juego para mejorar el clima en el aula. Extraído el 21 de noviembre de 2016 del sitio Web de la Universidad de Cantabria: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/7595/Garc%C3%ADaVelaateguiAlejandro.pdf?sequence=1>

Gértrudix, M. y Gértrudix, F. (2013). Aprender jugando. Mundos inmersivos abiertos como espacios de aprendizaje de los y las jóvenes. *Revista de Estudios de Juventud*, 101, 123–137. Extraído el 23 de marzo de 2017, de [http://www.injuve.es/sites/default/files/2013/46/publicaciones/Documentos 9 Aprender jugando.pdf](http://www.injuve.es/sites/default/files/2013/46/publicaciones/Documentos%209%20Aprender%20jugando.pdf).

Gómez A.P., Osorio, D.A. y Tapiero, G. (2015). Fortalecimiento del trabajo colaborativo de los estudiantes del curso undécimo A, en el área de contabilidad-informática del colegio colombo japonés de Bogotá mediante la plataforma de ludificación Classcraft. Extraído el 12 de febrero de 2017, del sitio Web de Fundación Universitaria Los Libertadores Bogotá: <http://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/256>

González, P. y López, N. (2011). La generación digital ante un nuevo modelo de televisión: contenidos y soportes preferidos. *Anàlisi: Quaderns de Comunicació i Cultura*, 44, 31–48. Extraído el 2 de junio de 2016, de <http://www.raco.cat/index.php/Analisi/article/view/248760>

Hamari, J., Koivisto, J. y Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)* (pp. 3025-3034). Hawaii: IEEE Computer Society. doi:[10.1109/HICSS.2014.377](https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377)

Hernández, J. F. y Cano, A. P. (2016). La Transmisión De Valores Y Responsabilidad Social a Partir De Los Videojuegos. *Sphera Publica*, 1 (16), 114–131.

Herranz, E. y Colomo-Palacios, R. (2012). La Gamificación como agente de cambio en la Ingeniería del Software. *Revista de Procesos y Métricas*, 9 (2), 30-56.

Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: John Wiley & Sons.

Kischimoto, T. M. (1993). *Jogos tradicionais Infantil: O jogo, A Criança e a Educação*. Petrópolis: Vozes.

Levis, D. (2003). Videojuegos en red: Espacios simbólicos de juego y encuentro. En Aparici, R. (coord.), *Comunicación educativa en la Sociedad de la Información* (pp. 1–14). Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. Extraído el 8 de julio de 2016, de http://diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/videojuegos_Uned2003_VF.pdf

Lizbarido, B. (2015). Metodología de aprendizaje INGLOVE. En *XV Encuentro Virtual Educa*. Extraído el 10 de julio de 2016, de <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/4074>

López, F. (2012). Serious Games. En *Actas- IV Congreso Internacional Latina de Comunicación*. La Laguna: Universidad de La Laguna. doi: [10.1109/VS-GAMES.2009.8](https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2009.8)

Lozada, C. y Betancur, S. (2016). La gamificación en la educación superior: una revisión sistemática. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(31). Doi: [10.22395/rium.v16n31a5](https://doi.org/10.22395/rium.v16n31a5)

Luis-Pascual, J.C. (2015). El juego auténtico y las claves de la gamificación del aprendizaje. En J.L. Bizelli, E. Sebastián Heredero y P.R. Marcal Riveiro (Org.), *Inclusao e aprendizagem: desafios para a escola em Ibero-América*. Sao Paulo: Cultura Económica.

Machargo, J., Luján, I., León, M. E., López, P. y Martín, M. A. (2003). Videojuegos por los adolescentes. *Anuario de Filosofía, Psicología y Sociología*, 6, 159-172.

Manzanares, S. (2014). Sistema de acreditación de aprendizajes basado en insignias (badges) en la materia de matemáticas. En Navarro, J.; Gracia, M^a.D., Lineros, R. y Soto, F.J. (Coords.), *Claves para una educación diversa*. Murcia: Consejería de Educación y Cultura.

Marbà, A. y Màrquez, C. (2010). ¿Qué Opinan Los Estudiantes De Las Clases De Ciencias? Un Estudio Transversal De Sexto De Primaria a Cuarto De ESO. *Enseñanza de Las Ciencias*, 8, 19–30.

Marín, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. *Digital Education Review*, 27. Extraído el 1 de junio de 2016, de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/13433/pdf>

Martín del Pozo, M. (2013). Trabajar la Educación para la Salud en Educación Primaria con ayuda de videojuegos. En F. Ortega y L. Cardeñosa (Eds.), *III Congreso Internacional*

Comunicación 3.0. Las media enterprises y las industrias culturales, investigar la comunicación y los nuevos medios (pp. 291-304). Salamanca, España. Extraído el 23 de marzo de 2017, de <http://comunicacion3punto0.files.wordpress.com/2013/06/comunicacion3punto0libroactas2012.pdf>

Martín Martín, M. (2017). Aportaciones pedagógicas de las tic a los estilos de aprendizaje.(s.f.) .*Tendencias Pedagógicas*, 30. Extraído el 9 de septiembre de 2018, de <https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/8123>

Melchor, E. (2012). Gamificacion y Elearning: un ejemplo con el juego pasapalabra. En *2012 EFQUEL Innovation Forum* (pp. 1–6). Extraído el 2 de junio de 2016, de http://eif.efquel.org/files/2012/09/ES_ES_EMelchor1.doc

Moreno, P. J., Puentes, C., Ferrándiz, E., Flores, E., y Acosta, M. (2014). Trivianometrics, una competición académica por equipos en el aula de Econometría Financiera. *Proyectos de INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE*, 1–4. Extraído el 20 de julio de 2016 desde <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17406>

Murua, E. (2013). Análisis de la Gamificación como concepto aplicable en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en 4o de ESO. Extraído el 7 de julio de 2016, del sitio Web de Universidad Internacional de La Rioja: <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2056>

Nah F., Zeng Q., Telaprolu V., Ayyappa A. y Eschenbrenner B. (2014). Gamification of Education: A Review of Literature. In *Proceedings HCI in Business. First International Conference* (pp. 401-409). Heraklion: Springer, June 22-27.

Nieto, S. I., Heredia, Y. y Cannon, B. Y. (2014). Xbox360 Kinect : herramienta tecnológica aplicada para el desarrollo de habilidades matemáticas básicas, en alumnos de segundo grado de Educación Básica en México. *RELATEC Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 13 (2), 103-117.

Ocaña, G. (2012). Robótica como Asignatura en Enseñanza Secundaria. Resultados de una Experiencia Educativa. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, vol.5 (10), 56-64. Extraído el 28 de febrero de 2016, de http://www.cepcuevasolula.es/espiral/articulos/ESPIRAL_VOL_5_N_10_ART_5.pdf

Ocaña, G., Romero, I.M., Gil, F. y Codina, A. (2015). Implantación de la nueva asignatura “Robótica” en Enseñanza Secundaria y Bachillerato. *Investigación En La Escuela*, vol.7 (87), 65–79.

Ortiz-Colón, A.M., Jordán, J. y Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión [versión electrónica]. *Educ. Pesqui*, 44, artículo e173773. doi: 10.1590/s1678-4634201844173773

Ovallos, D., Villalobos, B., De la Hoz, S. y Maldonado, D. (2016). Gamificación para la gestión de la innovación a nivel organizacional. Una revisión del estado del arte. *Espacios*, 37 (8), 2-18.

Pérez-Manzano, A. y Almela-Baeza, J. (2018). Gamificación transmedia para la divulgación científica y el fomento de vocaciones procientíficas en adolescentes. *Comunicar*, XXVI (55), 93-103.

Pestalozzi, J.H. (1986). *Cómo Gertrudis enseña a sus hijos. Cartas sobre la educación de los niños. Libros de educación elemental*. México: Porrúa.

Posada, F. (2013, septiembre, 9). Gamificación educativa. *Canaltic.com. Uso educativo de las TIC*. Extraído el 28 de septiembre de 2018, de <http://canaltic.com/blog/?p=1733#aplica>

Quigley, C. F., Herro, D. y Jamil, F. M. (2014). Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices. *School of Sciences and Mathematics*, vol.117 (1-2), 1–12. doi: 10.1111/ssm.12201

Quintanal, F. (2016). Gamificación y la Física–Química de Secundaria. *eVSAL Revistas*, vol.17 (3), 6–9. doi: 10.14201/eks20161731328

Sánchez-Aparicio, J.C. (2014). Videojuegos y gamificación para motivar en educación. *Andalucíaeduca*, 120, 6-8. Extraído el 8 de julio de 2016, de http://www.andaluciaeduca.com/hemeroteca/ae_digital120.pdf

Saorin, J. L., De la Torre, J., Melian, D., Meier, C. y Rivero, D. (2015). Blokify: Juego de modelado e impresión 3D en tableta digital para el aprendizaje de vistas normalizadas y perspectiva. *Digital Education Review*, vol.27, 105–121. Extraído el 21 de noviembre de 2016, de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/11651>

Stohlmann, M., Moore, T. y Roehring, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. doi: 10.5703/1288284314653

Tauler, M. (2016). El Classcraft com a mesura per incentivar la motivació, l'atenció a la diversitat i l'aprenentatge de les ciències naturals. Extraído el 11 de diciembre de 2016, del sitio Web de Universitat Pompeu Fabra:
<https://repositori.upf.edu/handle/10230/27061>

Torres, S. (2016). Classcraft: una proposta de treball a l'aula.(s.f.) Extraído el 12 de febrero de 2017, del sitio Web de Universitat de les Illes Balears:
<http://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/1815>

Trujillo, F. (2012). Enseñanza basada en proyectos : una propuesta eficaz para el aprendizaje y el desarrollo de las competencias básicas. *Revista Eufonía*, 55 (2010), 7–15.

Uribe, R. V., Utrilla, S. y Santamaría, A. (2017). Aprendizaje basado en juegos. Una alternativa viable para la enseñanza significativa de la sustentabilidad. *Revista Electrónica Sobre Educación Media Y Superior*, 4 (7).

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2009). Patrones actitudinales de la vocación científica y tecnológica en chicas y chicos de secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, vol.50 (4), 1-15. Extraído el 25 de abril de 2016, de
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3055514&info=resumen&idioma=SPA>

Vázquez-Cano, E. y Ferrer, D. (2015). La creación de videojuegos con Scratch en educación secundaria. *Communication Papers. Media Literacy & Gender Studies*, vol.4 (6), 63–73. Extraído el 23 de marzo de 2017, de
<http://plataformarevistascomunicacion.org/2015/09/la-creacion-de-videojuegos-con-scratch-en-educacion-secundaria/>

Vega, J., y Cañas, J. M. (2014). Curso de Robótica en Educación Secundaria usando Constructivismo Pedagógico. En *Jornadas de Innovación y TIC Educativas - JITICE'14 Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid*. Extraído el 20 de julio de 2016, de
<https://gsyc.urjc.es/jmplaza/papers/jitice2014.pdf>

Vega-Moreno, D., Cufí, X., Rueda, M.J. y Llinás, D. (2016). Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, 162-175.

Von Garnier, C. (2010). *La metamorfosis necesaria en la escuela*. Sevilla: Ituci siglo XXI.

Werbach, K. (2012). Gamification. Coursera.org. Extraído el 2 de junio de 2016, de:
<https://www.coursera.org/course/gamification>

Werbach, K. y Hunter, D. (2012). For the Win. Philadelphia: Wharton Digital Press.

Zichermann, G. y Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. Cambridge, MA: O'Reilly Media.

ANEXO 3: Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM

Fuentes-Hurtado y González-Martínez (2017a). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM. *Revista de Educación a Distancia*, 54, 8. doi: 10.6018/red/54/8. Recuperado de http://www.um.es/ead/red/54/fuentes_gonzalez.pdf

Secondary Teachers Training Needs to Implement Gamified Experiences in STEM

Mercedes Fuentes Hurtado

Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, España

mariadelasmercedes.fuentes@estudiants.urv.cat

Juan González Martínez

Profesor Serra Húnter. Universitat de Girona, Girona, España

juan.gonzalez@udg.edu

Resumen

La formación de ciudadanos competentes tecnológicamente es uno de los retos a los que los docentes de Secundaria se enfrentan hoy en los países desarrollados, donde se espera una creciente demanda de profesionales del ámbito científico-tecnológico (Conwert y Gugenheim, 2005), pero se observa desinterés por esta rama del conocimiento (Marbà y Márquez, 2010). De ahí parte la iniciativa STEM (*Science, Technology, Engineering & Maths*) (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012) que promueve el estudio integrado de estas materias.

Buscando la excelencia académica por medio de metodologías que motiven al alumnado, la gamificación presenta características suficientes para ser considerada un elemento de mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este artículo presenta, mediante un análisis documental, los tres saberes (contenidos, pedagogía y tecnología), que siguiendo el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) deben ser desarrollados por los docentes de STEM para implementar experiencias gamificadas.

Palabras clave

Formación docente, gamificación, Secundaria, STEM, TPACK.

Abstract

Training citizens to develop their technical competence is a great challenge for Secondary Education teachers in developed countries, where demand for scientific and technical professionals is expected to increase (Convert y Gugenheim, 2005), but students show a lack of interest in this field (Marbà y Márquez, 2010). As a consequence of this, STEM emerges (*Science, Technology, Engineering & Maths*) (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012) to promote integrated learning.

Looking for academic excellence through methodologies that motivate students, gamification has characteristics to be considered as an important element in order to improve teaching-learning process.

This article shows, by means of a documentary analysis, the three knowledge areas (contents, pedagogy and technology) that follow TPACK model (Mishra y Koehler, 2006) and should be developed by STEM teachers to implement gamified experiences.

Key words

Gamification, Secondary, STEM, teachers training, TPACK.

1. Introducción.

La Sociedad del Conocimiento (SC) en la que vivimos se encuentra en constante cambio y esto se refleja también en las instituciones educativas. El nuevo paradigma educativo exige que se transforme la figura tradicional del profesorado como mero transmisor de conocimientos (Von Garnier, 2010) y que, como consecuencia de ello, este asuma cada vez más el rol de guía, acompañante o facilitador del aprendizaje (Gisbert, González y Esteve, 2016; Molas y Rosselló, 2010) de un alumnado cuyo interés y cuya curiosidad por el mundo que le rodea deben estimularse, en un planteamiento más acorde con las teorías constructivistas (Piaget, 1967; Vygotski, 1934).

En este escenario de enfoque, la profesionalidad de los docentes siempre está en el punto de mira cuando se habla de calidad educativa. Y, en ese sentido, aun dejando al margen los problemas que se dan en las aulas y que pueden llegar a desmotivar al profesorado, con el consecuente empeoramiento de su labor educativa (Esteve, 2003), son abundantes los informes que se vienen presentando por organismos internacionales (UNESCO, 2008; MECD, 2014) y que muestran la necesidad global de mejorar la formación del profesorado (Campos, 2012; Bozu e Imbernon, 2016). Sin embargo, esta responsabilidad recae en muchas ocasiones en los propios docentes (Olmedilla, 2006; Arza, 2016), quienes no reciben ningún incentivo por mantener sus conocimientos o metodologías didácticas actualizadas con el fin de mejorar el rendimiento académico

del alumnado y contribuir a prevenir el fracaso escolar (que en España según los últimos datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2017) alcanza el 20%), y preparar a los jóvenes para que sean capaces de enfrentarse a los nuevos retos del siglo XXI (Marcelo, 2001; Area, 2010). La resolución de esos retos, en definitiva, será lo que demuestre, en palabras de Esnaola (2009) y Lengeren (2016), que los conocimientos que hayan adquirido son realmente significativos.

Por tanto, en el contexto educativo actual, “el profesorado debe desplegar nuevas habilidades y maneras de plantear las estrategias educativas” (Molas y Roselló, 2010, p. 1) que repercutan positivamente en el proceso de enseñanza aprendizaje. Como consecuencia de ello, González Sanmamed (2009, p. 57) explica que “la enseñanza se ha convertido en una tarea compleja, difícil y problemática” y que la necesidad de formación permanente del profesorado de Secundaria se debe principalmente a la complejidad de las tareas que realiza (Darling-Hammond y Bransford, 2005; Escudero, 2006; Esteve, 2001, 2003; Esteve, Franco y Vera, 1995; Marcelo, 2007; Montero, 2004; Gimeno, 2002). Entre ellas, destaca luchar contra el fracaso o el abandono escolar prematuro (Tarabini, Curran, Montes y Parcerisa, 2015) y, en definitiva, mejorar la calidad de los aprendizajes. Ambos aspectos, por su parte, nos llevan a la necesidad de fomentar la motivación del alumnado, lo que resulta un elemento propiciador del aprendizaje como apunta Lozano (2003, p.45): “cuando un alumno está fuertemente motivado todo su esfuerzo y personalidad se orienta hacia el logro de una determinada meta, empleando para ello todos sus recursos”.

Por ello, resulta imprescindible que los profesionales de la educación reciban, a su vez, una formación innovadora y actualizada (Marcelo, 2001; Tribó, 2008; González Sanmamed, 2009; Angelini y García-Carbonell, 2015) que repercuta directamente en la calidad de la enseñanza y, por tanto, en la mejora de los resultados del alumnado (Esteve, 1987; Bona, 2015). Esta necesidad de búsqueda de la excelencia del profesorado también ha saltado a la opinión pública; y así, por ejemplo, Marina (2015) apuesta por el fortalecimiento de la formación docente incluyendo controles periódicos de conocimientos y aptitudes. A su vez, ello coincide con las palabras de Olmedilla (2006, p. 3), quien afirma que “los programas eficaces de formación del personal docente pueden marcar una diferencia importante en los logros de aprendizaje de los estudiantes”. Son estudiantes que, por su parte, reconocen sentirse frecuentemente desmotivados, sobre todo en la etapa de Secundaria, y en especial en las asignaturas del ámbito científico tecnológico (Vázquez y Manassero, 2009; Marbà y Márquez, 2010) alegando razones como la poca o ninguna vinculación entre su realidad y los contenidos que están obligados a estudiar en las diferentes asignaturas.

En otro orden de cosas, la fragmentación de los conocimientos que impone la separación de las materias viene siendo cada vez más cuestionada, como lo muestran

las modificaciones introducidas en el sistema educativo español por la Ley 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), que se alinea así con un cambio de paradigma educativo en el que los contenidos se enseñen de manera transversal potenciando la motivación del alumnado por medio de metodologías activas. Esa es una de las claves para, precisamente, conectar los contenidos con el mundo y, por tanto, con la realidad del propio alumnado (Von Garnier, 2010). En el caso concreto del ámbito científico y tecnológico, este cambio de paradigma se materializa en la iniciativa STEM (Duque, Celis y Camaño, 2011), acrónimo de las asignaturas por sus nombres en inglés (*Science, Technology, Engineering & Maths*), que nació con el objetivo de favorecer el aprendizaje de las materias del ámbito científico y tecnológico por medio de la integración de los contenidos. Con ello, STEM propone acercar el conocimiento de este ámbito a la realidad del alumnado con un triple objetivo encadenado: (1) vencer la desmotivación creándole interés por el mundo en el que vive, (2) repercutir directamente en su rendimiento académico (Peña y Madrid, 2015) y (3) fomentar las vocaciones científicas (Convert y Gugenheim, 2005; Vázquez y Manassero, 2009; Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012). La iniciativa STEM se está desarrollando en distintos países de diversas formas (Prieto y Chrobak, 2012) y en España, aunque el término STEM no aparece explícitamente en la LOMCE, sí se ha incluido una nueva competencia clave, la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), que ha de ser desarrollada por todo el alumnado.

Con todo, este nuevo paradigma educativo descrito por Von Garnier (2010) y concretado para el ámbito STEM requiere de nuevas metodologías didácticas que conecten con el alumnado digital (Gallardo, 2012) que puebla hoy las aulas y con las que se mejoren los resultados académicos incentivando la motivación del alumnado. Una de las muchas metodologías adoptadas por los docentes que tienen como objetivo, como acabamos de decir, la mejora de los resultados académicos buscando la motivación del alumnado, es la gamificación, que ha gozado de abundante predicamento en los últimos años (Kapp, 2012; Sánchez-Aparicio, 2014; Marín, 2015; Rodríguez y Santiago, 2015; González y Fuentes, 2016) y que se apoya en el conocimiento de que los juegos pueden despertar cualquier emoción (Herranz y Colomo-Palacios, 2012; Werbach, 2012). Tal y como se ha hecho con éxito en otros contextos no lúdicos (Cortizo Pérez et al., 2011; Ovallos, Villalobos, De la Hoz, Maldonado, 2016), cabe, por tanto, pensar que introducir elementos del juego en el contexto educativo, es decir, implementar una metodología gamificada (Foncubierta y Rodríguez, 2006; Zichermann y Cunningham, 2011; Kapp, 2012; Díaz y Troyano, 2013) puede contribuir a la mejora de los aprendizajes. Con ello, aprovecharíamos ciertas bondades relacionadas con la estimulación de la curiosidad, el disfrute, la satisfacción y la implicación (Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014) al servicio de nuevos y mejores aprendizajes. Por último, esta metodología gamificada de la que hablamos permite ser digitalizada (o tecnológizada) fácilmente gracias a numerosas aplicaciones a disposición del docente (*Classcraft, ClassBadges, Class Dojo, Kahoot*) para

la consecución de los objetivos didácticos y para la mejora del rendimiento académico por medio de la motivación del alumnado (Murua, 2013; Marín, 2015).

Ahora bien, ¿está el profesorado en disposición de hacer frente a este reto con su perfil competencial actual? ¿Atesora los saberes disciplinares, pedagógicas y tecnológicas necesarias para ello? Sin duda, la revisión de la literatura evidencia a priori que el profesorado se ve en la necesidad de aplicar nuevas metodologías que favorezcan el aprendizaje significativo por medio del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (Almerich, Suárez-Rodríguez, Belloch y Bo, 2011; Esteve-Mon, Gisbert-Cervera y Lázaro-Cantabrana, 2016). Concretando para el ámbito científico-tecnológico y buscando la estimulación de la motivación de los estudiantes para así provocarles interés por el mundo que les rodea y por el conocimiento en general, en este artículo ponemos el foco en la gamificación digitalizada de STEM (González y Fuentes, 2016) y analizamos cuáles son las necesidades formativas del profesorado que desee introducir metodologías gamificadas enriquecidas con TIC en el contexto de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) del sistema educativo español para el ámbito de STEM, buscando siempre la calidad educativa por medio del aprendizaje significativo de los contenidos curriculares y despertando la motivación en el alumnado. Como veremos detenidamente en los apartados siguientes, estas necesidades formativas, que parten del perfil competencial necesario para desarrollar experiencias de aprendizaje gamificadas en el ámbito STEM, se concretan en tres saberes: contenidos, pedagogía y TIC, que se corresponden con los tres ejes fundamentales de conocimientos que propone el modelo pedagógico TPACK para la formación del profesorado descrito por Mishra y Koehler (2006) y que tomaremos como fundamento teórico en esta investigación a la hora de definir la formación docente óptima.

Por tanto, el objetivo de este artículo es, precisamente, justificar a partir de la revisión de la literatura cuáles son los contenidos y las destrezas, dentro de un marco general de competencia digital docente, en que deberíamos formar a los docentes para que diseñen e implementen experiencias de aprendizaje gamificadas para el ámbito STEM.

2. Método.

Este artículo forma parte de la primera fase de una investigación más extensa que sigue la metodología de Investigación Basada en Diseño, denominada DBR por sus siglas en inglés (Plomp, 2013; Reeves, Herrington y Oliver, 2005; De Benito y Salinas, 2016), orientada al diseño y a la validación de una estrategia de formación en gamificación para el ámbito STEM para el profesorado en activo de Educación Secundaria. Dentro de la primera fase dedicada al diagnóstico y a la fundamentación, se ha realizado un análisis documental para recopilar, estudiar y analizar a partir de las buenas prácticas recabadas en la literatura cuáles son los contenidos y las destrezas, dentro de un marco general de competencia digital docente, en que deberíamos formar a los docentes para que diseñen e implementen experiencias de aprendizaje gamificadas para el ámbito STEM.

En concreto, el análisis documental que proponemos queda operativizado según las recomendaciones descritas por Bisquerra (2009), que se resumen en los siguientes puntos:

- Rastreo e inventario de los documentos disponibles.
- Clasificación de los documentos identificados.
- Selección de los documentos más pertinentes para la investigación.
- Lectura en profundidad del contenido.
- Lectura cruzada y comparativa de los documentos para construir una síntesis.

2.1. Rastreo e inventario de los documentos disponibles

Ese análisis documental parte de una selección de textos de la literatura del ámbito llevada a cabo por medio de búsquedas selectivas cruzadas de documentos a partir de las palabras clave relevantes en los repositorios más accesibles y sensibles a la temática (WoK, iCercador, Google Scholar, ERIC, Scopus), lo cual nos ha permitido constituir una batería de textos con los que armar la presente reflexión sobre STEM y gamificación para la educación tanto de forma disgregada como documentos que relacionan ambos conceptos. Tras las lecturas iniciales, se procedió a armar un mapa conceptual, a partir del cual se produjo la redacción de esta reflexión, al servicio del objetivo que hemos enunciado anteriormente, lo que viene a suponer una primera revisión, o *practical screen* (Okoli y Schabram, 2010).

2.2. Clasificación, selección y síntesis de los documentos consultados

Los documentos que finalmente forman parte del corpus literario analizado (ver Tabla 1) se han clasificado en tres grupos:

- Documentos específicamente relativos al ámbito STEM y la enseñanza integrada de las disciplinas del ámbito científico y tecnológico.
- Documentos relativos a la gamificación en el ámbito educativo formal en general.
- Documentos relativos a experiencias docentes gamificadas puestas en práctica en diferentes escenarios educativos en Primaria, Secundaria y Universidad para STEM u otras disciplinas, siempre que se hayan considerado extrapolables al ámbito STEM.

Tabla 3.

Número de documentos consultados por temática.

Temática	Nº de documentos consultados
Ámbito STEM y enseñanzas integradas	9
Gamificación en educación	23
Gamificación en STEM	24

De entre los tres grupos de documentos clasificados, es el último el que reviste mayor interés para esta investigación, ya que se focaliza en la aplicación de la gamificación en el ámbito STEM y engloba los documentos que se han priorizado en este estudio por estar directamente relacionados con el objetivo que se persigue.

2.3. Evaluación cualitativa y análisis

A partir de aquí, se procedió al análisis cualitativo en sí mismo, que considera la evaluación cualitativa y la extracción de los datos relevantes (Okoli y Schabram, 2010). Para facilitar lo se procedió a una primera categorización de la información relevante en tres ámbitos, tomados del modelo TPACK (Mishra y Koeler, 2006, 2008). En este sentido, si tuviéramos que enumerar las características de un profesional de la enseñanza en la actualidad, diríamos que los docentes deben ser buenos conocedores de la materia que imparten en cuanto a contenidos se refiere, disponer de conocimientos pedagógicos adecuados y tener unas determinadas características personales que le habiliten para la docencia, según Zabalza (2003) y Salinas, De Benito y Lizana (2014). Además, si partimos de las características de la Sociedad del Conocimiento y del tipo de alumnado digital actual (Gallardo, 2012), habría que añadir una cualidad más al profesorado de hoy en día y esta es la necesidad de que los docentes sean competentes digitalmente (Del Moral y Villalustre, 2010; Gisbert, González y Esteve, 2016; Pico, 2013; Tribó, 2008). Por tanto, el docente actual debe disponer de conocimientos en contenidos, pedagogía y TIC que le hagan capaz de enfrentarse a la compleja tarea de facilitar el aprendizaje al alumnado digital. Estos tres saberes son los que se consideran primordiales en el modelo pedagógico de formación docente TPACK introducido por Mishra y Koehler (2006; 2008) y que se presentan en la figura 1.

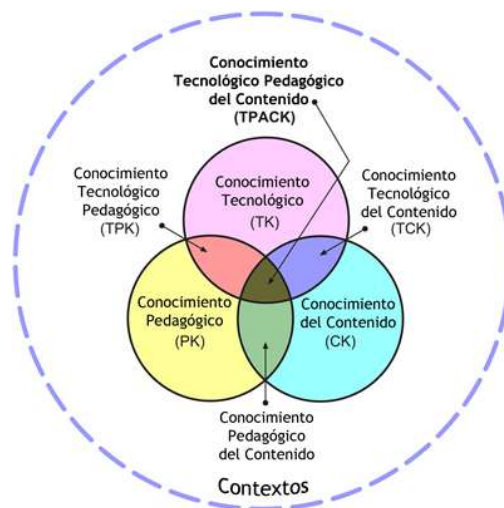


Figura 1. Diagrama del modelo pedagógico TPACK. (Adaptado de Salinas, De Benito y Lizana, 2014)

A partir del esquema general (adaptado de Salinas, De Benito y Lizana, 2014) de la figura 1 y siguiendo, por tanto, el modelo TPACK, los conocimientos fundamentales que debe adquirir un docente del ámbito STEM que pretenda introducir metodologías gamificadas son los siguientes:

- Conocimiento del Contenido (CK): conocer en profundidad los currículos de las materias del ámbito STEM que en el sistema educativo español se corresponden con Biología y Geología, Física, Matemáticas y Tecnología y saber impartir los contenidos comunes de dichas materias de manera integrada.
- Conocimiento Pedagógico (PK): conocer y saber aplicar metodologías gamificadas que faciliten el proceso de enseñanza aprendizaje buscando la motivación del alumnado, su implicación y su interés por el conocimiento.
- Conocimiento Tecnológico (TK): ser competente digitalmente y saber usar las TIC más adecuadas para llevar a cabo la implementación en el aula de metodologías gamificadas.

A continuación, se exponen los datos obtenidos a este respecto partiendo de estas tres categorías de análisis.

3. Resultados.

3.1. Conocimiento del contenido del docente de STEM

En el sistema educativo español, y teniendo en cuenta las leyes educativas que, aunque cuestionadas, siguen vigentes en la actualidad (en esencia, la Ley 2/2006, de 3 de mayo,

de educación (LOE) con las modificaciones introducidas por la Ley 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE)), la integración de las materias del ámbito STEM consiste en englobar los contenidos de las asignaturas de Biología y Geología (ByG), Matemáticas (Mat), Tecnología (Tec) y Física y Química (FyQ). Todas ellas son obligatorias en la etapa de la Educación Secundaria Obligatoria, (ESO, de los 12 a los 16 años), a excepción de Tecnología que, aunque se imparte como asignatura obligatoria en comunidades como Andalucía y Madrid, se oferta como optativa en todos los cursos de la ESO y es troncal en el 2.º ciclo. Estas materias del ámbito científico tecnológico se distribuyen en bloques de contenidos cuyas similitudes permiten establecer una correspondencia entre los bloques temáticos de las distintas asignaturas tal y como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.

Elaboración propia. Relación de bloques de contenidos de las asignaturas STEM según la LOMCE en la ESO.

	Física y Química (2º y 3º ESO)	Biología y Geología (1º y 3º ESO)	Tecnología (1º, 2º y 3º ESO)	Matemáticas	
1er Ciclo ESO	Bloque 1. La actividad científica	Bloque 1. Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica. Bloque 3. La biodiversidad en el planeta Tierra Bloque 7. Proyecto de investigación	Bloque 1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos Bloque 2. Expresión y comunicación técnica	Bloque 5. Tecnologías de la Información y la Comunicación	Procesos, métodos y actitudes en matemáticas, números y álgebra, análisis, estadísticas y probabilidad, funciones.
	Bloque 2. La materia	Bloque 2. La Tierra en el universo	Bloque 3. Materiales de uso técnico		
	Bloque 3. Los cambios	Bloque 2. La Tierra en el universo Bloque 4. Las personas y la salud. Promoción de la salud	Bloque 3. Materiales de uso técnico		
	Bloque 4. El movimiento y las fuerzas	Bloque 2. La Tierra en el universo Bloque 5. El relieve terrestre y su evolución	Bloque 4. Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas		
	Bloque 5. Energía	Bloque 5. El relieve terrestre y su evolución Bloque 6. Los ecosistemas	Bloque 4. Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas		
2º Ciclo ESO	Física y Química (4º ESO)	Biología y Geología (4º ESO)	Tecnología (4º ESO)	Bloque 1. Tecnologías de la Información y la Comunicación	
	Bloque 1. La actividad científica	Bloque 1. La evolución de la vida Bloque 4. Proyecto de investigación	Bloque 6. Tecnología y sociedad		
	Bloque 2. La materia	Bloque 3. Ecología y medio ambiente	Bloque 3. Electrónica		
	Bloque 3. Los cambios	Bloque 2. La dinámica de la Tierra Bloque 3. Ecología y medio ambiente	Bloque 2. Instalaciones en viviendas		
	Bloque 4. El movimiento y las fuerzas	Bloque 2. La dinámica de la Tierra	Bloque 4. Control y robótica Bloque 5. Neumática e hidráulica		
Bloque 5. La energía	Bloque 3. Ecología y medio ambiente	Bloque 3. Electrónica Bloque 4. Control y robótica			

Como decíamos, en esta Tabla 2 se relacionan los bloques de contenidos establecidos por la LOMCE para las cuatro asignaturas del ámbito STEM en los dos ciclos de la etapa de la ESO teniendo en cuenta los contenidos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje que propone dicha ley. El primer ciclo de la etapa corresponde a los cursos de 1.º, 2.º y 3.º y el segundo ciclo corresponde a 4.º de la ESO. Las cuatro materias del ámbito aparecen separadas por columnas y por ciclo, así la tabla se divide en dos partes, en la parte superior se encuentra el 1.º ciclo de la ESO y la parte inferior el 2.º ciclo. Los bloques de contenidos de cada materia que se muestran por columnas se relacionan entre sí horizontalmente por filas. De esta manera y tomando como ejemplo

la primera fila del 1.^{er} ciclo de la ESO, se establece que el bloque 1 de FyQ está íntimamente relacionado con los bloques 1, 3 y 7 de ByG y los bloques 1 y 2 de Tec, además de con el bloque 5 de Tec, que es transversal al tratarse del conocimiento de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y que debe desarrollarse a lo largo de todo el primer ciclo de la ESO. Esto significa que todos estos bloques de contenidos (bloque 1 de FyQ; 1, 3 y 7 de ByG; 1, 2 y 5 de Tec) serían fácilmente integrables con el apoyo, además, de la asignatura de Matemáticas (Mat) que resulta transversal a las otras tres materias en toda la etapa de la ESO, ya que los fundamentos o procedimientos matemáticos que se requieran dependerán de cada tarea o ejercicio planteado.

Aunque los bloques de contenidos de las diferentes materias no coinciden al cien por cien, sí es posible establecer vínculos entre ellos que permiten combinarlos de manera apropiada para que puedan impartirse conjuntamente. Si nos detenemos en la primera fila de la tabla donde, como decíamos, se establece una relación entre los bloques 1 de FyQ, 1, 3 y 7 de ByG y 1 y 2 de Tec, (además de con el bloque 5 de Tec referente a las TIC y Matemáticas que, como se ha explicado, resultan transversales) observamos que el fundamento de los bloques, según se describe en la LOMCE, es conocer las etapas del método científico (bloque 1 de FyQ, bloques 1 y 7 de ByG) que coinciden con las etapas del proceso de resolución de problemas tecnológicos (bloque 1 de Tec) y que podrían llevarse a la práctica, para fomentar el aprendizaje significativo, mediante la investigación o estudio de la biodiversidad en el planeta Tierra (bloque 3 de ByG) para lo cual será necesario un proceso de investigación usando las TIC (bloque 5 de Tec), comprender y manejar los datos obtenidos (Mat) que finalmente deberían ser presentados junto con las conclusiones y soluciones propuestas debidamente argumentadas (bloque 2 de Tec de expresión y comunicación técnica).

Del mismo modo, si nos fijamos ahora en la cuarta fila, donde se relacionan el bloque 4 de FyQ, los bloques 2 y 5 de ByG, el bloque 4 de Tec y, de nuevo, aparecen de manera transversal el bloque 5 de Tec y las Matemáticas, observamos que los fundamentos físicos que rigen la descripción de los movimientos y las fuerzas, contenidos del bloque 4 de FyQ, son los mismos principios que han de tenerse en cuenta en el diseño y construcción de estructuras y mecanismos (bloque 4 de Tec) ya que las estructuras se ven sometidas a fuerzas y los mecanismos transforman o transmiten el movimiento de unos sistemas a otros en una máquina. Igualmente a como ocurre en las máquinas y las estructuras artificiales que se estudian en Tecnología, la Tierra está formada por estructuras naturales que se ven sometidas a fuerzas que provocan movimientos en las distintas capas de la Tierra originando las modificaciones en el relieve terrestre (bloque 5 de ByG). Además, la Tierra como planeta se ve sometida a fuerzas gravitatorias que permiten su movimiento dentro del universo como parte del Sistema Solar (bloque 2 de ByG). Fuerzas y movimientos tanto del relieve terrestre como del planeta en el universo que se rigen por los mismos principios físicos las que comentábamos antes. Para el

estudio de estos bloques es obviamente necesario hacer uso de fórmulas matemáticas y manejar distintas unidades que permitan realizar los cálculos necesarios para estimar el valor de las fuerzas y de los distintos parámetros que intervienen en la transmisión y transformación de movimientos (distancias, pesos, etc.). Todo ello con el apoyo de las herramientas TIC necesarias tanto para la realización de cálculos como para lograr una mayor comprensión de los conceptos mediante simulaciones o búsqueda de información en la red. Por fundamentarse en los mismos principios, estos bloques de contenidos de FyQ, Tec, ByG y Mat están íntimamente relacionados y podrían impartirse de manera integrada haciendo que el alumnado comprenda mejor el mundo que le rodea y la conexión entre distintos elementos.

Por su formación básica previa, damos por descontado, que los profesores del ámbito de STEM tienen altos conocimientos de los contenidos que son comunes a las cuatro asignaturas del ámbito y que se basan en los mismos principios físicos y matemáticos, aunque su especialidad sea teóricamente solo una de ellas. Sin embargo, sí es necesario ofrecerles a los docentes de este ámbito una formación que incida en identificar los puntos de conexión de los distintos bloques de contenidos de las materias STEM tal y como aparecen sintetizados en la tabla 2 para la etapa de la ESO. Por tanto, el conocimiento del contenido, al que hace referencia el modelo TPACK, y en el que pretendemos formar en un futuro al profesorado de STEM, se concreta en la búsqueda de las similitudes entre los bloques de contenidos de las cuatro materias del ámbito identificando qué contenidos se pueden impartir de manera integrada y mostrando de forma práctica cómo se articularía ese abordaje conjunto de los contenidos multidisciplinares en el tercer nivel de concreción. Todo ello permite ofrecer un nuevo enfoque a los contenidos curriculares que debe impartir el docente de cualquiera de estas cuatro materias.

3.2. Conocimiento pedagógico del docente de STEM

Una vez concretado el nuevo enfoque que debería darse a los contenidos curriculares en el ámbito de STEM, el segundo paso consistiría en analizar las necesidades pedagógicas del profesorado que imparte dichos contenidos en la etapa de la ESO para que lo haga de la manera más satisfactoria posible. Como decíamos, eso pasa por mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de un alumnado que podemos considerar digital (Gallardo, 2012) por la familiaridad que tiene con las TIC y el uso que hace a diario de dispositivos, aplicaciones, recursos y medios digitales (Sánchez-Aparicio, 2014). Ante este tipo de alumnado, generalmente no funcionan los tradicionales enfoques superficiales de aprendizaje y evaluación basados en la memorización por repetición de hechos o ideas apenas interrelacionados (Maquilón y Hernández, 2011; Mirete, Soro y Maquilón, 2015). Este alumnado, recordamos, se siente además frecuentemente desmotivado por las dificultades que presentan las materias del ámbito STEM (Marbà y Márquez, 2010) y eso le lleva a alejarse de esta rama del conocimiento a medida que

avanza en sus estudios (Vázquez y Manassero, 2009; Convert y Gugenheim, 2005). O incluso, puede sentir una profunda desconexión y un claro desinterés por lo académico en general, lo cual puede generar situaciones disruptivas que afectan negativamente al proceso de enseñanza-aprendizaje y a la convivencia en los centros educativos (Muñoz, Pérez, y Martín, 2006) o que finalmente provocan el abandono prematuro de los estudios (Mirete, Soro y Maquilón, 2015; Tarabini, Curran, Montes y Parcerisa, 2015).

Ante el fracaso relativo de los enfoques educativos tradicionales en los contextos actuales, resulta imprescindible un cambio pedagógico que, sin duda, implica la incorporación de metodologías docentes innovadoras que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje y favorezcan el rendimiento escolar por medio de un aprendizaje significativo. En ese sentido, tal y como se indica en la LOMCE, las metodologías docentes han de permitir el desarrollo de la creatividad y la innovación en el alumnado, dos habilidades que se consideran imprescindibles para los ciudadanos del siglo XXI y que recalca Moreno Marcha (2012, p. 2) afirmando que “de la creatividad y de la innovación dependen la iniciativa empresarial, la investigación, el desarrollo económico, el bienestar social, la competitividad de las organizaciones y también, y no menos importante, el desarrollo personal”. Además, una metodología óptima debe buscar la motivación del alumnado despertando su curiosidad y estimulando su conocimiento, haciendo que los estudiantes se sientan satisfechos con su propio aprendizaje y se impliquen en las tareas que realizan. En definitiva, debe hacérseles disfrutar del aprendizaje a la vez que se consigue el objetivo primordial, que no es otro que la mejora de los resultados académicos (Peña y Madrid, 2015). Estas características (creatividad, innovación, motivación, curiosidad, satisfacción), por ejemplo, coinciden en su totalidad con las propias de las metodologías gamificadas (Ocaña et al, 2015, Vega y Cañas, 2014; Albir-Mañanes, 2014; Lizbarido, 2015; Revuelta et al, 2015; Vega-Moreno et al, 2016) donde se aplican elementos de la mecánica de juegos a ámbitos de no juego como es, en este caso, el educativo. En palabras de Saorin et al (2015, p. 107), hablando sobre gamificación, “esta tendencia educativa trata de potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo y otros valores comunes a todos los juegos para influir y motivar a los alumnos”, consiguiendo así que en el proceso de enseñanza-aprendizaje los estudiantes sean los protagonistas teniendo el control sobre la experiencia lúdica (Barragán et al, 2015) y buscando siempre un aprendizaje experiencial (Lengeren, 2016) y significativo (Peña y Madrid, 2015). Las metodologías gamificadas son avaladas también por Olmo (2015), quien citando a Muñoz Calle (2010), recuerda que el aprendizaje del alumnado se ve potenciado con el empleo adecuado de juegos educativos. Es por todo esto por lo que, aun conociendo otras metodologías que persiguen la mejora del rendimiento académico, y siendo conscientes de que como afirman Urh, Vukovic, Jereb y Pintar (2015) citando a Filsecker y Hickey (2014) la investigación en relación a la gamificación se encuentra en sus albores y, por tanto, no existen pruebas contundentes que afirmen que la gamificación es eficaz en todos los

casos, apostamos aquí por la inclusión de metodologías gamificadas que hagan uso de las TIC, ya que consideremos esta metodología provechosa para alcanzar el objetivo de la excelencia académica en STEM, el enriquecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje y, en definitiva, una mejora significativa de los resultados del alumnado (González y Fuentes, 2016).

Además de los beneficios descritos que se conjugarían para que el docente consiga una mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, la gamificación resulta una metodología flexible que puede plantearse desde distintos enfoques en cada asignatura según las competencias que se desee potenciar en los alumnos (Molas y Roselló, 2010). Sin embargo, esto obviamente implica una gran dedicación por parte del docente, tal y como nos recuerda Barragán et al (2015, p. 710) afirmando que “el proceso de gamificar, al igual que el proceso de virtualizar una asignatura, supone un esfuerzo de planificación y seguimiento, diseño y realimentación constantes y adaptados a cada asignatura, grupo y curso”. Es precisamente este gran requerimiento de esfuerzo y tiempo del docente lo que recalca Brigham (2015) como una de las grandes desventajas de introducir la gamificación en el contexto educativo. El mismo autor va más allá afirmando que la gamificación no garantiza que se facilite el aprendizaje del alumnado en todos los casos, sino que se necesita un buen diseño de actividades relacionadas con objetivos de aprendizaje claros para que la gamificación sea exitosa. Si esto se consigue, el esfuerzo del docente finalmente se verá recompensado por la mejora del rendimiento académico del alumnado.

En el proceso de gamificar el aula, no hay que olvidar elementos como la curiosidad, la competición, el compañerismo y el significado que según Barragán et al (2015), citando a Lazzaro (2004), son considerados las cuatro claves de la diversión y, por tanto, deben aparecer en las metodologías gamificadas en el aula. Estos elementos, a su vez, deberán verse traducidos en elementos reconocibles de la mecánica de juegos por medio de la obtención de puntos, niveles, recompensas, *rankings*, retos o contenidos desbloqueables (García Velategui, 2015; Olmo, 2015). El docente debe tener en cuenta estos elementos a la hora de implantar experiencias gamificadas, como las denomina García Velategui (2015) quien, coincidiendo con Rodríguez y Santiago (2015), considera que la gamificación no deberían consistir solo en gamificar contenidos a través de videojuegos, sino que también apuesta por incorporar conceptos de gamificación en la propia gestión del aula para aprovechar al máximo los beneficios que esta aporta al alumnado. En ese sentido, de nuevo, Barragán et al (2015) enumeran aspectos como el premio al esfuerzo y al trabajo extra, la penalización cuando hay falta de interés, la propuesta de vías para mejorar y la facilidad para realizar un seguimiento del desempeño académico.

En el caso de STEM, son numerosas las propuestas que integran secuencias gamificadas que avalan los beneficios de introducir la mecánica de juegos en la clase con el objetivo de facilitar al alumnado la adquisición de los contenidos del ámbito y que, además, utilizan las TIC para digitalizar los elementos característicos de los juegos aplicados al ámbito educativo de STEM buscando la motivación del alumnado digital (Ocaña, 2012; Vega y Cañas, 2014; Albir-Mañanes, 2014; Marín, 2015; Lizbardo, 2015; Revuelta et al, 2015; Vega-Moreno et al, 2016). Por tanto, resulta conveniente que los docentes reciban formación específica para desarrollar las habilidades necesarias que permitan no solo introducir juegos educativos con los que se promueve el aprendizaje de los contenidos integrados del ámbito STEM, sino además de gamificar la propia gestión del aula sabiendo implantar en el aula las experiencias gamificadas completas de las que hablábamos antes.

3.3. Conocimiento tecnológico del docente de STEM

Nos centramos ahora en la parte final del proceso, en la implantación en el aula de una metodología gamificada, lo que conllevará la toma de decisiones sobre cuáles son los recursos más adecuados y, por tanto, cuáles las TIC más pertinentes. Para ello, debemos tener en cuenta las características del alumnado digital (Gallardo, 2012) de la etapa de la ESO: son ciudadanos de la actual SC tecnificada en prácticamente todos sus campos (Marcelo, 2001). En este sentido, es oportuno traer a colación la necesidad de que el docente desarrolle su propia competencia digital (como ciudadano, y también como docente) de manera que pueda seleccionar y usar las TIC más apropiadas que le permitan desarrollar dicha metodología gamificada con el fin de conseguir sus objetivos didácticos. Así, Gisbert, González y Esteve (2016), afirman que el docente de hoy en día, al igual que sus alumnos y alumnas, forma parte activa de la SC, y como tal debe desarrollar destrezas y conocimientos que le lleven al ejercicio de su profesión con excelencia sabiendo usar las tecnologías de que disponga para introducirlas con eficacia en el ámbito educativo.

La formación que aquí proponemos debe estar enfocada a mostrar diversas opciones tecnológicas (aplicaciones, recursos, herramientas) que permiten la implementación de experiencias gamificadas. Y ello, lógicamente, implica la mínima capacitación técnica para su configuración y la competencia para su adaptación al ámbito de STEM. Ello, en definitiva, contribuirá a incrementar el uso tecnológico por parte de los docentes y favorecerá el desarrollo de la competencia digital del docente. En definitiva, le permitirá alcanzar un nivel superior en las áreas descritas por el Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) (INTEF, 2017): información, comunicación y colaboración, creación de contenidos digitales, seguridad y resolución de problemas. Con esto se busca que el docente, en el ejercicio de su profesión, sea capaz de investigar, seleccionar, configurar y aprender a usar las TIC más apropiadas para crear experiencias gamificadas completas (García Velategui, 2015) en STEM para un determinado grupo-

clase, donde se gamifiquen tanto los contenidos integrados del ámbito como la gestión del aula por medio de la digitalización de los elementos propios de la mecánica de juegos que, como citábamos antes, son puntos, niveles, retos, contenidos desbloqueables, etc. (García Velategui, 2015; Olmo, 2015).

Con la selección y empleo de las TIC para gamificar los contenidos, se busca facilitar la adquisición de los contenidos integrados de STEM, pues ello favorece que los estudiantes experimenten un aprendizaje vivencial que los haga sentirse más conectados con el conocimiento y entiendan así que tiene relación con sus vidas. En ese sentido, Molas y Roselló (2010), referenciando a Prenski (2005), recuerdan que el uso de las TIC por parte de los estudiantes facilita el proceso de aprendizaje, ya que los convierte en protagonistas de su propio aprendizaje y les permite desarrollar su autonomía resolviendo problemas por ellos mismos en experiencias que les llevan a un aprendizaje vivencial (Levis, 2003). Para la implementación de secuencias gamificadas, el docente dispone de aplicaciones que le permiten gamificar el aula, al mismo tiempo que promueven en el alumnado el desarrollo del pensamiento computacional (Tobón y Cano, 2015; Vega-Moreno et al, 2016) y otras importantes competencias social, lingüística y emprendedora (Moreno et al, 2014). Por ejemplo, aplicaciones como *Kahoot* (Foncubierta y Rodríguez, 2006) o *Zondle* (Olmo, 2015), configurables para STEM, permiten establecer *rankings* basados en preguntas, con los que el profesor puede comprobar si los estudiantes han asimilado los contenidos mediante el juego. Por otro lado, la resolución de problemas en los que se apliquen los contenidos adquiridos puede llevarse a cabo mediante el uso de videojuegos o por medio de la robótica, lo que además permite el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes por medio del uso de lenguajes de programación lúdicos destinados a tal fin, como *Scratch* o *Legó Mindstorm*. En estas experiencias el propio alumnado crea sus videojuegos, donde aplica los conocimientos teóricos adquiridos a la vez que desarrolla capacidades o habilidades de programación. Según Vázquez-Cano y Ferrer (2015), esto les ayudará a tener éxito en cualquier carrera del siglo XXI, ya que el pensamiento computacional promueve el desarrollo de la creatividad, la autonomía para la búsqueda de soluciones, el aprendizaje autónomo, la resolución de problemas y fomenta el trabajo colaborativo, que puede verse favorecido mediante la compartición de ideas en las redes sociales (Morales Socorro, 2011).

Por otro lado, la gamificación del control del aula se centra principalmente en gamificar las normas de comportamiento del alumnado para favorecer el clima en la clase. En palabras de Rodríguez y Santiago (2015), es el factor que más contribuye a la formación y al rendimiento del alumnado. Aquí no solo entra en consideración si un estudiante es disruptivo o no, sino también lo implicado que esté a la hora de trabajar en grupo, si ofrece ayuda a sus compañeros, si colabora activamente en la realización de las tareas o incluso el mantenimiento de un volumen de voz apropiado durante el trabajo en clase.

Comenzando por pequeños gestos como llamar a los alumnos “jugadores” o a los deberes “menús” (Rodríguez y Santiago, 2015) e incorporando las aplicaciones tecnológicas adecuadas, el ambiente de trabajo en el aula mejora. Así, por ejemplo, lo demuestran experiencias docentes gamificadas como la descrita por Tauler (2016) para alumnos de 2.º de la ESO en Barcelona por medio de *Classcraft*. Esta investigación muestra la mejora en el comportamiento del alumnado liberando el aula de momentos disruptivos y fomentando la cooperación entre los estudiantes. En la misma línea, Torres (2016) afirma que esta misma aplicación produce una atractiva atmósfera en la clase que incita a la motivación, y Gómez Triana et al (2015) inciden en su influencia en la mejora del trabajo colaborativo entre los estudiantes. Por su parte, Valle (2016) expone un experimento para la mejora de la conducta de alumnos de Primaria, que podría extrapolarse a Secundaria, por medio de la economía de fichas, mediante la aplicación *E_TOKEN*. Gracias a ella, se implican todos los agentes relacionados con el aprendizaje del alumnado (tutores, padres, otros alumnos, etc.) y se les da la posibilidad de acceder a ella con diferentes roles. Similar a esta y también para gestionar las insignias del grupo de clase, existen *ClassBadges* (Manzanares Guillén, 2014) u otras aplicaciones como *ClassDojo* (García Velategui, 2015; Murua-Cuesta, 2013), que permiten además al docente enviar informes de comportamiento a alumnos y padres. Todo ello, en definitiva, es una pequeña muestra de las muchas posibilidades tecnológicas existentes y sobre las que habrá que formar a los docentes.

Y, por otro lado, para la implantación de experiencias gamificadas en el aula, es importante señalar que, además de los dispositivos tecnológicos de los que disponen generalmente los centros (ordenadores, portátiles, PDI), se pueden emplear también, los dispositivos con los que cuentan los propios estudiantes (*smartphones, tablets, etc.*), quienes se sumarían de esta manera a la tendencia “BYOD” (*Bring Your Own Device*) descrita por Saorin et al. (2015).

Resulta obvio, como se ha visto, que para que el docente sea capaz de crear experiencias gamificadas valiéndose de aplicaciones que necesitan ser configuradas y adaptadas al propio ámbito de STEM, es necesario que dichos docentes continúen desarrollando su competencia digital en las áreas descritas por el Marco de Competencia Digital Docente, y esto es lo que se pretende conseguir con esta tercera pata de la formación que aquí se plantea para conseguir la excelencia profesional del docente en el ámbito educativo de STEM.

4. Discusión y conclusiones

Los nuevos retos a los que se enfrenta el sistema educativo (y, por ende, el profesorado que tiene la labor de formar a estudiantes que serán los protagonistas del desarrollo de la sociedad del futuro) obligan a que los profesores continúen formándose constantemente (Campos, 2012; Bozu e Imbernon, 2016) para seguir desarrollando

competencias imprescindibles en la Sociedad del Conocimiento (Gisbert, González y Esteve, 2016). No pocos informes oficiales inciden en esta necesidad de formación del profesorado (UNESCO, 2008; MECD, 2014) y es en lo que nos basamos en esta investigación, con especial interés en un ámbito concreto, el STEM (Duque, Celis y Camaño, 2011). Por su relevancia en la actualidad (Convert y Gugenheim, 2005; Prieto y Chrobak, 2012) y por presentar gran dificultad en general para el alumnado de Secundaria (Marbà y Márquez, 2010), debe ser promocionado y enseñado desde un nuevo enfoque educativo que permita integrar los contenidos de las materias del ámbito y conectarlos con la realidad del alumnado (Von Garnier, 2010) favoreciendo el aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades que le permitan enfrentar los retos del siglo XXI (Area, 2010).

En este contexto, y sabiendo que en el nuevo paradigma educativo que se nos plantea son necesarias nuevas metodologías que conecten con el alumnado digital de hoy en día (Gallardo, 2012), consideramos que la gamificación educativa cuenta con características suficientes (fomento de la motivación, implicación y satisfacción por el aprendizaje) (Saorin, 2015) para ser un elemento por incluir en las metodologías docentes cuando se busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es indudable que la investigación en gamificación está en sus inicios (Urh, Vukovic, Jereb y Pintar, 2015); y, además, existen voces que recuerdan la dificultad que supone implementar metodologías gamificadas (Barragán, 2015) que tienen el riesgo de fracasar si no están bien planificadas o ligadas a objetivos didácticos concretos, y que, además, gamificar requiere un gran consumo de tiempo por parte de los docentes ya que ha de hacerse para un grupo de clase específico (Brigham, 2015). Sin embargo, sus beneficios quedan demostrados en experiencias concretas que se han llevado a cabo y que exponen como resultado que una buena implementación de la gamificación repercute positivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Moreno et al, 2014; Torres, 2016; Tauler; 2016). Por la dificultad que entraña introducir la gamificación en el ámbito educativo y el riesgo que supone una mala implementación de las tareas o actividades a gamificar, consideramos que los docentes deben ser formados adecuadamente para desarrollar con éxito experiencias completas (García Velategui, 2015) para el ámbito STEM que, por medio de las TIC, permitan gamificar tanto los contenidos integrados de las materias científico-tecnológicas como la gestión del aula, con el objetivo único de la mejora de la calidad de los aprendizajes. Aislar esos tópicos según el modelo TPACK (Mishra y Koehler, 2006; 2008) es aquello que proponemos como guía para llevar a cabo una futura propuesta de formación docente que incida en los tres ejes que deben desarrollar los docentes STEM que quieran implementar experiencias gamificadas digitalizadas para grupos de Secundaria.

En este sentido, la búsqueda de la mejora de la calidad educativa nos lleva a plantearnos nuevas formas de enseñar (Bona, 2015) en las que el docente debe abandonar el

tradicional rol transmisor para convertirse en un guía o facilitador del aprendizaje (Gisbert, González y Esteve, 2016; Molas y Rosselló, 2010). Es necesario, por tanto, proponer nuevos modelos pedagógicos (con sus correspondientes estrategias didácticas) que hagan recuperar al alumnado el interés por el conocimiento y, por tanto, mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre todo en el ámbito de la ciencia y la tecnología. En ese sentido, lo consideramos fundamental para enfrentar los nuevos retos que se plantearán en la sociedad del siglo XXI (Marcelo, 2001; Area, 2010) y que los alumnos catalogan de complicado, difícil o desconectado de la realidad (Vázquez y Manassero, 2009; Peña y Madrid, 2015), lo que les lleva en muchas ocasiones a no decantarse por esta rama del conocimiento a medida que avanzan en sus estudios y que genera, a su vez, una crisis de las vocaciones científicas (Convert y Gugenheim, 2005).

El profesorado, como parte fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje, debe hacer frente al reto que supone enseñar en el siglo XXI y garantizar la excelencia académica (González Sanmamed, 2009; Marina, 2015). Para ello, ha de desarrollar competencias disciplinares, pedagógicas y tecnológicas que les permitan implementar en las aulas nuevas metodologías que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre todo, en ámbitos que generalmente presentan dificultades para el alumnado como es el científico y tecnológico.

Por otro lado, para fomentar el rendimiento académico y la motivación del alumnado en el ámbito científico y tecnológico, surgió la iniciativa STEM (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012), que promueve el aprendizaje significativo por medio de la integración de los contenidos de las materias que se engloban en dicho ámbito. En el sistema educativo español, en la etapa de la ESO, estas materias se corresponden con Matemáticas, Biología y Geología, Física y Química y Tecnología, cuyos bloques de contenidos, descritos en la ley vigente de educación (LOE modificada por LOMCE), se relacionan tal y como que se muestra en la tabla 2. Estos contenidos, por tanto, han de enseñarse de manera integrada y para ello los docentes requieren de formación específica que les muestre los puntos de conexión entre las distintas materias del ámbito y cómo se articularía esa integración en la práctica.

Además del nuevo enfoque que ha de darse a los contenidos para enseñarlos de manera integrada en el ámbito STEM, el profesor en su labor docente debe adaptarse a los nuevos tiempos y emplear nuevos enfoques pedagógicos alejados de la memorización (Maquilón y Hernández, 2011; Mirete, Soro y Maquilón, 2015) y más orientados a fomentar un aprendizaje significativo que facilite la adquisición de contenidos, favorezca la motivación, la curiosidad, la implicación del estudiante y evite el fracaso escolar o el abandono prematuro de los estudios (Mirete, Soro y Maquilón, 2015; Tarabini, Curran, Montes y Parcerisa, 2015). Estos nuevos enfoques pedagógicos han de ir acompañados por metodologías innovadoras que ayuden a alcanzar esos objetivos a la vez que desarrollan la creatividad del alumnado y le haga disfrutar del aprendizaje. Por ejemplo, la introducción de metodologías gamificadas demuestra la consecución de estos

objetivos (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012; Ocaña, 2012; Vega y Cañas, 2014; Albir-Mañanes, 2014; Lizbardo, 2015; Revuelta et al, 2015; Vega-Moreno et al, 2016), pues mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje mientras se propicia un ambiente lúdico en el aula en el que el estudiante es protagonista (Barragán et al, 2015). Además de la gamificación de los contenidos, resulta interesante formar al docente para que pueda crear experiencias gamificadas completas (García Velategui, 2015) donde también se gamifique la gestión del aula; todo ello, además, mejorará la convivencia en el aula.

Tanto para la gamificación de los contenidos como de la gestión del aula es necesario digitalizar los elementos característicos de la mecánica de juegos (puntos, *rankings*, retos, contenidos desbloqueables, etc.) (García Velategui, 2015; Olmo, 2015) por medio de las aplicaciones tecnológicas disponibles. Por tanto, y en última instancia, resulta imprescindible formar al docente para que desarrolle su competencia digital docente por medio del uso, la configuración y la adaptación de las TIC más adecuadas para que pueda ser capaz de crear las experiencias gamificadas de las que antes hablábamos. A modo de ejemplo, en epígrafes anteriores se han ido enumerado diversas aplicaciones que pueden ser empleadas para la gamificación de contenidos de STEM y la gestión del aula susceptibles de ser utilizadas en un programa de formación docente que se desarrollará y planificará como resultado final de la investigación que con este artículo se inicia y fundamenta.

De esta manera, formando a los docentes de STEM en los tres saberes del modelo TPACK de Mishra y Koehler (2006) conseguiríamos fomentar la excelencia académica de estos desarrollando las competencias disciplinares, pedagógicas y tecnológicas necesarias para hacer frente al reto de implementar experiencias gamificadas en el aula del siglo XXI. Con la integración de los contenidos STEM para impartirlos según un nuevo enfoque mediante la incorporación de experiencias gamificadas enriquecidas con TIC en el aula se podría alcanzar el objetivo último de recuperar la motivación y el interés del alumnado para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y, a la vez, fomentar las vocaciones científicas.

5. Referencias bibliográficas

- Albir-Mañanes, M. (2014) La robótica aplicada a la asignatura de química de 1º de bachillerato. UNIR, La Rioja. Recuperado de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2716>
- Almerich, G., Suárez-Rodríguez, J. M., Belloch, C., & Bo, R. M. (2011). Las necesidades formativas del profesorado en TIC: Perfiles formativos elementos de complejidad. RELIEVE. Revista Electrónica de Investigación Y Evaluación Educativa, 17(2), 1–28.

- Angelini, M. L. y García-Carbonell, A. (2015). Percepciones sobre la Integración de Modelos Pedagógicos en la Formación del Profesorado : La Simulación y Juego y El Rereading competency-based learning from John Dewey ' s Perceptions about the Integration of Two Pedagogical Models in the Teacher Traini, 16, 14201.
- Area, M. (2010). Multialfabetización y bibliotecas en la escuela del siglo XXI. Boletín de La Asociación Andaluza de Bibliotecarios, (98-99), 39–52. <http://doi.org/0213-6333>
- Arza, J. (2016). Los retos del sistema educativo. Escritura Pública, 98, 70–73. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5400911>
- Barragán et al. (2015). Una propuesta para la motivación del alumnado de ingeniería mediante técnicas de gamificación. In Actas de las XXXVI Jornadas de Automática, 2-4 de septiembre de 2015. (pp. 2–4). Bilbao.
- Bisquerra, R. (2009). Metodología de la investigación educativa. Madrid, Muralla.
- Bona, C. (2015). La nueva educación. Barcelona, Plaza&Janés.
- Bozu, Z. e Imbernon, F. (2016). La profesión docente en momentos de cambios. ¿Qué nos dicen los estudios internacionales. Profesorado. Revista de Currículum Y Formación Del Profesorado, 20 (3), 467–492. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/54607/33236>
- Brigham, T. J. (2015). An Introduction to Gamification: Adding Game Elements for Engagement. Medical Reference Services Quarterly, 34(4), 471–480. <http://doi.org/10.1080/02763869.2015.1082385>
- Campos, J. A. (2012) (Coord.). La formación del profesorado novel en la Universidad de Barcelona. Barcelona: ICE-Octaedro.
- Convert, B. y Gugenheim, F. (2005). Scientific Vocations in Crisis in France: Explanatory Social Developments and Mechanism. European Journal Vocational Training, 35, 12-20.
- Cortizo Pérez, J. C., Carrero García, F., Monsalve Piqueras, B., Velasco Collado, A., Díaz del Dedo, L. I., y Pérez Martín, J. (2011). Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos. VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria, 1–8. Recuperado de

http://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/1750/46_Gamificacion.pdf?sequence=2

Darling-Hammond, L. y Bransford, J. (Eds.) (2005). *Preparing Teachers for a Changing World: What Teacher Should Learn and Be Able to Do*. New Jersey, Jossey Bass.

De Benito, B. y Salinas, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, 0(0), 44–59. <http://doi.org/10.6018/riite2016/260631>

Del Moral, M. E., y Villalustre, L. (2010). Formación del profesor 2.0: desarrollo de competencias tecnológicas para la escuela 2.0. *Magister: Revista Miscelánea de Investigación*, 23, 59–70.

Díaz, J., y Troyano, Y. (2013). El potencial de la gamificación en el ámbito educativo. III Jornadas de innovación docente de la Facultad de Ciencias de la Educación. “La innovación educativa: Respuesta en tiempos de incertidumbre”. Universidad de Sevilla. Recuperado de https://fcce.us.es/sites/default/files/docencia/EL%20POTENCIAL%20DE%20LA%20GAMIFICACION%20APLICADO%20AL%20AMBITO%20EDUCATIVO_0.pdf

Duque, M., Celis, J., y Camacho Díaz, A. (2011). Cómo Lograr Alta Calidad En La Educación De Los Ingenieros: Una Visión Sistémica. *Revista Educación En Ingeniería*, 6(12), 48–60. Recuperado de <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/122>

Escudero. J. M. (2006). La formación del profesorado y la garantía del derecho a una buena educación para todos. En J. M. Escudero y A. Luis (Eds). *La formación del profesorado y la mejora de la educación* (pp. 21-54). Barcelona, Octaedro.

Eснаоla, G. A. (2009). Videojuegos “teaching tech”: pedagogos de la convergenica global. La docilización del pensamiento a través del macrodiscurso cultural y la convergenica tecnológica. *Revista Electrónica Teoría de La Educación*, 10(1), 112–133.

Esteve, J.M. (1987). *El malestar docente*. Barcelona, Laia.

Esteve, J.M. (2001). El profesorado de secundaria: hacia un nuevo perfil profesional para enfrentar los problemas de la educación contemporánea. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Educación*, 3, 15-42

- Esteve, J.M. (2003). La tercera revolución educativa. La educación en la sociedad del conocimiento. Barcelona, Paidós Ibérica.
- Esteve, J. M., Franco, S. y Vera, J. (1995). Los profesores ante el cambio social. Barcelona, Arthropos.
- Esteve-Mon, F. M., Gisbert-Cervera, M., y Lázaro-Cantabrana, J. L. (2016). La competencia digital de los futuros docentes: ¿cómo se ven los actuales estudiantes de educación? *Perspectiva Educativa*, 55(2), 38–54. <http://doi.org/10.4151/07189729-Vol.55-Iss.2-Art.412>
- Filsecker, M. y Hickey D. T. (2014). A multilevel analysis of the effects of external rewards on elementary students' motivation, engagement and learning in an educational game. *Computers & Education*, 75, 136–148.
- Foncubierta, J., y Rodríguez, C. (2006). Didáctica de la gamificación en la clase de español. *Edinumen*, 1–8. Recuperado de http://www.edinumen.es/pdp14/Didactica_Gamificacion_ELE.pdf
- Gallardo, E. (2012). Hablemos de estudiantes digitales y no de nativos digitales. *UT. Revista de Ciències de l'Educació*, 7–21.
- García Velategui, A. (2015). Gestión de aula y gamificación. Utilización de elementos del juego para mejorar el clima en el aula (Trabajo fin de grado). Universidad de Cantabria. Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/7595/Garc%C3%A1DaVelateguiAlejandro.pdf?sequence=1>
- Gimeno, J. (2002). El futuro de la educación desde su controvertido presente. *Revista de Educación*, nº extraordinario, 271-292.
- Gisbert, M., González, J., y Esteve, F. M. (2016). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, (Junio), 74–83. <http://doi.org/10.6018/RIITE2016/257631>
- Gómez Triana A. P. et al. (2015). Fortalecimiento del trabajo colaborativo de los estudiantes del curso undécimo A, en el área de contabilidad-informática del colegio colombo japonés de Bogotá mediante la plataforma de ludificación

Classcraft (Trabajo de grado). Fundación Universitaria Los Libertadores. Bogotá.
Recuperado de <http://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/256>

González, J., y Fuentes, M. (2016). Fundamentos para el uso de estrategias de gamificación como elemento clave para favorecer el aprendizaje en el ámbito de STEM. En R. Roig-Vila (Ed.), *EDUCACIÓN Y TECNOLOGÍA. Propuestas desde la investigación y la innovación educativa* (pp. 314-315). Barcelona, Octaedro.

González Sanmamed, M. (2009). Una nueva oportunidad para la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista de Educación*, (350), 57–78.

Hamari, J., Koivisto, J., y Sarsa, H. (2014). Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, (HICSS)*, (p.3025–3034). Hawaii, <http://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>

Herranz, E., y Colomo-Palacios, R. (2012). La Gamificación como agente de cambio en la Ingeniería del Software. *Revista de Procesos Y Métricas*, 9(2), 30–56.

INTEF (2017) Marco común de competencia digital docente. Recuperado de <http://educalab.es/documents/10180/12809/Marco+competencia+digital+docente+2017/afb07987-1ad6-4b2d-bdc8-58e9faeacea>

Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco, John Wiley & Sons.

Lazzaro, N. (2004). “Why We Play Games: Four Keys to More Emotion Without Story.” Recuperado de http://www.xeodesign.com/xeodesign_whyweplaygames.pdf.

Lengeren, B. (2015). AL-KIMIA : aprender química a través de la gamificación de su historia. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/280920958>

Levis, D. (2003). Videojuegos en red : Espacios simbólicos de juego y encuentro, 1–14. Recuperado de http://diegolevis.com.ar/secciones/Articulos/videojuegos_Uned2003_VF.pdf

Ley Orgánica de Educación (LOE) (Ley Orgánica 2/2006, 3 de mayo). Boletín Oficial del Estado, nº 106, 2006, 4 mayo.

Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). Boletín Oficial del Estado, nº 295, 2013, 10 diciembre.

- Lizbardo, B. (2015). Metodología de aprendizaje INGLOVE. En XV Encuentro Virtual Educa (Perú 2014). Recuperado de <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/4074>
- Lozano, A. (2003). Factores personales, familiares y académicos que afectan al fracaso escolar en la Educación Secundaria. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa Y Psicopedagógica*, 1, 43–66. <http://dx.doi.org/10.14204/ejrep>
- Manzanares Guillén, S. (2014). Sistema de acreditación de aprendizajes basado en insignias (badges) en la materia de matemáticas. *Claves Para Una Educación Diversa*. Recuperado de <http://diversidad.murciaeduca.es/publicaciones/claves/doc/smanzanares.pdf>
- Maquilón, J. J., y Hernández, F. (2011). Influencia de la motivación en el rendimiento académico de los estudiantes de formación profesional. *REIFOP*, 14(1), 81–100.
- Marbà, A. y Màrquez, C. (2010). ¿Qué Opinan Los Estudiantes De Las Clases De Ciencias? Un Estudio Transversal De Sexto De Primaria a Cuarto De ESO. *Enseñanza de Las Ciencias*, 8, 19–30.
- Marcelo, C. (2001). Aprender a enseñar para la Sociedad del Conocimiento. *Revista Complutense de Educación*, 12(2), 531–593. Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/viewFile/RCED0101220531A/16749Re>
- Marcelo, C. (2007). La formación docente en la sociedad del conocimiento y la información: avances y temas pendientes. *Comunicación y Pedagogía: nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 218, 52-62.
- Marín, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa En *Digital Education Review*, 27. Recuperado de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/13433/pdf>
- Marina, J.A. (2015). *Despertad al diplodocus*. Barcelona, Ariel.
- MECD. (2014). *TALIS 2013. Estudio internacional de la enseñanza y el aprendizaje. Informe español*. Madrid.
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2017). *Datos y Cifras. Curso escolar 2016-2017*, 37. Retrieved from <https://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano->

mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-
mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/datos-
cifras/DatosyCifras1617esp.pdf

- Mirete, A.B., Soro, M. y Maquilón, J. J. (2015). Aprendizaje:, El fracaso escolar y los enfoques de Del, medidas para la inclusión educativa. REIFOP, 18(3), 183–196. <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.18.3.239021>
- Mishra, P. y Koehler M. J. (2006). «Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowlege». En teachers college record, 108 (6), 1017-1054.
- Mishra, P. y Koehler M. J. (2008). «Introducing TPACK». En Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators. Recuperado de <http://www.mendeley.com/research/what-is-technological-pedagogical-content-knowledge-tpack/>
- Molas, N., y Rosselló, M. (2010). Revolución en las aulas : llegan los profesores del siglo XXI. La introducción de las TIC en las aulas y el nuevo rol docente. DIM: Didáctica, Innovación Y Multimedia, (19), 1–9. Recuperado de <http://raco.cat/index.php/DIM/article/view/214711>
- Montero, L. (2004). La formación del profesorado: de hoy y para mañana. En J. López, M. Sánchez y P. Murillo (Eds.), Cambiar con la sociedad, cambiar la sociedad (pp. 158-169). Sevilla, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Morales Socorro, C. (2011). El Aprendizaje basado en Proyectos en la Educación Matemática del siglo XXI Cuaderno de bitácora. In 15 Jornadas para el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas del 2011 (15 JAEM) (pp. 1–23). Gijón. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article9088>
- Moreno, P. J., Puentes, C., Ferrándiz, E., Flores, E., y Acosta, M. (2014). Trivianometrics, una competición académica por equipos en el aula de Econometría Financiera. Proyectos de INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE, 1–4. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17406>
- Moreno Marcha, J. (2012). Metodologías para la innovación. Una experiencia en formación del profesorado universitario. En Congrès Internacional de Docència Universitaria i Innovació. Barcelona.

- Muñoz, C., Pérez, D., y Martín, E. (2006). ¿Qué penalizan los docentes?: análisis de la disciplina a través de los partes de incidencia, 29:4(Diciembre), 423–435. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1174/021037006778849477>
- Muñoz Calle, J.M. (2010). Juegos educativos. FyQ formulación. Eureka Enseñ. Divul. Cien., 7(2), 559-565.
- Murua-Cuesta, E. (2013). Análisis de la Gamificación como concepto aplicable en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en 4o de ESO. (Trabajo fin de máster) En Re-UNIR Repositorio Digital. Recuperado de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2056>
- Ocaña, G. (2012). Robótica como Asignatura en Enseñanza Secundaria. Resultados de una Experiencia Educativa. 5, 56–64. Espiral. Cuadernos del Profesorado. ISSN 1988-7701,2012, vol. 5, nº 10, pp. 56-64. Recuperado de http://www.cepcuevasolula.es/espiral/articulos/ESPIRAL_VOL_5_N_10_ART_5.pdf
- Ocaña, G., Romero, I. M., Gil, F., y Codina, A. (2015). Implantación de la nueva asignatura “ Robótica ” en Enseñanza Secundaria y Bachillerato. Investigación En La Escuela, 7(87), 65–79.
- Olmedilla, J. M. M. (2006). Profesorado de Secundaria y Calidad de la Educación: Un marco de opciones políticas para la formación y el desarrollo profesional docente. Profesorado. Revista de Currículum Y Formación Del Profesorado, 10(1), 21. Recuperado de <http://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/42026>
- Olmo, J. L. (2015). Zondle en la clase de matemáticas. Sociedad de La Información. Recuperado de <http://sociedadelainformacion.com/56/jose1.pdf>
- Ovallos, D., Villalobos, B., De la Hoz, S., y Maldonado, D. (2016). Gamificación para la gestión de la innovación a nivel organizacional. Una revisión del estado del arte. Espacios, 37(8), 2-18.
- Okoli, C. y Schabram, K. (2010). A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. Working Papers on Information Systems, 10(26), 1–51. <http://doi.org/10.2139/ssrn.1954824>
- Peña, M. J. y Madrid, M. J. (2015). Propuestas de Innovación para la enseñanza de los números primos. Revista de Educación Matemática, 32(1), 67–74.

- Piaget, J. (1967). *Psicología y pedagogía*. Barcelona, Crítica, 2001.
- Pico, S. (2013). Formación TIC del profesorado para garantizar el éxito en la integración de la tecnología. *Itaca: Revista de Filología*, (4), 65–80. <http://doi.org/10.14198/ITACA2013.4.03>
- Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. En Plomp, T., & Nieveen, N. (eds.). *Educational Design Research*. Enschede, SLO.
- Prensky, M. (2005) Adopt and Adapt. En *Edutopia*. Recuperado de www.edutopia.org/magazine/dec05
- Prieto, A. B., Chrobak, R. y Plaza, M. J. (2012). Integración de TICs, investigación y herramientas metacognitivas en la educación de ciencias y ambiental. Estudio de caso: Cambio climático y eventos extremos en Patagonia Norte. En: A. J. Cañas, J. D. Novak, J. Vanhear, Eds. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping. v.3, p.114-117. Recuperado de <http://cmc.ihmc.us/cmc2012papers/cmc2012-p145.pdf>
- Reeves, T. C., Herrington, J., y Oliver, R. (2005). Design Research: A Socially Responsible Approach to Instructional Technology Research in Higher Education. *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2), 96–115. <http://doi.org/10.1007/s11412-009-9063-y>
- Revuelta, M. et al (2015). Jugando con robots en el aula : iniciativa para incentivar el ingreso de alumnos de la escuela secundaria a carreras de Ingeniería. En *X Congreso de Tecnología en Educación & Educación en Tecnología Jugando* (pp. 3–8). Corrientes. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/48341>
- Rodríguez, F., y Santiago, R. (2015). *Gamificación. Cómo motivar a tu alumnado y mejorar el clima en el aula*. Barcelona, Grupo Océano.
- Salinas, J., De Benito, B., y Lizana, A. (2014). Competencias docentes para los nuevos escenarios de aprendizaje. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 79, 145–163.
- Sánchez-Aparicio, J.C. (2014). Videojuegos y gamificación para motivar en educación. *Andalucíaeduca*, 120, 6-8. Recuperado de http://www.andaluciaeduca.com/hemeroteca/ae_digital120.pdf

- Saorin, J. L., et al. (2015). Blokify: Juego de modelado e impresión 3D en tableta digital para el aprendizaje de vistas normalizadas y perspectiva. *Digital Education Review*, (27), 105–121. Recuperado de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/11651>
- Stohlmann, M., Moore, T. y Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. <http://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Tarabini, A., Curran, M., Montes, A., y Parcerisa, L. (2015). El Rol de los Centros Educativos en la prevención del Abandono Escolar. Una aproximación desde la perspectiva micropolítica. *Educação, Sociedade & Culturas*, 45(February), 121–142.
- Tauler, M. (2016). El Classcraft com a mesura per incentivar la motivació, l'atenció a la diversitat i l'aprenentatge de les ciències naturals (Trabajo fin de máster). Universitat Pompeu Fabra. Recuperado de <https://repositori.upf.edu/handle/10230/27061>
- Tobón, C. R. y Cano, O. R. (2015). Ambiente de aprendizaje basado en un robot móvil controlado con Kinect y Scratch. En Seminario “Desarrollo tecnológico para la innovación educativa” (pp. 1–11). Recuperado de <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/4590>
- Torres, S. (2016). Classcraft: una proposta de treball a l'aula. (Trabajo fin de máster). Universitat de les Illes Balears. Recuperado de <http://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/1815>
- Tribó, G. (2008). El nuevo perfil profesional de los profesores de secundaria. *Educación XXI*, 11, 183–209. Recuperado de <http://revistas.uned.es/index.php/educacionXX1/article/view/314/270>
- UNESCO. (2008). ICT competency standards for teachers: competency standards modules. *ICT Competency Standards for Teachers*. Paris (France). Recuperado de http://portal.unesco.org/ci/en/ev.php-URL_ID=25731&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html
- Urh, M., Vukovic, G., Jereb, E. y Pintar, R. (2015). The Model for Introduction of Gamification into E-learning in Higher Education. *Procedia - Social and Behavioral*

Sciences, 197 (February), 388–397. Recuperado de
<http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.154>

Valle, D. (2016). Etoken: gamificación de la economía de fichas en el aula. (Trabajo fin de grado). Universidad de Sevilla, Sevilla. Recuperado de
<https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/45061>

Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2009). Patrones actitudinales de la vocación científica y tecnológica en chicas y chicos de secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(4), 1. Recuperado de
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3055514&info=resumen&idoma=SPA>

Vázquez-Cano, E., y Ferrer, D. (2015). La creación de videojuegos con Scratch en educación secundaria. *Communication Papers. Media Literacy & Gender Studies*, 4(6), 63–73. Recuperado de
<http://plataformarevistascomunicacion.org/2015/09/la-creacion-de-videojuegos-con-scratch-en-educacion-secundaria/>

Vega, J., y Cañas, J. M. (2014). Curso de Robótica en Educación Secundaria usando Constructivismo Pedagógico. En *Jornadas de Innovación y TIC Educativas - JITICE'14* Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid. Recuperado de
<https://gsyc.urjc.es/jmplaza/papers/jitice2014.pdf>

Vega-Moreno, D. et al. (2016). Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, 162-175. Recuperado de
<https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/1653/1564>

Von Garnier, C. (2010). *La metamorfosis necesaria en la escuela*. Sevilla, Ituci siglo XXI.

Vygotsky, L. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona, Paidós Ibérica, 2010.

Werbach, K. (2012). Coursera.org, Gamification. Recuperado de
<https://www.coursera.org/course/gamification>

Zabalza, M. A. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Madrid, Narcea.

Zichermann, G. y Cunningham, C. (2011). Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. Cambridge, MA, O'Reilly Media.

ANEXO 4: Estructura del plan de formación para docentes STEM basado en el modelo pedagógico TPACK presentada en el SiiTE 2018

Enriquecimiento de la formación de docentes STEM en experiencias gamificadas mediante el modelo pedagógico TPACK

M^a de las Mercedes Fuentes Hurtado

Tecnología Educativa
Universitat Rovira i Virgili

Estado actual de su investigación:

- A medio camino: en medio de la recolección y / o análisis de datos.

Fecha aproximada de finalización:

diciembre 2018

Director

Juan González Martínez

Universidad de Gerona

juan.gonzalez@udg.edu

¿En caso de resultar seleccionado, **querría publicar una reelaboración del mismo** en alguna de las revistas del consorcio? **Sí**

Resumen

Con el fin de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el denominado ámbito STEM (Duque, Celis y Camaño, 2011) en Secundaria, se plantea aquí, como parte de una investigación más amplia, un prototipo de formación docente basado en el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) que tiene como objetivo permitir a los docentes enseñar los contenidos integrados STEM por medio de metodologías gamificadas donde las tecnologías de la información y comunicación tengan un papel protagonista para motivar al alumnado.

Este prototipo se presenta en este simposio para ser validado estimando su idoneidad y adecuación a los objetivos especificados.

Palabras Clave

Gamificación, secundaria, STEM, TPACK.

Marcos conceptuales o temas principales de la tesis

En esta tesis se está llevando a cabo un estudio, siguiendo la metodología de Investigación Basada en Diseño, que pretende mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje enriqueciendo la formación de los docentes de manera que sean capaces de implementar metodologías gamificadas en el aula de STEM para incentivar la motivación del alumnado de secundaria. Teniendo en cuenta los ámbitos en que deben formarse los docentes, se considera óptima la elección del modelo pedagógico TPACK como eje de esta formación que se concreta en el plan de formación docente que aquí se presenta.

Cuerpo del trabajo

Introducción

Los cambios que constantemente se producen en la sociedad implican modificaciones o adaptaciones en el sistema educativo que suponen nuevos retos para los profesores y profesoras de Secundaria como, por ejemplo, la transformación de la figura del docente en facilitador del aprendizaje (Gisbert, González y Esteve, 2016) que, siguiendo las teorías constructivistas (Piaget, 1967; Vygotski, 1934) sepa despertar en el alumnado la curiosidad e interés por el conocimiento. Existe, por tanto, la necesidad de enriquecer la formación docente (UNESCO, 2008; MECD, 2014) con el objetivo de mejorar la calidad educativa y paliar así graves problemas como el fracaso escolar que en España ronda el 20% según los últimos datos publicados en 2017 por el Ministerio de Educación Cultura y Deporte.

La complejidad de las tareas que actualmente realiza el profesorado (González Sanmamed, 2009; Esteve, 2001, 2003) evidencian una necesidad de formación docente encaminada a estimular el proceso de aprendizaje del alumnado favoreciendo su motivación (Lozano, 2003). Esa formación docente de la que hablamos debe repercutir directamente en la mejora de los resultados académicos de un alumnado (Esteve, 1987; Bona, 2015) que admite sentir desmotivación en la etapa de Secundaria especialmente en las asignaturas de la rama científico-tecnológica (Vázquez y Manassero, 2009; Marbà y Márquez, 2010) por considerarlas complejas y desvinculadas de su propia realidad. A esto último contribuye la actual fragmentación de contenidos impuesto por la separación del conocimiento en distintas asignaturas (Von Garnier, 2010). Algo que, por otro lado, intenta cambiar la Ley 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) estableciendo la enseñanza de contenidos de manera transversal

mediante el uso de metodologías activas que potencien, precisamente, la motivación del alumnado.

Concretando para el ámbito científico-tecnológico, la iniciativa STEM (*Science, Technology, Engineering & Maths*) (Duque, Celis y Camaño, 2011) surgió con el objetivo de acercar el conocimiento al alumnado de un forma transversal y más conectada con el mundo real. Así se espera estimular la motivación del alumnado para mejorar su aprendizaje y despertar las vocaciones científicas (Convert y Gugenheim, 2005; Vázquez y Manassero, 2009; Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012) en una sociedad fuertemente tecnificada que no solo demandará cada vez más profesionales de este ámbito (Convert y Gugenheim, 2005) sino también ciudadanos competentes tecnológicamente.

Por otro lado, no debemos olvidar las características propias del alumnado digital (Gallardo, 2012) de Secundaria que, por haber nacido en la Sociedad del Conocimiento (SC), distan mucho de las de los alumnos y alumnas de otras épocas pasadas. Lo que implica que el profesorado se vea en la necesidad de desarrollar nuevas metodologías que conecten con el alumnado en el contexto educativo actual.

Existen diferentes metodologías educativas que persiguen la mejora de los resultados académicos del alumnado de Secundaria. Entre ellas, la gamificación goza en la actualidad de un prestigio suficiente (Kapp, 2012; Sánchez-Aparicio, 2014; Marín, 2015; González y Fuentes, 2017) que suscita el interés de cada vez más docentes por sus beneficios educativos. Si bien el juego no es algo novedoso en educación, ya que desde los tiempos de Platón y Aristóteles ha demostrado su eficacia, sí lo es la evolución que el juego educativo ha tenido hasta nuestros días con el desarrollo de los denominados *serious games* y su resurgimiento en la época actual con la inclusión en contextos educativos de los elementos propios de la mecánica de juego (Zichermann y Cunningham, 2011; Kapp, 2012; Díaz y Troyano, 2013).

La implementación de metodologías gamificadas puede contribuir a la mejora de los aprendizajes gracias a los beneficios que el juego puede aportar al proceso de enseñanza-aprendizaje como son la estimulación de la curiosidad, el placer, la diversión, la implicación y la motivación asociados al propio juego y paralelamente al aprendizaje (Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014). Además, estas metodologías gamificadas permiten digitalizarse empleando las TIC de manera que atraigan todavía más al alumnado digital de Secundaria (Murua-Cuesta, 2013; Marín, 2015). Aplicaciones como *Classcraft*, *ClassBadges*, *Class Dojo*, *Kahoot* o *Scratch* facilitan la labor de gamificación a los docentes tanto en la gestión del aula como en la impartición de contenidos o realización de pruebas de evaluación y ayudan a fomentar el aprendizaje significativo en el contexto que nos ocupa para el ámbito STEM (Fuentes y González, 2017).

En tanto que el profesorado de STEM de Secundaria se enfrenta a un nuevo paradigma educativo en el que los contenidos transversales de las materias del ámbito deben enseñarse de manera integrada por medio de metodologías innovadoras, como puede

ser la gamificación, haciendo uso de las TIC más apropiadas para conseguir la motivación necesaria en el alumnado con el fin de mejorar su aprendizaje, tres son, por tanto, los saberes en los que el docente debe centrar su formación: contenidos, pedagogía y TIC, que coinciden con los propuestos por Mishra y Koehler (2006) en su modelo pedagógico TPACK. Este será, por tanto, el modelo elegido para el diseño del plan de formación docente que se presenta en este documento y que tiene como objetivo el enriquecimiento de las capacidades de los docentes de Secundaria para poder impartir los contenidos integrados de STEM mediante metodologías gamificadas apoyadas en las TIC.

Metodología

El prototipo de plan de formación docente que aquí se presenta, y que espera ser validado por un comité de expertos en este simposio, se enmarca dentro de la Fase 2 de un estudio más amplio que sigue la metodología de Investigación Basada en Diseño (DBR por sus siglas en inglés) (Plomp, 2013) en la que el objetivo último correspondiente a la Fase 4 es el diseño de una versión óptima y probada del plan de formación docente que aquí se inicia y que pretende fortalecer la práctica docente mediante la inclusión de metodologías gamificadas en el aula de STEM.

La metodología DBR comprende varias fases como se muestra en la figura 1(adaptado de Plomp, 2013).

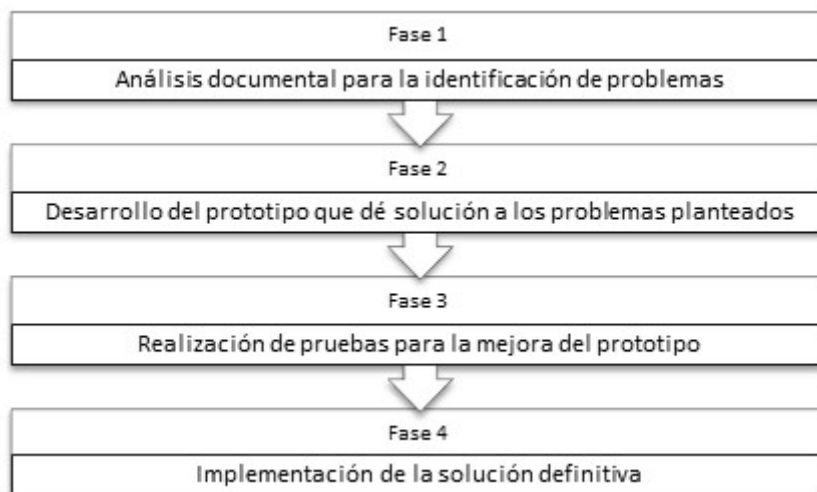


Figura 1. Elaboración propia. Diagrama de la metodología DBR.

Nos encontramos, por tanto, en la Fase 2, en la que tras el análisis documental realizado en la Fase 1 donde se han identificado las necesidades formativas del profesorado de STEM de Secundaria (Fuentes y González, 2017), se ha diseñado un prototipo que sigue el modelo pedagógico TPACK y que en fases posteriores de esta investigación será probado con docentes en varias iteraciones (Fase 3) para la implementación definitiva de la solución final (Fase 4).

Resultados

El plan de formación que se plantea como prototipo en esta investigación para ser validado por el comité de expertos, con el fin de mejorarlo antes de ser puesto a prueba con los propios docentes, se articula en tres saberes fundamentales definidos por el modelo pedagógico TPACK y que son: conocimientos del contenido, conocimientos pedagógicos y conocimientos tecnológicos, partiendo del perfil competencial necesario para abordarlos.

El conocimiento del contenido se centra en la relación que se establece entre los bloques de contenidos curriculares de las materias del ámbito y que en la Educación Secundaria Obligatoria en España son Física y Química, Biología y Geología, Matemáticas y Tecnología, de manera que una vez identificados los puntos de conexión entre ellas (Fuentes y González, 2017) se puede concretar qué contenidos son fácilmente integrables.

El conocimiento pedagógico que ha de desarrollar el docente le permitirá conocer y saber aplicar metodologías gamificadas que estimulen y motiven al alumnado permitiéndole el desarrollo de la creatividad y la innovación Moreno Marcha (2012). Existen numerosas propuestas didácticas que pueden ser adaptadas al ámbito STEM y que demuestran su eficacia en la mejora del rendimiento académico del alumnado utilizando recursos tan diversos como la robótica o los videojuegos (Ocaña, 2012; Albir-Mañanes, 2014; Marín, 2015; Vega-Moreno et al, 2016).

El conocimiento tecnológico al que debe aspirar el docente implica desarrollar habilidades para seleccionar las TIC más adecuadas que permitan la digitalización de la metodología gamificada tanto para la gestión del aula como para la impartición de contenidos promoviendo el desarrollo del pensamiento computacional (Tobón y Cano, 2015; Vega-Moreno et al, 2016) y mejorando así el proceso de enseñanza-aprendizaje (Molas y Roselló, 2010).

Diseño del plan de formación propuesto

Una vez definidas las necesidades formativas en los tres saberes fundamentales que deben dominar los docentes, el plan de formación diseñado como prototipo en esta investigación se secuencia en varias sesiones formativas y está dirigido a docentes de STEM de Secundaria que deseen enriquecer su práctica docente introduciendo metodologías gamificadas. Esta formación pretende fomentar la enseñanza integrada de las asignaturas del ámbito científico y tecnológico para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje buscando la motivación del alumnado por medio de un aprendizaje significativo y haciendo que el conocimiento impartido en las aulas esté relacionado con la experiencia vital del propio alumnado.

Los asistentes a estas sesiones conocerán los puntos de conexión entre las distintas asignaturas del ámbito de STEM para poder diseñar experiencias gamificadas en las que

se aprovechen los beneficios de la mecánica de juegos tanto para la impartición de los contenidos como en la propia gestión del aula. El diseño e implementación de experiencias gamificadas se llevará a cabo mediante el uso de las TIC seleccionando aplicaciones disponibles que podrán ser configuradas por los propios docentes para conseguir sus objetivos didácticos.

Este plan de formación pretende ser eminentemente práctico, por lo que a lo largo de las 30 horas lectivas semipresenciales programadas se propondrán tareas colaborativas que favorecerán el aprendizaje entre iguales llegando a ser capaces de diseñar e implementar sus propias experiencias gamificadas. El resultado final se concretará con el diseño de unidades didácticas para STEM gamificadas donde se muestren los conocimientos y habilidades adquiridas por los docentes participantes y que sirvan como repositorio documental para ser modificadas, adaptadas o ampliadas por otros docentes del mismo ámbito.

A lo largo de las sesiones se recogerán datos pertinentes que posteriormente serán evaluados para mejorar el plan de formación en iteraciones sucesivas y que, por tanto, servirán para el diseño de la solución definitiva en las siguientes fases de esta investigación.

La programación completa del plan de formación se incluye en el Anexo adjunto a este documento.

Conclusiones

La formación continua del profesorado resulta imprescindible para la mejora de la calidad educativa (Campos, 2012; Bozu e Imbernon, 2016) en la sociedad actual donde los docentes deben seguir enriqueciendo constantemente sus habilidades y capacidades para enfrentarse a los nuevos retos educativos del s. XXI.

El ámbito científico-tecnológico requiere una especial atención por su importancia en la SC y por la desmotivación que sienten un gran número de alumnos y alumnas por esta rama del conocimiento que resulta, por otro lado, imprescindible para el desarrollo de la sociedad actual y futura (Convert y Gugenheim, 2005).

Por ello, aquí se plantea un prototipo de formación docente que pretende estimular el aprendizaje del alumnado por medio de la impartición integrada de los contenidos STEM (Duque, Celis y Camaño, 2011) empleando metodologías gamificadas que aprovechen las bondades del juego (Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014) conseguir incrementar la motivación del alumnado e implicarlo en su propio aprendizaje buscando, por medio de las TIC, atractivos que hagan al alumnado digital de hoy (Gallardo, 2012) interesarse por el mundo que les rodea y despertar en ellos, en última instancia, las vocaciones científicas.

El plan de formación aquí presentado se centra en el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) que propone como base tres saberes a reforzar en los docentes: contenidos, pedagogía y tecnología, que se concretan, a la finalización de las sesiones formativas, en el diseño de unidades didáctica gamificadas para STEM que favorezcan la calidad de los aprendizajes y mejoren los resultados académicos del alumnado de Secundaria.

El prototipo del plan de formación se secuencia en 30 horas semipresenciales donde la mecánica de juegos es la estructura que fundamenta las diferentes tareas a las que los asistentes se enfrentan y en las que irán consiguiendo puntos que les harán superar los retos propuestos para convertirse finalmente en *Docentes 3K*, es decir, docentes que dominen los tres saberes (*knowledges*) (contenidos, pedagogía y TIC) que les permitirán implementar de forma exitosa en sus clases metodologías gamificadas para STEM haciendo uso de las TIC.



Figura 1. Logo del Grupo de Investigación de Tecnología Educativa. Fuente: GITE
<http://www.um.es/gite>

Cronograma

Se presenta aquí un cronograma donde se indica la temporalización de las fases de la investigación. Como se ha comentado en apartados anteriores, actualmente nos encontramos en la fase 2.a. (validación del prototipo) que es la que se pretende lograr en este simposio.

Fase	Tareas	Fecha de inicio	Fecha de fin
Fase 1	a. Fundamentación teórica b. Análisis documental para la identificación de problemas	enero 2016	mayo 2017
Fase 2	Desarrollo del prototipo para dar solución a los problemas planteados a. Validación del prototipo b. Diseño del prototipo	junio 2017	enero 2018
Fase 3	a. Realización de las pruebas para la mejora del prototipo b. Recogida de datos	febrero 2018	junio 2018
Fase 4	a. Análisis de los datos	julio 2018	diciembre 2018

b. Implementación de la solución definitiva

Dudas y preguntas para el panel de expertos

Con el objetivo de que el prototipo de formación docente que aquí se plantea sea validado y mejorado, se le realizan las siguientes preguntas al panel de expertos:

1. ¿Es adecuada la secuenciación de contenidos y actividades del prototipo de formación presentado?
2. En caso de respuesta afirmativa a la pregunta 1, ¿consideran que se conseguiría el objetivo de formar adecuadamente a los docentes en experiencias gamificadas siguiendo el modelo pedagógico TPACK con este prototipo de formación?
3. ¿Cuáles podrían ser los datos de más interés y con valor para su posterior análisis que deberían ser recogidos a lo largo de la formación?

Bibliografía

ALBIR-MAÑANES, M. (2014) La robótica aplicada a la asignatura de química de 1º de bachillerato. UNIR, La Rioja. Recuperado el 20 de julio de 2016 a partir de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2716>

BONA, C. (2015). La nueva educación. Barcelona, Plaza&Janés.

BOZU, Z. e IMBERNON, F. (2016). La profesión docente en momentos de cambios. ¿Qué nos dicen los estudios internacionales. Profesorado. *Revista de Currículum Y Formación Del Profesorado*, 20 (3), 467–492. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/54607/33236>

CAMPOS, J. A. (2012) (Coord.). La formación del profesorado novel en la Universidad de Barcelona. Barcelona: ICE-Octaedro.

CONVERT, B. y GUGENHEIM, F. (2005). Scientific Vocations in Crisis in France: Explanatory Social Developments and Mechanism. *European Journal Vocational Training*, 35, 12-20.

DÍAZ, J. y TROYANO, Y. (2013). El potencial de la gamificación en el ámbito educativo. III Jornadas de innovación docente de la Facultad de Ciencias de la Educación. “La innovación educativa: Respuesta en tiempos de incertidumbre”. Universidad de Sevilla. Recuperado el 28 de febrero de 2016 a partir de https://fcce.us.es/sites/default/files/docencia/EL%20POTENCIAL%20DE%20LA%20GAMIFICACION%20APLICADO%20AL%20AMBITO%20EDUCATIVO_0.pdf

DUQUE, M., CELIS, J. y CAMACHO DÍAZ, A. (2011). Cómo Lograr Alta Calidad En La Educación De Los Ingenieros: Una Visión Sistémica. *Revista Educación En Ingeniería*, 6(12), 48–60. Recuperado el 18 de febrero de 2016 a partir de <http://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/122>

ESTEVE, J.M. (1987). *El malestar docente*. Barcelona, Laia.

ESTEVE, J.M. (2001). El profesorado de secundaria: hacia un nuevo perfil profesional para enfrentar los problemas de la educación contemporánea. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Educación*, 3, 15-42

ESTEVE, J.M. (2003). *La tercera revolución educativa. La educación en la sociedad del conocimiento*. Barcelona, Paidós Ibérica.

FUENTES, M., y GONZÁLEZ, J. (2017). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM. *RED, Revista de Educación a Distancia*, 54. Recuperado el 18 de agosto de 2017 a partir de <http://www.um.es/ead/red/54>

GALLARDO, E. (2012). Hablemos de estudiantes digitales y no de nativos digitales. *UT. Revista de Ciències de l'Educació*, 7–21.

GISBERT, M., GONZÁLEZ, J., y ESTEVE, F. M. (2016). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, (Junio), 74–83. Recuperado el 2 de septiembre de 2016 a partir de <http://doi.org/10.6018/RIITE2016/257631>

GONZÁLEZ SANMAMED, M. (2009). Una nueva oportunidad para la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista de Educación*, (350), 57–78.

HAMARI, J., KOIVISTO, J., y SARSA, H. (2014). Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, (HICSS)*, (p.3025–3034). Hawaii. Recuperado el 13 de abril de 2017 a partir de <http://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>

INTEF (2017) Marco común de competencia digital docente. Recuperado el 15 de mayo de 2017 a partir de <http://educalab.es/documents/10180/12809/Marco+competencia+digital+docente+2017/afb07987-1ad6-4b2d-bdc8-58e9faeacea>

KAPP, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco, John Wiley & Sons.

Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). *Boletín Oficial del Estado*, nº 295, 2013, 10 diciembre.

LOZANO, A. (2003). Factores personales, familiares y académicos que afectan al fracaso escolar en la Educación Secundaria. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa Y Psicopedagógica*, 1, 43–66. Recuperado el 10 de julio de 2016 a partir de <http://dx.doi.org/10.14204/ejrep>

MARBÀ, A. y MÀRQUEZ, C. (2010). ¿Qué Opinan Los Estudiantes De Las Clases De Ciencias? Un Estudio Transversal De Sexto De Primaria a Cuarto De ESO. *Enseñanza de Las Ciencias*, 8, 19–30.

MARÍN, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. En *Digital Education Review*, 27. Recuperado el 1 de junio de 2016 a partir de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/13433/pdf>

MECD Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2014). TALIS 2013. Estudio internacional de la enseñanza y el aprendizaje. Informe español. Madrid.

MECD Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2017). Datos y Cifras. Curso escolar 2016-2017, 37. Recuperado 10 de junio de 2017 a partir de <https://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/datos-cifras/Datosycifras1617esp.pdf>

MISHRA, P. y KOEHLER M. J. (2006). «Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowlege». En *teachers college record*, 108 (6), 1017-1054.

MOLAS, N., y ROSSELLÓ, M. (2010). Revolución en las aulas : llegan los profesores del siglo XXI. La introducción de las TIC en las aulas y el nuevo rol docente. *DIM: Didáctica, Innovación Y Multimedia*, (19), 1–9. Recuperado el 15 de mayo de 2016 a partir de <http://raco.cat/index.php/DIM/article/view/214711>

MORENO MARCHA, J. (2012). Metodologías para la innovación. Una experiencia en formación del profesorado universitario. En *Congrés Internacional de Docència Universitaria i Innovació*. Barcelona.

MURUA-CUESTA, E. (2013). Análisis de la Gamificación como concepto aplicable en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en 4o de ESO. (Trabajo fin de máster) En *Re-UNIR Repositorio Digital*. Recuperado el 7 de julio de 2016 a partir de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2056>

OCAÑA, G. (2012). Robótica como Asignatura en Enseñanza Secundaria. Resultados de una Experiencia Educativa. 5, 56–64. Espiral. *Cuadernos del Profesorado*. ISSN 1988-7701,2012, vol. 5, nº 10, pp. 56-64.

PIAGET, J. (1967). *Psicología y pedagogía*. Barcelona, Crítica, 2001.

PLOMP, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. En Plomp, T., & Nieveen, N. (eds.). *Educational Design Research*. Enschede, SLO.

SÁNCHEZ-APARICIO, J.C. (2014). Videojuegos y gamificación para motivar en educación. *Andalucíaeduca*, 120, 6-8. Recuperado el 8 de julio de 2016 a partir de http://www.andaluciaeduca.com/hemeroteca/ae_digital120.pdf

STOHLMANN, M., MOORE, T. y ROEHRIG, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. Recuperado el 27 de marzo de 2016 a partir de <http://doi.org/10.5703/1288284314653>

TOBÓN, C. R. y CANO, O. R. (2015). Ambiente de aprendizaje basado en un robot móvil controlado con Kinect y Scratch. En Seminario “Desarrollo tecnológico para la innovación educativa” (pp. 1–11). Recuperado el 28 de febrero de 2017 a partir de <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/4590>

UNESCO. (2008). ICT competency standards for teachers: competency standards modules. *ICT Competency Standards for Teachers*. Paris (France). Recuperado el 5 de mayo de 2017 de http://portal.unesco.org/ci/en/ev.php-URL_ID=25731&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

VÁZQUEZ, A., y MANASSERO, M. A. (2009). Patrones actitudinales de la vocación científica y tecnológica en chicas y chicos de secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(4), 1.

VEGA-MORENO, D. et al. (2016). Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, 162-175.

VON GARNIER, C. (2010). *La metamorfosis necesaria en la escuela*. Sevilla, Ituci siglo XXI.

VYGOTSKY, L. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona, Paidós Ibérica, 2010.

ZICHERMANN, G. y CUNNINGHAM, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. Cambridge, MA, O'Reilly Media.

Biografía del Autor

M^a de las Mercedes Fuentes Hurtado es Ingeniera Técnica de Telecomunicaciones por la Universidad de Málaga y ha realizado el Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria también en la Universidad de Málaga. Ha trabajado como docente en la Universidad de Khon Kaen en Tailandia desde el 2012 hasta el 2015 y desde entonces es docente de secundaria de materias del ámbito científico-tecnológico en centros públicos pertenecientes a la Junta de Andalucía. Ha asistido a congresos en Japón, Malasia, Tailandia, Portugal y España presentando y publicando los resultados de sus investigaciones que en la actualidad se enmarcan dentro del programa de doctorado de Tecnología Educativa de la Universidad Rovira i Virgili de Tarragona.

ANEXO 5: Programación del plan de formación docente

Lugar de realización

El Centro del Profesorado de Málaga ofrece sus instalaciones para la impartición del plan de formación aquí presentado.

Fechas de realización

La primera iteración de este plan de formación se llevará a cabo entre los meses de abril y mayo de 2018.

Número de participantes

32 docentes

Descripción

Este plan de formación se trata de un juego por niveles donde los participantes (jugadores) obtendrán puntos y recompensas al superar las distintas tareas propuestas que les llevan a alcanzar un reto como objetivo al final de la sesión, como se muestra en la Tabla 1.

Nivel	Reto	Objetivo
I	Docente STEM	Ser capaz de integrar contenidos STEM
II	Docente Gamificado	Ser capaz de gamificar la clase
III	Docente usuario TIC	Conocer TIC para gamificar STEM
IV	Docente experto TIC	Ser capaz de configurar las TIC para gamificar STEM
V	Docente 3K	Ser capaz de implementar experiencias gamificadas STEM

Tabla 1. Niveles, retos y objetivos del plan de formación.

Secuenciación

Sesión 1 - Nivel 1		
Duración: 3 horas presenciales		
Reto: Docente STEM		
Objetivo: Ser capaz de integrar los contenidos STEM		
Tarea	Tiempo	Descripción
1	20'	Presentación del curso en modo juego analógico <ul style="list-style-type: none"> ○ Saludos ○ Datos de la dinamizadora del juego

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Breve descripción de la estructura de las sesiones ○ Presentación de las aplicaciones que se usarán como vía de comunicación (<i>Google Classroom, TesTeach</i>) ○ Recogida de correos electrónicos ○ Creación de Avatar http://www.crearunavatar.com/ ○ Introducción a <i>ClassBadgets</i> con la visualización del vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=LZSR1OWjhis ○ Cuestionario inicial para la recogida de datos con formulario de <i>Google Drive</i>
2	20'	Presentación de los participantes en el curso <ul style="list-style-type: none"> ○ Juego de presentaciones personales ○ Presentar brevemente en 30 segundos una actividad de su asignatura donde se expliquen qué contenidos se enseñan, que metodología se utiliza y qué TIC. El resto de asistentes realiza la votación valorando cada aspecto explicado.
3	20'	Juego <i>Kahoot</i> por equipos "Conoce STEM" <ul style="list-style-type: none"> - Juego con datos sobre STEM en <i>Kahoot</i> - Visualización vídeo STEM
4	30'	Contenidos STEM en la LOMCE <ul style="list-style-type: none"> - En grupos de docentes de diferentes materias de STEM, completar una tabla de contenidos integrados.
	15'	DESCANSO
	15'	Muestra de un caso concreto de la integración de bloques de contenidos.
5	30'	Puesta en común de los paneles <ul style="list-style-type: none"> ○ Observar resultados ○ Debate sobre los puntos más complejos
6	15'	Comentar titulares de noticias sobre STEM por medio del juego de debates por parejas.
7	10'	Entrega de insignias Evaluación de la sesión Comentarios de mejora
8	5'	Despedida.

Sesión 2 - Nivel 2

Duración: 3 horas presenciales

Reto: Docente Gamificado

Objetivo: Ser capaz de gamificar la clase los contenidos STEM

Tarea	Tiempo	Descripción
-------	--------	-------------

1	10'	Saludos Presentación del ranking de puntos de la sesión anterior Presentación del siguiente nivel
3	15'	Gamificación de la gestión del aula ○ Introducción a juegos para la gestión del aula
4	15'	Gamificación de los contenidos STEM ○ Muestra de juegos para impartir contenidos y realizar evaluaciones
5	20'	En grupo, creación de un juego original para la integración de contenidos STEM ○ Se deben redactar las instrucciones del juego en una ficha
6	40'	Puesta en común ○ Presentación de los juegos, cada grupo dispondrá de 5 minutos para presentar su juego
	15'	DESCANSO
7	40'	Cada grupo jugará a 4 juegos inventados por otros grupos. ○ Se dedicarán 10 minutos para jugar a cada juego. Valoración de los juegos propuestos
8	10'	Debate sobre el juego en educación por medio del juego de debate en parejas
9	10'	Evaluación de la sesión Entrega de insignias Comentarios de mejora.
10	5'	Despedida.

Sesión de trabajo no presencial

Duración: 9 horas

Descripción	Diseño de una unidad didáctica integrada para STEM incluyendo los elementos a gamificar <ul style="list-style-type: none"> • qué se quiere gamificar • en qué momentos de la unidad se gamificará
-------------	---

Sesi3n 3 - Nivel 3		
Duraci3n: 3 horas presenciales		
Reto: Docente usuario TIC		
Objetivo: Conocer TIC para gamificar STEM		
Tarea	Tiempo	Descripci3n
1	10'	Saludos Presentaci3n del ranking de puntos de la sesi3n anterior Presentar el siguiente nivel
2	15'	Juego de conocimientos TIC seg3n el marco de competencia digital docente
3	120'	Juego para la valoraci3n en grupo de aplicaciones para la gamificaci3n de la gesti3n del aula y la gamificaci3n de los contenidos STEM
	15'	DESCANSO
4	10'	Juego de debate en parejas sobre el uso de las TIC en educaci3n
5	10'	Evaluaci3n de la sesi3n Entrega de insignias Comentarios de mejora
6	5'	Despedida.

Sesi3n 4 - Nivel 4		
Duraci3n: 3 horas presenciales		
Reto: Docente experto TIC		
Objetivo: Ser capaz de configurar las TIC para gamificar STEM		
Tarea	Tiempo	Descripci3n
1	10'	Saludos Presentaci3n del ranking de puntos de la sesi3n anterior Presentaci3n del siguiente nivel Instrucciones para el "Concurso de aplicaciones" Cada participante presenta una aplicaci3n distinta para ser evaluada <ul style="list-style-type: none"> o El resto de participantes puede otorgar puntos a la aplicaci3n presentada o Se distinguir3n dos categor3as <ul style="list-style-type: none"> • gesti3n del aula • gamificaci3n de STEM

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Se elegirán tres 3 aplicaciones para cada categoría según diferentes criterios (facilidad de uso, tiempo que ha de emplear el docente para configurarla, etc.) ○ Por grupos se elegirán las mejores aplicaciones para: <ul style="list-style-type: none"> ● Gestionar el aula ● Gamificar contenidos ● Evaluar
2	15'	Juego de conocimientos sobre el marco de competencia digital docente
3	120'	Concurso de aplicaciones
	15'	DESCANSO
4	10'	Juego de debate por parejas sobre temas relacionados el uso de las TIC en clase
5	7'	Evaluación de la sesión Entrega de insignias Comentarios de mejora
6	3'	Despedida

Sesión de trabajo no presencial

Duración: 6 horas

Descripción	<p>Completar la unidad didáctica creada eligiendo y configurando para un grupo de clase concreto las aplicaciones para gamificar la gestión del aula, los contenidos y la evaluación.</p> <p>Recoger toda la información en la plantilla de la unidad proporcionada.</p> <p>Compartir en <i>TesTeach</i> y <i>Google Classroom</i> la ficha de la unidad y todos los recursos necesarios para implementarla en el aula.</p>
-------------	---

Sesión 5 - Nivel 5 Duración: 3 horas presenciales Reto: Docente 3K Objetivo: Ser capaz de implementar experiencias gamificadas STEM		
Tarea	Tiempo	Descripción
1	10'	Saludos Presentación del ranking de puntos de la sesión anterior Presentación del siguiente nivel Concurso de "Unidades Didácticas" <ul style="list-style-type: none"> ○ Por grupos se presentarán UD ○ Como recompensa, las 4 personas con más puntuación de las sesiones anteriores se reservan el derecho de ser jurado, asignar jurado o presentar/no presentar UD ○ Se dispondrá de 15 minutos para presentar la UD con los recursos que crean convenientes. ○ Se otorgarán premios a: <ul style="list-style-type: none"> ● Mejor UD ● Mejor presentación ● Originalidad y creatividad de la UD ○ Se realizará una votación final por parte del jurado y se entregarán los premios.
2	15'	Juego de conocimientos sobre el marco de competencia digital docente
3	120'	Concurso de Unidades Didácticas
	15'	DESCANSO
4	10'	Juego de debate por parejas sobre los retos educativos del s.XXI
5	10'	Evaluación de la formación Entrega de insignias Comentarios de mejora
6	5'	Despedida

ANEXO 6: Cómo organizar una formación en STEM gamificado en el contexto de la formación continua del profesorado de Secundaria

Fuentes, M. y González J. (2017). Cómo organizar una formación en STEM gamificado en el contexto de la formación continua del profesorado de Secundaria. En Ruiz-Palmero, J., Sánchez-Rodríguez, J. y Sánchez-Rivas, E. (Edit.). *Innovación docente y uso de las TIC en educación*. Málaga: UMA Editorial.



CÓMO ORGANIZAR UNA FORMACIÓN EN STEM GAMIFICADO EN EL CONTEXTO DE LA FORMACIÓN CONTINUA DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA

Mercedes Fuentes Hurtado

Universitat Rovira i Virgili

mfuenteshurtado@gmail.com

Juan González Martínez

Universitat de Girona

juan.gonzalez@udg.edu

Palabras clave:

Formación docente, Gamificación, STEM, TPACK.

Resumen:

Los retos educativos a los que se enfrentan los docentes de hoy en día en la Educación Secundaria Obligatoria requieren la planificación de una formación docente continua que les permita desarrollar las competencias necesarias para mejorar la calidad

educativa y el rendimiento académico del alumnado que se considera, en ocasiones, desmotivado y desvinculado (Marbà y Márquez, 2010) de los contenidos curriculares, sobre todo en el ámbito científico-tecnológico.

Con el fin de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el denominado ámbito STEM (Duque, Celis y Camaño, 2011) en Secundaria, se plantea aquí, como parte de una investigación más amplia, un prototipo de formación docente basado en el modelo pedagógico TPACK que tiene como objetivo permitir a los docentes enseñar los contenidos integrados STEM por medio de metodologías gamificadas donde las TIC tengan un papel protagonista para incentivar y motivar al alumnado.

INTRODUCCIÓN

Los cambios que constantemente se producen en la sociedad implican modificaciones o adaptaciones en el sistema educativo que suponen nuevos retos para los profesores y profesoras de Secundaria como, por ejemplo, la transformación de la figura del docente en facilitador del aprendizaje (Gisbert, González y Esteve, 2016) que, siguiendo las teorías constructivistas (Piaget, 1967; Vygotski, 1934) sepa despertar en el alumnado la curiosidad e interés por el conocimiento. Existe, por tanto, la necesidad de enriquecer la formación docente (UNESCO, 2008; MECD, 2014) con el objetivo de mejorar la calidad educativa y paliar graves problemas como el fracaso escolar que en España ronda el 20% según los últimos datos publicados en 2017 por el Ministerio de Educación Cultura y Deporte.

La complejidad de las tareas que actualmente realiza el profesorado (González Sanmamed, 2009; Esteve, 2001, 2003) evidencian una necesidad de formación docente encaminada a estimular el proceso de aprendizaje del alumnado favoreciendo su motivación (Lozano, 2003). Esa formación docente de la que hablamos debe repercutir directamente en la mejora de los resultados académicos de un alumnado (Esteve, 1987; Bona, 2015) que admite sentir desmotivación en la etapa de Secundaria especialmente en las asignaturas de la rama científico-tecnológica (Vázquez y Manassero, 2009; Marbà y Márquez, 2010) por considerarlas complejas y desvinculadas de su propia realidad. A esto último contribuye la actual fragmentación de contenidos impuesto por la separación del conocimiento en distintas asignaturas (Von Garnier, 2010). Algo que, por otro lado, intenta cambiar la Ley 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) estableciendo la enseñanza de contenidos de manera transversal mediante el uso de metodologías activas que potencien, precisamente, la motivación del alumnado.

Concretando para el ámbito científico-tecnológico, la iniciativa STEM (*Science, Technology, Engineering & Maths*) (Duque, Celis y Camaño, 2011) surgió con el objetivo de acercar el conocimiento al alumnado de un forma transversal y más conectada con el mundo real. Así se espera estimular la motivación del alumnado para mejorar su aprendizaje y despertar las vocaciones científicas (Convert y Gugenheim, 2005; Vázquez

y Manassero, 2009; Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012) en una sociedad fuertemente tecnificada que demandará cada vez más profesionales de este ámbito (Convert y Gugenheim, 2005) y ciudadanos competentes tecnológicamente.

Por otro lado, no debemos olvidar las características propias del alumnado digital (Gallardo, 2012) de Secundaria que, por haber nacido en la Sociedad del Conocimiento (SC), distan mucho de las de los alumnos y alumnas de otras épocas pasadas. Lo que implica que el profesorado se vea en la necesidad de desarrollar nuevas metodologías que conecten con el alumnado en el contexto educativo actual.

Para la mejora de los resultados académicos del alumnado de Secundaria existen diferentes metodologías que persiguen este objetivo. Entre estas metodologías, la gamificación goza en la actualidad de un prestigio suficiente (Kapp, 2012; Sánchez-Aparicio, 2014; Marín, 2015; González y Fuentes, 2017) que suscita el interés de cada vez más docentes por sus beneficios educativos y deseen incluirla en sus programaciones didácticas. Si bien el juego no es algo novedoso en educación, ya que desde los tiempos de Platón y Aristóteles ha demostrado su eficacia, sí lo es la evolución que el juego educativo ha tenido hasta nuestros días con el desarrollo de los denominados *serious games* y su resurgimiento en la época actual con la inclusión en contextos educativos de los elementos propios de la mecánica de juego (Zichermann y Cunningham, 2011; Kapp, 2012; Díaz y Troyano, 2013).

La implementación de metodologías gamificadas puede contribuir a la mejora de los aprendizajes gracias a los beneficios que el juego puede aportar al proceso de enseñanza-aprendizaje como son la estimulación de la curiosidad, el placer, la diversión, la implicación y la motivación asociados al propio juego y paralelamente al aprendizaje (Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014). Además, estas metodologías gamificadas permiten digitalizarse empleando las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de manera que atraigan todavía más al alumnado digital de Secundaria (Murua-Cuesta, 2013; Marín, 2015). Aplicaciones como *Classcraft*, *ClassBadges*, *Class Dojo*, *Kahoot* o *Scratch* facilitan la labor de gamificación a los docentes tanto en la gestión del aula como en la impartición de contenidos o realización de pruebas de evaluación y ayudan a fomentar el aprendizaje significativo en el contexto que nos ocupa para el ámbito STEM (González y Fuentes, 2017).

Por tanto, el profesorado de STEM de Secundaria se enfrenta a un nuevo paradigma educativo en el que los contenidos transversales de las materias del ámbito deben enseñarse de manera integrada por medio de metodologías innovadoras, como puede ser la gamificación, haciendo uso de las TIC más apropiadas para conseguir la motivación necesaria en el alumnado con el fin de que mejore su aprendizaje. Estos tres saberes en los que el docente debe centrar su formación: contenidos, pedagogía y TIC, se concretan en el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) que será, por tanto, el elegido para el diseño de un plan de formación docente, objetivo de esta investigación, que

permita a los docentes de Secundaria ser capaces de introducir metodologías gamificadas que se apoyen en las TIC para impartir con éxito los contenidos integrados de STEM.

METODOLOGÍA

Este estudio sigue la metodología de Investigación Basada en Diseño (DBR por sus siglas en inglés) (Plomp, 2013) en la que el objetivo último, como se ha dicho, es el diseño de un plan de formación docente para la inclusión de metodologías gamificadas en el ámbito de STEM.

La metodología DBR comprende varias fases como se muestra en la figura 1(adaptado de Plomp, 2013) de las que actualmente se han cubierto las dos primeras.

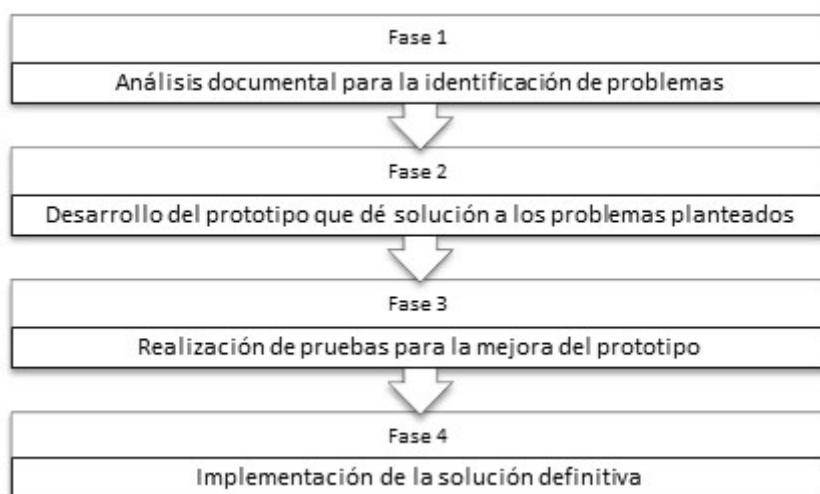


Figura 1. Elaboración propia. Diagrama de la metodología DBR.

Esta investigación que, por tanto, está en proceso de finalización se encuentra en la Fase 2, en la que tras el análisis documental realizado en la Fase 1 donde se han identificado las necesidades formativas del profesorado de STEM de Secundaria (Fuentes y González, 2017), ha sido diseñado un prototipo que se concreta en un plan de formación docente que, como se ha dicho, sigue el modelo pedagógico TPACK y que en fases posteriores de esta investigación será validado por un comité de expertos para implementar una solución definitiva en la Fase 4 tras realizar previamente varias iteraciones (Fase 3) con docentes que participen en esta formación.

RESULTADOS

El plan de formación que se plantea como prototipo en esta investigación para ser validado y probado con el fin de mejorarlo e implementar finalmente una solución definitiva que cubra las necesidades formativas de los docentes que deseen introducir metodologías gamificadas en el ámbito STEM de Secundaria se articula en tres saberes

fundamentales definidos por el modelo pedagógico TPACK y que son: conocimientos del contenido, conocimientos pedagógicos y conocimientos tecnológicos, partiendo del perfil competencial necesario para abordarlos.

El conocimiento del contenido se centra en la relación que se puede establecer entre los bloques de contenidos curriculares de las materias del ámbito y que en la Educación Secundaria Obligatoria en España son Física y Química, Biología y Geología, Matemáticas y Tecnología, de manera que una vez identificados los puntos de conexión entre ellas (Fuentes y González, 2017) se puede establecer qué contenidos son fácilmente integrables.

El conocimiento pedagógico que ha de desarrollar el docente le permitirá conocer y saber aplicar metodologías gamificadas que estimulen y motiven al alumnado permitiéndole el desarrollo de la creatividad y la innovación Moreno Marcha (2012). Existen numerosas propuestas didácticas que pueden ser adaptadas al ámbito STEM y que demuestran su eficacia en la mejora del rendimiento académico del alumnado utilizando recursos tan diversos como la robótica o los videojuegos (Ocaña, 2012; Albir-Mañanes, 2014; Marín, 2015; Vega-Moreno et al, 2016).

El conocimiento tecnológico al que debe aspirar el docente implica desarrollar habilidades para seleccionar las TIC más adecuadas que permitan la digitalización de la metodología gamificada tanto para la gestión del aula como para la impartición de contenidos promoviendo el desarrollo del pensamiento computacional (Tobón y Cano, 2015; Vega-Moreno et al, 2016) y mejorando así el proceso de enseñanza-aprendizaje (Molas y Roselló, 2010).

Una vez definidas las necesidades formativas en los tres saberes fundamentales que deben dominar los docentes, el plan de formación diseñado como prototipo en esta investigación se secuenciará en 30 horas lectivas semipresenciales y está dirigido a docentes de Secundaria que deseen introducir metodologías gamificadas en el ámbito STEM. Esta formación docente pretende fomentar la enseñanza integrada de las asignaturas del ámbito científico y tecnológico para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje buscando la motivación del alumnado por medio de un aprendizaje vivencial y haciendo que el conocimiento impartido en las aulas esté más relacionado con la experiencia vital del propio alumnado.

Los asistentes al curso, docentes de Secundaria, tendrán la oportunidad, como se ha dicho, de conocer los puntos de conexión entre las distintas asignaturas del ámbito de STEM para poder diseñar experiencias gamificadas en las que aprovechen los beneficios de la mecánica de juegos tanto para la impartición de los contenidos como en la propia gestión del aula.

El diseño e implementación de experiencias gamificadas se llevará a cabo mediante el uso de las TIC seleccionando aplicaciones disponibles que podrán ser configuradas por los propios docentes para conseguir sus objetivos didácticos.

Este plan de formación propuesto pretende ser eminentemente práctico, por lo que a lo largo de las 30 horas en las que está programado se propondrán tareas colaborativas que permitirán a los docentes ser capaces de diseñar e implementar sus propias experiencias gamificadas. Lo que se concretará finalmente como el diseño de una unidad didáctica STEM gamificada donde se muestren los conocimientos y habilidades adquiridas.

A lo largo de las sesiones se recogerán datos pertinentes que posteriormente serán evaluados para mejorar el plan de formación y servirán para el diseño de la solución definitiva en las siguientes fases de esta investigación.

CONCLUSIONES

La formación continua del profesorado resulta imprescindible para la mejora de la calidad educativa (Campos, 2012; Bozu e Imbernon, 2016) en la sociedad actual donde los docentes deben seguir ampliando sus capacidades para enfrentarse a los nuevos retos educativos del s. XXI.

El ámbito científico-tecnológico requiere una especial atención por su importancia en la SC y por la desmotivación que sienten un gran número de alumnos por esta rama del conocimiento que resulta, por otro lado, imprescindible para el desarrollo de la sociedad actual y futura (Convert y Gugenheim, 2005).

Por ello, aquí se plantean un prototipo de formación docente que pretende como último objetivo estimular el aprendizaje del alumnado por medio de la impartición integrada de los contenidos STEM (Duque, Celis y Camaño, 2011) empleando metodologías gamificadas que aprovechen las bondades del juego (Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014) para motivar al alumnado e implicarlo en su propio aprendizaje buscando, por medio de las TIC, atractivos que hagan al alumnado digital (Gallardo, 2012) de hoy interesarse por el mundo que les rodea y despertar en ellos, en última instancia, las vocaciones científicas.

El plan de formación aquí presentado se centra en el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) que propone como base tres saberes a desarrollar por los docentes: contenidos, pedagogía y tecnología, que se concretarán, a la finalización de las sesiones formativas, en el diseño de una unidad didáctica STEM gamificada que favorezca la calidad de los aprendizajes y mejore los resultados académicos del alumnado de Secundaria.

REFERENCIAS

Albir-Mañanes, M. (2014) La robótica aplicada a la asignatura de química de 1º de bachillerato. UNIR, La Rioja. Recuperado el 20 de julio de 2016 a partir de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2716>

Bona, C. (2015). La nueva educación. Barcelona, Plaza&Janés.

Bozu, Z. e Imbernon, F. (2016). La profesión docente en momentos de cambios. ¿Qué nos dicen los estudios internacionales. Profesorado. *Revista de Currículum Y Formación Del Profesorado*, 20 (3), 467–492. Recuperado de <https://recyt.fecyt.es/index.php/profesorado/article/view/54607/33236>

Campos, J. A. (2012) (Coord.). La formación del profesorado novel en la Universidad de Barcelona. Barcelona: ICE-Octaedro.

Convert, B. y Gugenheim, F. (2005). Scientific Vocations in Crisis in France: Explanatory Social Developments and Mechanism. *European Journal Vocational Training*, 35, 12-20.

Díaz, J. y Troyano, Y. (2013). El potencial de la gamificación en el ámbito educativo. III Jornadas de innovación docente de la Facultad de Ciencias de la Educación. “La innovación educativa: Respuesta en tiempos de incertidumbre”. Universidad de Sevilla. Recuperado el 28 de febrero de 2016 a partir de https://fcee.us.es/sites/default/files/docencia/EL%20POTENCIAL%20DE%20LA%20GAMIFICACION%20APLICADO%20AL%20AMBITO%20EDUCATIVO_0.pdf

Duque, M., Celis, J. y Camacho Díaz, A. (2011). Cómo Lograr Alta Calidad En La Educación De Los Ingenieros: Una Visión Sistémica. *Revista Educación En Ingeniería*, 6(12), 48–60. Recuperado el 18 de febrero de 2016 a partir de <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/122>

Esteve, J.M. (1987). El malestar docente. Barcelona, Laia.

Esteve, J.M. (2001). El profesorado de secundaria: hacia un nuevo perfil profesional para enfrentar los problemas de la educación contemporánea. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Educación*, 3, 15-42

Esteve, J.M. (2003). La tercera revolución educativa. La educación en la sociedad del conocimiento. Barcelona, Paidós Ibérica.

Fuentes, M., y González, J. (2017). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM. *RED, Revista de Educación a Distancia*, 54. Recuperado el 18 de agosto de 2017 a partir de <http://www.um.es/ead/red/54>

Gallardo, E. (2012). Hablemos de estudiantes digitales y no de nativos digitales. *UT. Revista de Ciències de l'Educació*, 7–21.

Gisbert, M., González, J., y Esteve, F. M. (2016). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, (Junio), 74–83. Recuperado el 2 de septiembre de 2016 a partir de <http://doi.org/10.6018/RIITE2016/257631>

González Sanmamed, M. (2009). Una nueva oportunidad para la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Revista de Educación*, (350), 57–78.

Hamari, J., Koivisto, J., y Sarsa, H. (2014). Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences, (HICSS), (p.3025–3034). Hawaii. Recuperado el 13 de abril de 2017 a partir de <http://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>

INTEF (2017) Marco común de competencia digital docente. Recuperado el 15 de mayo de 2017 a partir de <http://educalab.es/documents/10180/12809/Marco+competencia+digital+docente+2017/afb07987-1ad6-4b2d-bdc8-58e9faeacea>

Kapp, K. (2012). The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education. San Francisco, John Wiley & Sons.

Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). Boletín Oficial del Estado, nº 295, 2013, 10 diciembre.

Lozano, A. (2003). Factores personales, familiares y académicos que afectan al fracaso escolar en la Educación Secundaria. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa Y Psicopedagógica*, 1, 43–66. Recuperado el 10 de julio de 2016 a partir de <http://dx.doi.org/10.14204/ejrep>

Marbà, A. y Màrquez, C. (2010). ¿Qué Opinan Los Estudiantes De Las Clases De Ciencias? Un Estudio Transversal De Sexto De Primaria a Cuarto De ESO. *Enseñanza de Las Ciencias*, 8, 19–30.

Marín, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. En *Digital Education Review*, 27. Recuperado el 1 de junio de 2016 a partir de <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/13433/pdf>

MECD. (2014). TALIS 2013. Estudio internacional de la enseñanza y el aprendizaje. Informe español. Madrid.

Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2017). Datos y Cifras. Curso escolar 2016-2017, 37. Recuperado 10 de junio de 2017 a partir de <https://www.mecd.gob.es/servicios-al-ciudadano-mecd/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/datos-cifras/Datosycifras1617esp.pdf>

Mishra, P. y Koehler M. J. (2006). «Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowlege». En *teachers college record*, 108 (6), 1017-1054.

Molas, N., y Rosselló, M. (2010). Revolución en las aulas : llegan los profesores del siglo XXI. La introducción de las TIC en las aulas y el nuevo rol docente. *DIM: Didáctica, Innovación Y Multimedia*, (19), 1–9. Recuperado el 15 de mayo de 2016 a partir de <http://raco.cat/index.php/DIM/article/view/214711>

Moreno Marcha, J. (2012). Metodologías para la innovación. Una experiencia en formación del profesorado universitario. En *Congrés Internacional de Docència Universitaria i Innovació*. Barcelona.

Murua-Cuesta, E. (2013). Análisis de la Gamificación como concepto aplicable en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en 4o de ESO. (Trabajo fin de máster) En Re-UNIR Repositorio Digital. Recuperado el 7 de julio de 2016 a partir de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2056>

Ocaña, G. (2012). Robótica como Asignatura en Enseñanza Secundaria. Resultados de una Experiencia Educativa. 5, 56–64. Espiral. *Cuadernos del Profesorado*. ISSN 1988-7701,2012, vol. 5, nº 10, pp. 56-64.

Piaget, J. (1967). *Psicología y pedagogía*. Barcelona, Crítica, 2001.

Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. En Plomp, T., & Nieveen, N. (eds.). *Educational Design Research*. Enschede, SLO.

Sánchez-Aparicio, J.C. (2014). Videojuegos y gamificación para motivar en educación. *Andalucíaeduca*, 120, 6-8. Recuperado el 8 de julio de 2016 a partir de http://www.andaluciaeduca.com/hemeroteca/ae_digital120.pdf

Stohlmann, M., Moore, T. y Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. Recuperado el 27 de marzo de 2016 a partir de <http://doi.org/10.5703/1288284314653>

Tobón, C. R. y Cano, O. R. (2015). Ambiente de aprendizaje basado en un robot móvil controlado con Kinect y Scratch. En Seminario “Desarrollo tecnológico para la innovación educativa” (pp. 1–11). Recuperado el 28 de febrero de 2017 a partir de <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/handle/123456789/4590>

UNESCO. (2008). ICT competency standards for teachers: competency standards modules. *ICT Competency Standards for Teachers*. Paris (France). Recuperado el 5 de mayo de 2017 de http://portal.unesco.org/ci/en/ev.php-URL_ID=25731&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2009). Patrones actitudinales de la vocación científica y tecnológica en chicas y chicos de secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(4), 1.

Vega-Moreno, D. et al. (2016). Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, 162-175.

Von Garnier, C. (2010). *La metamorfosis necesaria en la escuela*. Sevilla, Ituci siglo XXI.

Vygotsky, L. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona, Paidós Ibérica, 2010.

Zichermann, G. y Cunningham, C. (2011). Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. Cambridge, MA, O'Reilly Media.

ANEXO 7: Evaluación inicial del diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC

Artículo aceptado para su publicación en la revista EDUTEC en noviembre de 2019.

Mercedes Fuentes-Hurtado
Juan González-Martínez

Resumen

En este artículo se presenta una *checklist* enriquecida que facilita la evaluación inicial del diseño de unidades didácticas integradas y gamificadas para STEM. Tras un trabajo colaborativo de revisión teórica y operativización entre docentes de Secundaria en activo, se llega a la consideración de los elementos clave en el diseño de unidades que integran los contenidos del ámbito científico-tecnológico como sugiere la iniciativa STEM, que implementa una metodología gamificada que fomenta la motivación y que hace uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para estimular el aprendizaje del alumnado de Secundaria, coincidiendo con lo propuesto por el modelo pedagógico TPACK que apuesta por interrelacionar contenidos, pedagogía y tecnología. Esta *checklist* permite valorar cuantitativamente diez parámetros obteniéndose una calificación para cada unidad didáctica proporcionando una evaluación apriorística de su calidad y permitiendo la comparación rápida entre unidades de este tipo además de orientar el propio proceso de diseño.

Palabras clave:

Gamificación, Secundaria, STEM, TIC, TPACK.

Abstract

This article presents an enriched *checklist* that eases the initial assessment of the design of didactic units that are gamified and integrate STEM contents. After a collaborative work for Secondary school teachers who undertook a theoretical review, the key elements were defined to design units that integrate contents in the scientific and technological field, as STEM initiative suggests, implement a gamification-based methodology that encourages motivation and make use of the information and communication technologies (ICT) in order to stimulate Secondary school students learning, in coincidence with TPACK pedagogical model that interrelate contents, pedagogy and technology. This *checklist* assesses ten parameters quantitatively to obtain ratings for didactic units, which provide information in relation to their quality, allow a quick comparison between units and guide the design process itself.

Keywords:

Gamification, Secondary education, STEM, TIC, TPACK.

Introducción

En el contexto de la Educación Secundaria no es nueva la búsqueda de nuevos métodos de enseñanza para recuperar el interés y la motivación del alumnado por el ámbito científico-tecnológico y, por ende, paliar en cierta medida el fracaso escolar y el abandono prematuro (Mirete, Soro y Maquilón, 2015; Tarabini, Curran, Montes y Parcerisa, 2015); tampoco es nueva la preocupación por la falta de alumnado en estudios superiores del ámbito de las ciencias, que se deriva de esta idea previa (Convert y Gugenheim, 2005). En estas coordenadas, una de las estrategias posibles tiene que ver con promover la renovación pedagógica desde el ámbito de la formación docente (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017b), pues supone poner el foco en uno de los eslabones clave del proceso de enseñanza-aprendizaje (Esteve, 2003), cuyo objetivo principal es mejorar la calidad de la docencia (Gómez Trigueros, 2015; Molas y Roselló, 2010) para intentar que esto repercuta positivamente en la motivación, el interés por el aprendizaje y, en definitiva, los resultados académicos del alumnado. Uno de los enfoques desde los que se puede plantear esta mejora de la calidad de la docencia es potenciar una formación docente basada en el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) que, como se puede observar en la imagen 1, incide en la necesidad de formar a los docentes en tres saberes que han de interrelacionarse para conseguir la excelencia académica (contenidos, pedagogía y tecnología).

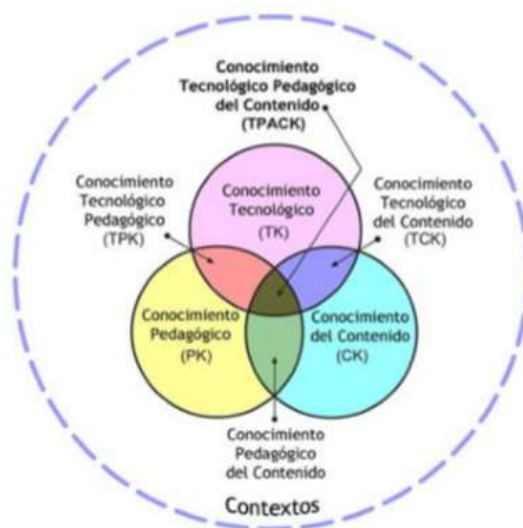


Imagen 1. Diagrama del modelo pedagógico TPACK (Salinas, De Benito y Lizana, 2014).

Centrándonos en el ámbito científico-tecnológico de la educación Secundaria y tomando como referencia el modelo pedagógico TPACK, estos tres saberes de los que hablábamos

se concretarían en los siguientes: contenidos STEM (acrónimo en inglés de *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012; Kelley, T.R. y Knowles, J.G., 2016), metodología gamificada vinculada directamente con la mejora de la motivación (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019) y tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para gamificar los contenidos integrados y la gestión del aula logrando diseñar así experiencias gamificadas completas (García Velategui, 2015) que estimulen el aprendizaje del alumnado digital (Gallardo, 2012).

Este primer saber, los contenidos, hace referencia a la iniciativa STEM que surgió en Estados Unidos en 2011 y viene incluyéndose desde entonces en las políticas educativas de los países desarrollados (Prieto y Chrobak, 2012) para promover el estudio integrado de las materias del ámbito CyT (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) con un enfoque práctico que favorece el aprendizaje significativo, conecta los conocimientos con la realidad del alumnado (Kelley, T.R. y Knowles, J.G., 2016) y siguiendo un paradigma constructivista (Piaget, 1967; Vygotski, 1934).

El segundo saber, la metodología basada en la gamificación (Dichev, C., y Dicheva, D., 2017), surge por la necesidad que tienen los docentes de buscar formas alternativas de enseñar en las que se promueva la motivación del alumnado (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017a) siendo la inclusión de los juegos un comprobado detonador de emociones positivas (Herranz y Colomo-Palacios, 2012; Werbach y Hunter, 2012) tales como la curiosidad, el disfrute, la satisfacción y la implicación que se transfieren al aprendizaje (Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014) estimulándolo (Lozano, 2003).

El tercer saber, las TIC, que estarían en nuestro caso al servicio de la integración de contenidos y la implementación de la metodología gamificada, y que además fascinan al alumnado digital de hoy (Gallardo, 2012), muchos de ellos “gamers” (Astudillo, Bast y Willging, 2016) que usa a diario móviles, Internet y diversas aplicaciones digitales (Sánchez-Aparicio, 2014), lo que puede ser aprovechado para contribuir con su inclusión en las clases al éxito de la experiencia educativa haciendo al alumnado protagonista de su propio aprendizaje (Prensky, 2005; Mollas y Roselló, 2010), favoreciendo la adquisición de conocimientos por medio del aprendizaje vivencial (Levis, 2003), potenciando las competencias socio-lingüísticas y emprendedora (Moreno, Puentes, Ferrándiz, Flores y Acosta, 2014), el trabajo colaborativo (Morales Socorro, 2011) y el pensamiento computacional (Vázquez-Cano y Ferrer (2015).

A partir de estas reflexiones, y ante la constatación de que el profesorado debe ser formado para poder hacer frente a este reto profesional, nuestra propuesta tiene que ver con el diseño y desarrollo de una primera acción formativa breve pero efectiva que pueda ayudar al profesorado en el aprendizaje de los conceptos fundamentales de este enfoque, en el diseño de las correspondientes primeras estrategias didácticas y la importancia de seguir este camino. Como se verá, conviene poner en valor lo novedoso del plan de formación diseñado, ya que se centra en cómo gamificar STEM con TIC para estimular el aprendizaje del alumnado. Tanto STEM (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012) como la gamificación Pérez-Manzano y Almela-Baeza (2018) son dos conceptos de gran

actualidad en educación y que aquí se propone interrelacionar con las TIC, como sugiere el modelo TPACK.

Los conocimientos y las habilidades para interrelacionar, como decíamos, los contenidos STEM, la metodología gamificada y las TIC, adquiridas por los docentes durante el plan de formación basado en el modelo pedagógico TPACK antes expuesto se concretan de manera práctica en el diseño de unidades didácticas gamificadas con TIC que podrían conformar la programación didáctica para un curso completo de Secundaria. Y ello supone, por tanto, una guía docente que marca el camino a seguir y que planifica de manera sustentada el currículum establecido por la ley para un curso escolar completo. En palabras de Picco (2017, pág. 50) “la programación de la enseñanza colabora con el docente en la anticipación, en la previsión de todos aquellos medios, acciones, recursos que se deberán utilizar para darle concreción de esas prácticas de enseñanza” y de ahí su importancia. Por ello, como apuntan Flores y Zamora (2016), resulta incoherente pensar que los aprendizajes competenciales del alumnado puedan logarse sin haber estructurado con antelación el trabajo que se llevará a cabo en las distintas sesiones de clase y es precisamente en las unidades didácticas que conforman una programación didáctica donde aparece de manera explícita esa declaración de intenciones del docente.

A partir de aquí, tomamos como definición la que presentan Flores y Zamora (2016, pág. 10); y, con ella, podríamos asumir que “la unidad didáctica es la interrelación de todos los elementos que intervienen el proceso de enseñanza-aprendizaje con una coherencia interna metodológica y por un período de tiempo determinado” y que forma parte del tercer nivel de concreción curricular (Corrales, 2010, pág.42), del que es responsable directo el propio docente y en palabras del mismo autor “debe entenderse como la culminación de un proceso de planificación de la intervención educativa en su conjunto”.

Pero ¿cómo saber si estas unidades didácticas diseñadas por los docentes participantes en la formación son de calidad? O, incluso en un momento previo, ¿cómo asegurar que su diseño considera los elementos nucleares de lo que debe ser una unidad didáctica integrada y gamificada con TIC? Ante esa necesidad, y como parte de los instrumentos necesarios para la estrategia formativa que mencionábamos al principio, se ha generado una herramienta de comprobación inicial de la calidad del diseño basada en una *checklist* enriquecida con tres niveles de desempeño (a caballo entre una *checklist* propiamente dicha y una rúbrica, que según la literatura requiere de al menos cuatro niveles de desempeño (Etxabe, Aranguren y Losada, 2011)). La que aquí se presenta está compuesta por 10 parámetros que comprometen la calidad de dichas unidades didácticas y que permite otorgarles un valor cuantitativo que facilita la comparación de las unidades diseñadas al obtener distintas puntuaciones sabiendo que las de mayor puntuación, nunca superior a treinta puntos, serían las unidades didácticas que mejor se adecuan a priori al modelo en el que se inspira la *checklist*; y, en contraposición, también se pueden observar cuáles son los parámetros que más se censuran -por su

ausencia- en cada unidad al obtener una puntuación más baja. Además, la *checklist* cumple con un doble objetivo, como decíamos, por un lado, proporciona la posibilidad de valorar y comparar las unidades didácticas diseñadas y por otro también sirve de guía para los docentes a la hora de diseñar unidades didácticas STEM gamificadas con TIC.

Metodología

La metodología seguida en este estudio, de cuyo proceso se deriva el producto que aquí se presenta en forma de *checklist*, es la Investigación Basada en Diseño (o DBR por sus siglas en inglés, *Design Based Research*) (Plomp, 2013; Reeves, Herrington y Oliver, 2005; De Benito y Salinas, 2016) y que se fundamenta en cuatro fases que se presentan en la imagen 2 y que se resumen a continuación.

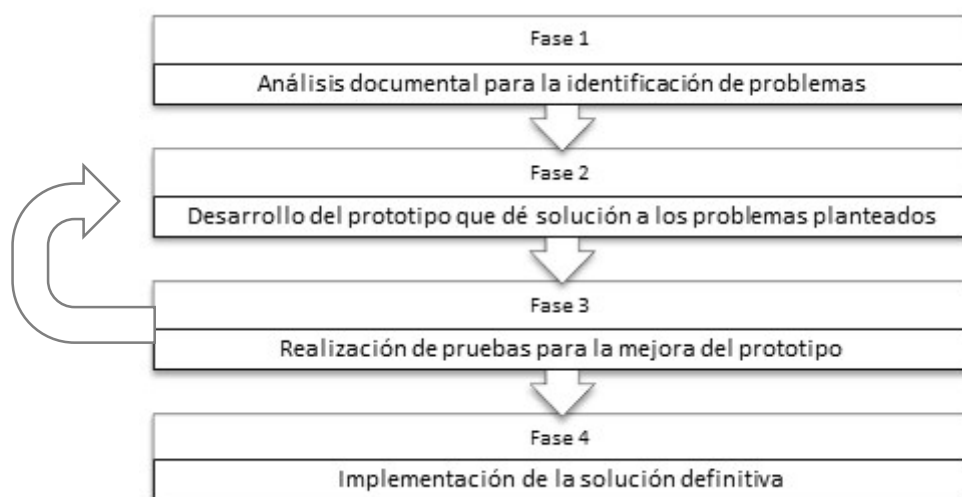


Imagen 2. Panorámica general del proceso de IBD de esta investigación.

Como concreción de lo anterior, en la tabla 1 se presenta de forma resumida en qué consiste cada una de las fases de la metodología DBR y en cuál de ellas se hace necesaria el desarrollo de la herramienta de la *checklist* como parte del proceso de evaluación del producto desarrollado en esta investigación y que no es otro, como ya avanzábamos, que un plan de formación para docentes basado en el modelo pedagógico TPACK y centrado en experiencias gamificadas con TIC para el ámbito STEM.

Fase 1	Análisis documental para la identificación de cuáles son los problemas a los que se enfrentan los docentes de Secundaria del ámbito STEM y cuáles son las necesidades formativas que tienen para superar esos inconvenientes.
--------	---

Fase 2	Desarrollo de un prototipo de plan de formación que proporcione a los docentes de Secundaria del ámbito STEM los conocimientos, habilidades y destrezas necesarias para implementar experiencias STEM gamificadas con TIC que mejoren su práctica docente y fomenten la motivación del alumnado.
Fase 3	Realización de pruebas, analizando el diseño del plan de formación, su estructura y los recursos creados con el fin de comprobar la validez del prototipo y mejorarlo en caso necesario.
Fase 4	Implementación de una solución definitiva en forma de plan de formación y que quede disponible para los docentes que deseen formarse.

Tabla 1. Descripción de las fases de la metodología de investigación basada en diseño (DBR).

Dentro de la fase 3 de esta investigación basada en el diseño (DBR), cuyo objetivo último es implementar una solución en forma de plan de formación para el profesorado del ámbito STEM que mejore su práctica docente y, en consecuencia, fomente la motivación del alumnado por el ámbito científico-tecnológico, se hace necesario realizar pruebas que verifiquen que efectivamente el prototipo de plan de formación diseñado cumple con los objetivos previstos y puede ser considerado una solución viable y funcional (fase 4). Para ello, en primer lugar, conviene analizar si, tras haber recibido la formación, los docentes se consideran capaces de asumir la tarea de mejorar su práctica docente incluyendo lo que llamamos *experiencias gamificadas con TIC para STEM* y que queda ampliamente descrito en Fuentes-Hurtado y González-Martínez (2017b). En segundo lugar, conviene evaluar si los productos generados por los propios docentes, formando equipos interdisciplinarios, para llevar a la práctica esas experiencias gamificadas son de calidad. En este segundo punto es donde se hace necesario contar con una herramienta (*checklist*) que permite evaluar de manera subjetiva los productos generados por los docentes cuyos saberes y habilidades adquiridos se articulan en forma de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC, unidades didácticas que a la postre podrían formar parte de una programación didáctica completa para un curso escolar.

A partir de los requerimientos anteriores, este instrumento de evaluación se diseñó en el contexto de un grupo de trabajo formado por docentes en activo de cinco centros educativos con el objetivo común de propiciar una mejora de la práctica docente. El diseño de la *checklist* partió de los parámetros generales que definen una unidad didáctica, a los que se le añadieron los parámetros específicos para las unidades didácticas del tipo que nos ocupa, enfocadas en el ámbito STEM y gamificadas con TIC. Una vez probada con las unidades didácticas creadas por el grupo de trabajo, se realizaron los ajustes pertinentes en la definición de cada parámetro para que la herramienta pudiera ser utilizada en el plan de formación de docentes. La *checklist* demostró su eficacia facilitando el trabajo de los docentes del ámbito científico-

tecnológico que diseñan unidades didácticas por primera vez permitiéndoles centrarse con rapidez en los parámetros que comprometen la calidad de la unidad y, una vez diseñadas estas unidades, la herramienta facilita la comparación de dichas unidades STEM gamificadas con TIC observando las diferencias y la calidad de unas respecto a las otras.

Diseño y desarrollo de la checklist

Definiendo una unidad didáctica como una estructura pedagógica de trabajo cotidiano en el aula (Corrales, 2010), los elementos que han de estar presentes en todas las unidades didácticas independientemente de su naturaleza son: los objetivos didácticos, los contenidos de aprendizaje, la metodología, la secuencia de actividades, los recursos materiales, la organización del espacio-tiempo y la evaluación (Flores y Zamora, 2016; Rodríguez, 2010). Por tanto, comprobar la calidad de una unidad didáctica implicaría analizar cómo han sido resueltos en la unidad los elementos antes expuestos. Como consecuencia de ello, la herramienta diseñada para tal fin es una *checklist* (lista de comprobación o lista de verificación) que permite comprobar los parámetros que comprometen la calidad de las unidades didácticas diseñadas por los docentes que han recibido una formación basada en el modelo pedagógico TPACK.

Los parámetros que están presentes en esta *checklist* ha sido establecidos atendiendo a dos criterios: por un lado, los elementos fundamentales con que debe contar una unidad didáctica y que antes mencionábamos (Flores y Zamora, 2016; Rodríguez, 2010); y, por otro, los elementos que permiten evaluar cómo se han plasmado los tres saberes que el modelo TPACK considera esenciales en la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje y cómo se han interrelacionado. En nuestro caso, estos tres saberes se concretan en lo siguiente: contenidos STEM, metodología gamificada y TIC al servicio de la gamificación de los contenidos integrados. Además, el hecho de que la *checklist* establezca cuáles son los parámetros necesarios a tener en cuenta para un correcto diseño de las unidades didácticas STEM gamificadas con TIC, sirve también como guía docente a la hora de diseñar dichas unidades marcando las pautas de cómo han de interrelacionarse los contenidos STEM, la metodología gamificada, las TIC para gamificar los contenidos integrados y cómo implementar el resto de los elementos relevantes que han de caracterizar la unidad didáctica.

Se explican, a continuación, los parámetros que conforman la *checklist*.

Título de la unidad didáctica

La importancia de designar un título creativo a la unidad didáctica STEM gamificada con TIC radica en la necesidad de contextualizar los contenidos a impartir en la realidad del alumnado promoviendo que emerjan ideas previas (Marchán-Carvajal, 2015). Es por ello por lo que resulta un acierto elegir una pregunta para el título de la unidad, una pregunta-guía que dé lugar a una discusión previa, posterior investigación y reflexión final (Bosch, Bergero, Nasso, Pérez y Rampazzi, 2017).

Sesiones

Establecer la temporalización de la unidad didáctica resulta un elemento esencial en el diseño de la misma (Rodríguez, 2010). Esto permite no dejar el trabajo del docente al azar y planificar con coherencia la adquisición de los aprendizajes estimando el número de sesiones (Vílchez y Perales, 2018), además de las tareas o actividades que se llevarán a cabo en cada sesión para la consecución de los objetivos concretando los recursos materiales necesarios (Flores y Zamora, 2016).

Contenidos

Los bloques de contenidos que han de impartirse en Secundaria en las materias del ámbito científico-tecnológico vienen fijados por la legislación educativa vigente y en el contexto educativo español corresponden a los establecidos en el Real Decreto 1105/2014, además de las modificaciones o ampliaciones que incluyen las comunidades autónomas con competencias educativas derivadas. Por tanto, los contenidos de la unidad didáctica deben quedar perfectamente indicados y ser acordes a los que marca la ley.

Integración de contenidos STEM

Las materias obligatorias del ámbito científico-tecnológico de Secundaria son: Matemáticas, Biología y Geología, Física y Química y Tecnología y, por tanto, sus contenidos, tal y como promueve la iniciativa STEM, han de impartirse de manera integrada buscando elementos de conexión y vinculándolos con la realidad del alumnado (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012). Una posible aproximación a esta integración se presenta en la tabla 2 donde se relacionan todos los bloques de contenidos de las cuatro materias de la Secundaria antes señaladas.

	Física y Química (2º y 3º ESO)	Biología y Geología (1º y 3º ESO)	Tecnología (1º, 2º y 3º ESO)	Matemáticas
1er Ciclo ESO	Bloque 1. La actividad científica	Bloque 1. Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica. Bloque 3. La biodiversidad en el planeta Tierra Bloque 7. Proyecto de investigación	Bloque 1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos Bloque 2. Expresión y comunicación técnica	Bloque 5. Tecnologías de la Información y la Comunicación
	Bloque 2. La materia	Bloque 2. La Tierra en el universo	Bloque 3. Materiales de uso técnico	
	Bloque 3. Los cambios	Bloque 2. La Tierra en el universo Bloque 4. Las personas y la salud. Promoción de la salud	Bloque 3. Materiales de uso técnico	
	Bloque 4. El movimiento y las fuerzas	Bloque 2. La Tierra en el universo Bloque 5. El relieve terrestre y su evolución	Bloque 4. Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas	
	Bloque 5. Energía	Bloque 5. El relieve terrestre y su evolución Bloque 6. Los ecosistemas	Bloque 4. Estructuras y mecanismos: máquinas y sistemas	
2º Ciclo ESO	Física y Química (4º ESO)	Biología y Geología (4º ESO)	Tecnología (4º ESO)	Bloque 1. Tecnologías de la Información y la Comunicación
	Bloque 1. La actividad científica	Bloque 1. La evolución de la vida Bloque 4. Proyecto de investigación	Bloque 6. Tecnología y sociedad	
	Bloque 2. La materia	Bloque 3. Ecología y medio ambiente	Bloque 3. Electrónica	
	Bloque 3. Los cambios	Bloque 2. La dinámica de la Tierra Bloque 3. Ecología y medio ambiente	Bloque 2. Instalaciones en viviendas	
	Bloque 4. El movimiento y las fuerzas	Bloque 2. La dinámica de la Tierra	Bloque 4. Control y robótica Bloque 5. Neumática e hidráulica	
Bloque 5. La energía	Bloque 3. Ecología y medio ambiente	Bloque 3. Electrónica Bloque 4. Control y robótica		

Tabla 2. Relación de bloques de contenidos de las asignaturas STEM para Secundaria según el RD 1105/2014. (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017a).

Enfoque de ingeniería

La iniciativa STEM requiere un enfoque de ingeniería (Kelley, T.R. y Knowles, J.G., 2016) que conecta los contenidos STEM con el paradigma constructivista (Piaget, 1967; Vygotsky 1934) y así ha de reflejarse en el diseño de la unidad didáctica, donde debe indicarse cómo se articula ese enfoque, por ejemplo, por medio de la superación de un reto que pretenda resolver un problema o necesidad simulando la realidad. Este enfoque de ingeniería que promueve STEM también está muy relacionado con metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el aprendizaje basado en problemas o el aprendizaje servicio (APS) (Fortea, 2019).

Nivel de gamificación

Dado que la gamificación educativa supone un elemento estimulador de la motivación (Cheong, Filippou y Cheong, 2014; Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014; Pérez-Manzano y Almela-Baeza, 2018) y, en concreto, en el ámbito STEM aporta innumerables beneficios (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019) tales como la curiosidad, el disfrute, la satisfacción y la implicación por el propio aprendizaje, conviene emplear la gamificación no solo incluyendo juegos de manera aislada, sino que su efectividad será mayor cuando se programen sesiones gamificadas o, aún mejor, cuando además se gamifique la gestión del aula, con lo que se creará lo que llamamos experiencias gamificadas completas (García Velategui, 2015).

TIC

El uso de diversos recursos o dispositivos tecnológicos disponibles que permiten incluir el juego en clase y gamificar la gestión del aula (*Kahoot, Scratch, Xbox-Kinect, Sim Social, Bloquify, Classcraft, ClassDojo, Minecraft, Consola Wii*) (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019) determina en parte el éxito de la experiencia educativa, ya que contribuye a que el alumnado digital (Gallardo, 2012) sea protagonista de su propio aprendizaje (Prensky, 2005; Mollas y Roselló, 2010), favorece la adquisición de conocimientos y potencia el aprendizaje vivencial (Levis, 2003). No solo la motivación se ve estimulada por la inclusión de las TIC, sino que también lo hacen, entre otras habilidades, las competencias digital, sociolingüística y emprendedora (Moreno et al, 2014), el trabajo colaborativo (Morales Socorro, 2011) y el pensamiento computacional (Vázquez-Cano y Ferrer, 2015).

La habilidad del profesorado para incluir las TIC en su práctica docente queda condicionada a la competencia digital docente del profesorado, que habría de desarrollar y actualizar según las directrices del Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) (INTEF, 2017) con el fin de emplear una variedad y diversidad de recursos TIC que estimulen el aprendizaje.

Producto final

La necesidad que comentábamos antes de conectar los contenidos del ámbito científico-tecnológico con la realidad del alumnado desde una perspectiva constructivista tomando el enfoque de ingeniería, y que STEM requiere, se ha de materializar en el diseño de una unidad didáctica en la realización de un producto final que resuelva algún tipo de problema o necesidad real o ficticia. Esto, además, está en consonancia con uno de los elementos esenciales de la enseñanza de las ciencias en la actualidad, según Bosch et al. (2017), que es el trabajo en equipo y que habría que considerar en los agrupamientos establecidos para el alumnado a lo largo la unidad didáctica.

Evaluación

Hemos de huir de una evaluación basada en una prueba escrita al final de la unidad (Rodríguez, 2010), de tal modo que las actividades planificadas y secuenciadas deben ser consideradas en la evaluación indicando qué instrumentos se emplearán para ello y con qué criterio se utilizarán, ya que como nos indica de nuevo Rodríguez (2010), la evaluación tiene como objetivo reorientar el proceso de enseñanza-aprendizaje y por ello no puede limitarse a la realización de pruebas finales.

Criterios de evaluación

El Real Decreto 1105/2014 de la normativa de educación establece cuáles son los criterios de evaluación que han de ser considerados para cada bloque de contenidos, así como su correspondencia con los estándares de aprendizaje y las competencias clave

que el alumnado debe desarrollar durante su proceso de aprendizaje. Por ello, resulta imprescindible que en la unidad didáctica se especifiquen cuáles son esos criterios de evaluación que se tendrán en cuenta y su relación con los bloques de contenidos y las siete competencias clave.

A modo de resumen y para una visión más gráfica, a continuación, se expone en la tabla 3 la propia *checklist*.

Parámetro		Calificación cuantitativa según los descriptores		
		1	2	3
1	Título de la UD	La unidad no tiene título	La unidad tiene un título descriptivo de los contenidos que no resulta llamativo ni creativo	El título es llamativo y despierta la curiosidad (una pregunta, etc.)
2	Sesiones	No se hace referencia a las sesiones que se van a desarrollar en la unidad.	Se indica el número de sesiones que se van a desarrollar en cada unidad, pero no qué tareas o actividades se realizarán en cada sesión ni su relación con el criterio de evaluación establecido.	Se describen claramente cuántas sesiones se van a realizar y qué se hará en cada sesión (temporización, descripción de la actividad, relación con el criterio de evaluación.)
3	Contenidos	No se indican los contenidos ni se hace referencia a los bloques de contenidos de la legislación de todas las materias integradas	Se indican contenidos generales, pero no se hace referencia a los bloques de contenidos de la legislación de todas las materias integradas	Se indican claramente los bloques de contenidos que se van a trabajar de cada materia STEM acorde a la ley
4	Integración de contenidos STEM	No integra las materias (solo se	Integra solo 2 o 3 materias.	Integra las 4 materias STEM de la ESO: Tec, Mat, FyQ, ByG

		plantea para una)		
5	Enfoque de ingeniería	Sin enfoque	Cierto enfoque de ingeniería (trabajo en grupo, trabajo cooperativo), pero sin producto final.	Claro enfoque de ingeniería (trabajo cooperativo, producto final)
6	Nivel de gamificación	Incluye juegos en algunas de las sesiones	Incluye la gamificación de sesiones completas	Incluye juegos, sesiones gamificadas y se gamifica la gestión del aula (Experiencia gamificada completa)
7	TIC	No se emplean recursos TIC	Se emplean algunos recursos TIC, poco variados o sin especificar con qué objetivo.	Se emplean recursos TIC variados para impartir contenidos, para gamificar, para la gestión del aula tanto para el docente como para el alumnado.
8	Producto final	No se plantea ningún producto final	El producto final no está claramente descrito o no se describe su vinculación con el resto de las tareas de la unidad.	Existe un producto final ya sea intangible o tangible coherente al desarrollo de la unidad.
9	Evaluación	No se indica cómo se va a evaluar la unidad.	Se hace referencia a la evaluación, pero no se indica con claridad cuáles son las actividades evaluables, los instrumentos de evaluación para esas actividades o los criterios de calificación (%).	Se indica cómo se va a evaluar y calificar la unidad o al menos qué actividades de la UD son "actividades evaluables", qué instrumentos de evaluación se emplearán y los criterios de calificación.
10	Criterios de evaluación	No se indican los criterios de evaluación para todas las	Se indican los criterios, pero no para todas las materias, no se hace referencia clara a los bloques de contenidos a los que pertenecen esos	Se indican claramente los criterios de evaluación de todas las materias integradas, a qué bloques de contenidos pertenecen

		materias integradas.	criterios ni a las competencias clave asociadas.	y que competencias clave se desarrollan con cada criterio.
--	--	----------------------	--	--

Tabla 3. Checklist para la evaluación de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC.

Reflexión final

La *checklist* presentada en este artículo supone una herramienta de gran utilidad en el diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC, ya que sirve de guía para verificar cuáles son los parámetros que comprometen la calidad de una unidad didáctica que pretende definir cómo se llevaría a la práctica con alumnado de Secundaria del ámbito científico-tecnológico una experiencia gamificada con TIC. Además de servir de guía para el docente, esta herramienta en forma de *checklist* permite calificar los elementos que componen una unidad didáctica y con ello comparar de manera rápida la calidad de distintas unidades didácticas STEM gamificadas con TIC.

La eficacia de esta herramienta ha sido probada validando cuatro unidades didácticas que fueron diseñadas por equipos interdisciplinares de docentes que participaron en una formación basada en el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) y que se centraba explícitamente en la interrelación de tres saberes clave (contenidos STEM, metodología gamificada y TIC) (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017a). El empleo de la *checklist* para comprobar la calidad de las unidades didácticas diseñadas y los resultados obtenidos demuestra la utilidad de la herramienta para poder comparar unas unidades con otras, de tal modo que podemos considerar a priori que las que reciben mayor puntuación (nunca superior a treinta) son las unidades didácticas diseñadas con mayor cercanía al modelo de referencia, como puede observarse en la tabla 4.

Título de la UDI	Ítems										Valoración final
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
UD1 ¿Qué se traga mi desagüe?	3	1	3	3	2	1	3	3	3	3	25
UD2 Viaje a Egipto	3	3	3	3	2	3	3	1	2	3	26
UD3 Somos lo que comemos	3	1	3	3	3	2	2	3	2	1	23
UD4 ¡Vamos a fabricar vino!	3	1	3	2	3	2	2	3	2	3	24

Tabla 4. Valoración de cada uno de los parámetros de la *checklist* para cada UD. (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019).

En todo caso, no hay que olvidar que además del diseño de la unidad didáctica, para que esta fuese completa y pueda ser llevada al aula, sería imprescindible desarrollar todos los recursos didácticos que permitan que esta “declaración de intenciones” sea una realidad con el alumnado, aspecto que no se considera en esta fase de la evaluación y que constituye una fase posterior.

Finalmente, conviene también resaltar que no hay ninguna duda al afirmar que la creatividad de los docentes desempeña un papel fundamental y que es sumamente importante a la hora de diseñar unidades didácticas de cualquier tipo, más aún cuando esas unidades requieren de la ardua tarea que implica interrelacionar conceptos novedosos (contenidos STEM, metodología gamificada, TIC) para conseguir una mejora sustancial de la práctica docente que se traduzca en una mejora de los aprendizajes, motivación del alumnado y, en última instancia, el interés por las vocaciones científicas acercando a los estudiantes al mundo que los rodea y haciéndoles más próximos y cercanos al ámbito científico-tecnológico.

Bibliografía

Astudillo, G. J., Bast, S. G. y Willging, P. A. (2016). Enfoque basado en gamificación para el aprendizaje de un lenguaje de programación. *Vitualidad, Educación Y Ciencia*, 12, 125–142. Extraído el 18 de diciembre de 2018, de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/14739/14741>

Bosch, H., Bergero, M., Nasso, C., Pérez, M. y Rampazzi, M. (2017). Innovaciones didácticas para ciencias y matemáticas asistidas por TIC. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, 19, junio 2017, 60-64.

Cheong, C., Filippou, J. y Cheong, F. (2014). Towards the Gamification of Learning: Investigating Student Perceptions of Game Elements. *Journal of Information Systems Education*, 25, 3, 233-244. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/2f57/df59f089fb37eb206b3c65754b3ad9eb8193.pdf>

Convert, B. y Gugenheim, F. (2005). Scientific Vocations in Crisis in France: Explanatory Social Developments and Mechanism. *European Journal Vocational Training*, 35, 12-20.

Corrales, A.R. (2010). La programación a medio plazo dentro del tercer nivel de concreción: las unidades didácticas. *EmásF, Revista Digital de Educación Física*. Año 1, Núm. 2, enero-febrero 2010, 41-53.

De Benito, B. y Salinas, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, 0, 0, 44–59. doi:10.6018/riite2016/260631

Dichev, C., y Dicheva, D. (2017). Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. doi:10.1186/s41239-017-0042-5

Esteve, J.M. (2003). *La tercera revolución educativa. La educación en la sociedad del conocimiento*. Barcelona: Paidós Ibérica.

Etxabe, J.M., Aranguren, K. y Losada, D. (2011). Diseño de rúbricas en la formación inicial de maestros/as. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria (REFIEDU)*, 4, 3, 156-169. Extraído el 4 de noviembre de 2019 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5518338>

Flores, J.J. y Zamora, W.J. (2016). Unidades didácticas: por una enseñanza asistida de las matemáticas. *Revista Caribe*, 16, 7-12.

Forteza, M.A. (2019). *Metodologías didácticas para la enseñanza/aprendizaje de competencias*. Colección Materiales para la Docencia Universitaria (MDU), Nº 1. Castelló de la Plana: Unitat de Suport Educatiu de la Universitat Jaume I. doi: 10.6035/MDU1

Fuentes-Hurtado, M. y González-Martínez, J. (2017a). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM. *Revista de Educación a Distancia*, 54, 8. doi: 10.6018/red/54/8

Fuentes-Hurtado, M., y González-Martínez J. (2017b). Cómo organizar una formación en STEM gamificado en el contexto de la formación continua del profesorado de Secundaria. En Ruiz-Palmero, J., Sánchez-Rodríguez, J. y Sánchez-Rivas, E. (Edit.). *Innovación docente y uso de las TIC en educación*. Málaga: UMA Editorial.

Fuentes-Hurtado, M., y González-Martínez, J. (2019). What STEM Wins with Gamification. *Academia Y Virtualidad*, 12(2). <https://doi.org/10.18359/ravi.3694>

Gallardo, E. (2012). Hablemos de estudiantes digitales y no de nativos digitales. *Revista de Ciències de l'Educació*, 7–21.

García Velategui, A. (2015). Gestión de aula y gamificación. Utilización de elementos del juego para mejorar el clima en el aula. Extraído el 21 de noviembre de 2016 del sitio Web de la Universidad de Cantabria:

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/7595/Garc%C3%ADaVela-teguiAlejandro.pdf?sequence=1>

Gómez Trigueros, I. M. (2015). El modelo TPACK en los estudios de grado para la formación inicial del profesorado en TIC. *Didáctica Geográfica*, 16, 185-201.

Hamari, J. Koivisto, J. y Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034. doi: 10.1109/HICSS.2014.377

Herranz, E., y Colomo-Palacios, R. (2012). La Gamificación como agente de cambio en la Ingeniería del Software. *Revista de Procesos y Métricas*, 9, 2, 30–56.

INTEF (2017) *Marco común de competencia digital docente*. Recuperado de <http://educalab.es/documents/10180/12809/Marco+competencia+digital+docente+2017/afb07987-1ad6-4b2d-bdc8-58e9faeacea>

Kelley, T.R. y Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, 11. doi:10.1186/s40594-016-0046-z

Levis, D. (2003). *Videojuegos en red: Espacios simbólicos de juego y encuentro*, 1–14. Recuperado de https://www.academia.edu/2448999/Videojuegos_en_red_Espacios_simb%C3%B3licos_de_juego_y_encuentro

Lozano, A. (2003). Factores personales, familiares y académicos que afectan al fracaso escolar en la Educación Secundaria. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa Y Psicopedagógica*, 1, 43–66. <http://dx.doi.org/10.14204/ejrep>

Marchán-Carvajal, I. y Sanmartí, N. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Educación Química*, 26, 267-274. doi: 10.1016/j.eq.2015.06.001

Mirete, A.B., Soro, M. y Maquilón, J. J. (2015). El fracaso escolar y los enfoques de aprendizaje: medidas para la inclusión educativa. *REIFOP*, 18, 3, 183–196. doi:10.6018/reifop.18.3.239021

Mishra, P. y Koehler M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108, 6, 1017-1054.

Mollas, N. y Rosselló, M. (2010). Revolución en las aulas: llegan los profesores del siglo XXI. La introducción de las TIC en las aulas y el nuevo rol docente. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 19, 1-9. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/64935>

Morales Socorro, C. (2011). El Aprendizaje basado en Proyectos en la Educación Matemática del siglo XXI Cuaderno de bitácora. En *15 Jornadas para el Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas del 2011* (15 JAEM), 1–23. Gijón. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article9088>

Moreno, P. J., Puentes, C., Ferrándiz, E., Flores, E., y Acosta, M. (2014). Trivianometrics, una competición académica por equipos en el aula de Econometría Financiera. *Proyectos de INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE*, 1–4. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17406>

Pérez-Manzano, A. y Almela-Baeza, J. (2018). Gamificación transmedia para la divulgación científica y el fomento de vocaciones procientíficas en adolescentes. *Comunicar*, XXVI, 55, 93-103.

Piaget, J. (1967). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Crítica, 2001

Picco, S. (2017). Volver a analizar la programación de la enseñanza. Didáctica y currículum. En Picco, S. y Orienti, N. (Coord). *Aportes teóricos para pensar e intervenir en las prácticas de la enseñanza* (49-68). Buenos Aires: Editorial de la Universidad de la Plata. Recuperado de <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/book/768>

Plomp, T. (2013). Educational Design Research: An Introduction. En Plomp, T., & Nieveen, N. (eds.). *Educational Design Research*. Enschede: SLO.

Prensky, M. (2005). Adopt and Adapt. *EduTopia*, 42-45. Recuperado de https://www.marcprensky.com/writing/Prensky-Adopt_and_Adapt-EduTopia-01.doc

Prieto, A. B., Chrobak, R. y Plaza, M. J. (2012). Integración de TICs, investigación y herramientas metacognitivas en la educación de ciencias y ambiental. Estudio de caso: Cambio climático y eventos extremos en Patagonia Norte. En: A. J. Cañas, J. D. Novak, J. Vanhear, Eds. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. Proc. of the Fifth Int. Conference on Concept Mapping. v.3, p.114-117. Recuperado de <http://cmc.ihmc.us/cmc2012papers/cmc2012-p145.pdf>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, nº 3, 2015, 3 de enero.

Reeves, T. C., Herrington, J. y Oliver, R. (2005). Design Research: A Socially Responsible Approach to Instructional Technology Research in Higher Education. *Journal of Computing in Higher Education*, 16, 2, 96–115. doi:10.1007/s11412-009-9063-y

Rodríguez, J. (2010). De las programaciones didácticas a la unidad didáctica: incorporación de competencias básicas y la concreción de tareas. *Revista Docencia e Investigación*, 20, 245-270. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10578/8299>

Sánchez-Aparicio, J.C. (2014). Videojuegos y gamificación para motivar en educación. *Andalucíaeduca*, 120, 6-8. Recuperado de http://www.andaluciaeduca.com/hemeroteca/ae_digital120.pdf

Salinas, J., De Benito, B. y Lizana, A. (2014). Competencias docentes para los nuevos escenarios de aprendizaje. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 79, 145–163.

Stohlmann, M., Moore, T. y Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. doi: <http://doi.org/10.5703/1288284314653>

Tarabini, A., Curran, M., Montes, A. y Parcerisa, L. (2015). El Rol de los Centros Educativos en la prevención del Abandono Escolar. Una aproximación desde la perspectiva micropolítica. *Educação, Sociedade & Culturas*, 45, 121–142

Vázquez-Cano, E. y Ferrer, D. (2015). La creación de videojuegos con Scratch en educación secundaria. *Communication Papers. Media Literacy & Gender Studies*, vol.4 (6), 63–73. Extraído el 23 de marzo de 2017, de <http://plataformarevistascomunicacion.org/2015/09/la-creacion-de-videojuegos-con-scratch-en-educacion-secundaria/>

Vílchez, J.M. y Perales, F.J. (2018). El diseño de unidades didácticas en la formación inicial de profesores de ciencias: validación de una rúbrica. *Perspectiva Educativa. Formación de Profesores*, 57, 1,70-98. Recuperado de <http://www.perspectivaeducacional.cl/index.php/peducacional/article/view/642>

Vygotsky, L. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós Ibérica, 2010.

Werbach, K. y Hunter, D. (2012). *For the Win*. Philadelphia: Wharton Digital Press.

ANEXO 8: Análisis comparativo de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC

Fuentes-Hurtado, M., y González-Martínez J. (2019). Análisis comparativo de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. En Sánchez-Rivas, E., Ruiz-Palmero, J. y Sánchez-Vega, E. (Edit.). Innovación y tecnología en contextos educativos. Málaga: UMA Editorial.

Palabras clave:

Gamificación, Secundaria, STEM, TIC, TPACK.

Resumen:

A los docentes participantes en un plan de formación basado en el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) que incide en la necesidad de interrelacionar los contenidos, la pedagogía y la tecnología para mejorar la calidad de la docencia y contextualizado en Secundaria, se les ha habilitado para ser capaces de diseñar unidades didácticas STEM (Duque, Celis y Camacho, 2012) gamificadas con TIC.

En esta comunicación se realiza un análisis comparativo cualitativo de las unidades didácticas diseñadas por los equipos de docentes participantes en el plan de formación para verificar mediante una lista de comprobación los ítems que comprometen la calidad de dichas unidades diseñadas.

Los resultados reflejan que tras la formación los docentes se han convertido en “Docentes 3K”, según la propia denominación del plan de formación, capaces de generar productos de calidad en forma de unidades didácticas para el ámbito STEM en las que se implementa una metodología gamificada que hace uso de las TIC.

Introducción

En el contexto de un extenso estudio sobre cómo mejorar la calidad docente se desarrolló un plan de formación basado en el modelo pedagógico TPACK que pretendía habilitar a los docentes para ser capaces de generar productos de calidad, en forma de unidades didácticas, para el ámbito STEM incluyendo componentes de gamificación y haciendo uso de las TIC. Este tenía como finalidades hacer hincapié en las verdaderas necesidades formativas de los docentes de Secundaria del ámbito científico-tecnológico (CyT) (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017), y mejorar la enseñanza de las materias de este ámbito, que son las que pierden el interés del alumnado a medida que estos avanzan en sus estudios (Dávila, Borrachero y Airado, 2017), debido a la dificultad inherente de estas materias, así como a la desvinculación entre los contenidos, que además se enseñan de manera compartimentada (Von Garnier, 2010), y la realidad del alumnado.

En esta comunicación se realiza un análisis de la calidad de las unidades didácticas (UD) diseñadas por los equipos de docentes participantes en la formación a partir una lista de comprobación que, además, sirve de guía al profesorado para el diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC.

Marco teórico

El modelo pedagógico docente que se ha seguido en este estudio es el desarrollado por Mishra y Koehler en 2006, TPACK (*Technology, Pedagogy and Content Knowledge*) y que considera que los docentes del s. XXI deben interrelacionar en sus clases los contenidos, la pedagogía y la tecnología, elementos considerados clave para ofrecer al alumnado una enseñanza de calidad (Gutiérrez, 2014).

Así, tomando el modelo pedagógico TPACK como guía y concretando para el ámbito de la enseñanza de las materias del ámbito CyT en Secundaria, podemos considerar que los tres elementos sobre los que incide el modelo son: los contenidos integrados del ámbito CyT, tal y como propone la iniciativa STEM para evitar la duplicidad de contenidos en materias del mismo nivel en la Secundaria y conectándolos con la realidad del alumnado; la metodología gamificada que hace uso de los juegos para favorecer y motivar el aprendizaje del alumnado (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019); el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que permiten un aprendizaje más atractivo y estimulante por parte de los alumnos y alumnas digitales (Gallardo, 2012) de hoy en día.

Metodología

En esta investigación se emplea la metodología del análisis comparativo cualitativo que permite mejorar el análisis empírico cuando “el objetivo es la comparación de un reducido número de casos” (Ariza y Gandini, 2012, p.502) y cuya contrastación tiene cierto grado de complejidad. Y para desarrollar esta metodología se ha empleado un instrumento consistente en una lista de comprobación, también denominada *checklist* o lista de verificación, que permite de una manera rápida evaluar cada uno de los parámetros (ítems) comprobando la calidad del producto, en este caso, la calidad de cada unidad didáctica STEM gamificada con TIC diseñada por el grupo de docentes participantes en la formación.

La lista de comprobación que se ha empleado en esta investigación se presenta en la tabla 1 y ha sido diseñada por un grupo de trabajo formado por docentes en activo, que trabajan en centros públicos de la provincia de Málaga, durante el curso 2018-2019. Esta *checklist* pretende servir de guía a los docentes que, con la formación adecuada, deseen diseñar unidades didácticas STEM gamificadas con TIC y posibilita la valoración cuantitativa de diez parámetros que deberían estar presentes en el diseño de una UD STEM gamificada con TIC.

Tabla1. *Checklist* para Unidades STEM gamificadas con TIC.

Parámetro		Calificación cuantitativa según los descriptores		
		1	2	3
1	Título de la UD	La unidad no tiene título	La unidad tiene un título descriptivo de los contenidos que no resulta llamativo ni creativo	El título es llamativo y despierta la curiosidad (una pregunta, etc.)
2	Sesiones	No se hace referencia a las sesiones que se van a desarrollar en la unidad.	Se indica el número de sesiones que se van a desarrollar en cada unidad, pero no qué tareas o actividades se realizarán en cada sesión ni su relación con el criterio de evaluación establecido.	Se describen claramente cuántas sesiones se van a realizar y qué se hará en cada sesión (temporización, descripción de la actividad, relación con el criterio de evaluación.)
3	Contenidos	No se indican los contenidos ni se hace referencia a los bloques de contenidos de la legislación de todas las materias integradas	Se indican contenidos generales, pero no se hace referencia a los bloques de contenidos de la legislación de todas las materias integradas	Se indican claramente los bloques de contenidos que se van a trabajar de cada materia STEM acorde a la ley
4	Integración de contenidos STEM	No integra las materias (solo se plantea para una)	Integra solo 2 o 3 materias.	Integra las 4 materias STEM de la ESO: Tec, Mat, FyQ, ByG
5	Enfoque de ingeniería	Sin enfoque	Cierto enfoque de ingeniería (trabajo en grupo, trabajo cooperativo), pero sin producto final.	Claro enfoque de ingeniería (trabajo cooperativo, producto final)

6	Nivel de gamificación	Incluye juegos en algunas de las sesiones	Incluye la gamificación de sesiones completas	Incluye juegos, sesiones gamificadas y se gamifica la gestión del aula (Experiencia gamificada completa)
7	TIC	No se emplean recursos TIC	Se emplean algunos recursos TIC, poco variados o sin especificar con qué objetivo.	Se emplean recursos TIC variados para impartir contenidos, para gamificar, para la gestión del aula tanto para el docente como para el alumnado.
8	Producto final	No se plantea ningún producto final	El producto final no está claramente descrito o no se describe su vinculación con el resto de las tareas de la unidad.	Existe un producto final ya sea intangible o tangible coherente al desarrollo de la unidad.
9	Evaluación	No se indica cómo se va a evaluar la unidad.	Se hace referencia a la evaluación, pero no se indica con claridad cuáles son las actividades evaluables, los instrumentos de evaluación para esas actividades o los criterios de calificación (%)	Se indica cómo se va a evaluar y calificar la unidad o al menos qué actividades de la UD son "actividades evaluables", qué instrumentos de evaluación se emplearán y los criterios de calificación.
10	Criterios de evaluación	No se indican los criterios de evaluación para todas las materias integradas	Se indican los criterios pero no para todas las materias, no se hace referencia clara a los bloques de contenidos a los que pertenecen esos criterios ni a las competencias clave asociadas	Se indican claramente los criterios de evaluación de todas las materias integradas, a qué bloques de contenidos pertenecen y que competencias clave se desarrollan con cada criterio

Resultados

Por claridad expositiva, se seguirá en este apartado el orden de los parámetros indicados en la *checklist* que sirve como guía para verificar la calidad de las cuatro unidades STEM gamificadas con TIC diseñadas por los docentes.

Título de la UD

Teniendo en cuenta que estas UD van dirigidas a alumnado de Secundaria en los que debemos despertar la curiosidad, el interés y la motivación por el ámbito CyT, los títulos de las UD deben ser acordes a este cometido y, por tanto, resultar llamativos. En la tabla 2 se indican los títulos de las unidades diseñadas, así como la referencia que se empleará en los apartados posteriores para cada UD.

Tabla 2. Referencia de cada UD diseñada.

Referencia	Título de la UD
UD1	¿Qué se traga mi desagüe?
UD2	Viaje a Egipto
UD3	Somos lo que comemos
UD4	¡Vamos a fabricar vino!

Los títulos de las cuatro unidades despiertan la curiosidad e introducen el tema general sin ser puramente descriptivos de los contenidos propios de la UD.

Sesiones

En la UD2 se explica con claridad qué tareas o actividades se realizarán en cada una de las sesiones, sin embargo, en el resto de UD no se indica la distribución de los contenidos, actividades o tareas en sesiones, algo fundamental para llevar la UD a la práctica. Debido a que estas UD han sido diseñadas dentro de un programa formativo, no se ha priorizado la descripción de las sesiones ni la temporalización en el diseño de las UD, siendo esto imprescindible en una programación didáctica.

Contenidos

En las cuatro UD se especifican claramente cuáles son los bloques de contenidos de las materias CyT que se trabajarán a lo largo de la unidad, según los propuestos por la Orden de 14 de julio de 2016 donde se establece el currículo para la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en Andalucía, y que en cada UD se concretan como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Bloques de contenidos para cada UD diseñada.

Unidades	Curso	Contenidos de Matemáticas	Contenidos de Tecnología	Contenidos de Física y Química	Contenidos de Biología y Geología
UD1	3.º ESO	Bloques 1 y 2	Bloque 3	Bloque 1 y 3	Bloques 1 y 3
UD2	3.º ESO	Bloque 3	Bloques 4 y 5	Bloque 4	Bloque 2

UD3	3.º ESO	Bloque 2	Bloque 6	Bloques 2 y 3	Bloque 2
UD4	2.º ESO	Bloques 2, 3 y 4	Bloques 3 y 5	Bloque 2	-----

Integración de contenidos STEM

Las materias que pertenecen al ámbito STEM en el sistema educativo español en la ESO son Matemáticas, Tecnología, Física y Química, Biología y Geología. Vincular los contenidos entre sí atendiendo a sus similitudes (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017) para favorecer la enseñanza integrada y relacionarlos con la realidad del alumnado (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012) resulta fundamental para tener éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Durante la formación se hizo hincapié en esa necesidad de integrar todas las materias del ámbito que propone la iniciativa STEM y así queda reflejado en el trabajo de los docentes al diseñar las UD; tres de ellas presentan una integración de las cuatro materias del ámbito STEM presentes en la ESO y la UD4 integra los contenidos de tres de ellas.

Enfoque de ingeniería

De esa vinculación de los contenidos con el mundo real de la que hablábamos antes y siguiendo un paradigma constructivista (Piaget, 1967; Vygotsky, 1934) surge el enfoque de ingeniería que requiere STEM y que puede promoverse mediante el trabajo cooperativo que se da en las cuatro unidades, la resolución de problemas o la creación de un producto final. La UD2 carece de producto final, aunque sí se implementa una metodología activa cooperativa y se propone la resolución de problemas en distintas actividades. La UD1, por su parte, presenta un enfoque investigador, y las UD3 y UD4 claramente presentan un enfoque de ingeniería con producto final.

Nivel de gamificación

Sabiendo la exigencia en tiempo y esfuerzo que supone introducir la metodología gamificada (Barragán et ál, 2015), pero siendo conscientes de los beneficios que aporta, especialmente al ámbito CyT (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019), podemos establecer tres niveles de gamificación, de menor a mayor intensidad y, por tanto, de menor a mayor requerimiento por parte del docente. La UD1, emplea una gamificación básica introduciendo juegos en determinados momentos del proceso de enseñanza aprendizaje. Sin embargo, la UD2 gamifica todas sus sesiones incluyendo pruebas para la superación de retos, resolución de acertijos y programa un *Escape Room* en la sesión final relacionado con el hilo conductor de la UD. Las UD3 y UD4 emplean juegos simples, pero también gamifican algunas sesiones basándose en dinámica de aprendizaje cooperativo y juegos de rol.

TIC

En todas las UD están presentes las TIC para gamificar los contenidos STEM y sirven para dinamizar, facilitar y estimular el aprendizaje. En concreto, la UD1 aporta recursos TIC variados tanto para gamificar los contenidos integrados (*Kahoot, Educaplay*), como para gestionar el aula (*Google Classroom*). La UD2 presenta actividades de programación con *Scratch*, con la plataforma *Genial.ly* y juegos matemáticos en línea. La UD3 hace un uso básico de las TIC por medio del empleo de dispositivos para buscar información, realizar cálculos y el procesador de textos, no se emplean, por tanto, las TIC para gamificar. La UD4 hace uso de recursos poco variados como *Youtube* y las aplicaciones *Padlet, Plikers* y *Kahoot* para gamificar los contenidos integrados. El uso de las TIC en el diseño de las UD está condicionado por el nivel de competencia digital con el que cuenten los docentes y que debe ser desarrollado siguiendo las directrices del Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) (INTEF, 2017)

Producto final

El producto final propuesto para ser desarrollado en la UD, ya sea tangible o intangible, debe de alguna manera resolver una problemática determinada definida en la unidad. Esto es lo que nos lleva a vincular los contenidos con la realidad con un enfoque de ingeniería que requiere STEM, por ello, con acierto en la UD4, el producto final está orientado a la fabricación artesanal de vino, en la UD3 a la creación de menús personalizados que sigan una dieta equilibrada y en la UD1, que tiene enfoque investigador, la tarea final es la simulación de un caso práctico al tirar un producto cotidiano por el desagüe. Sin embargo, la UD2 carece de producto final vinculado a los contenidos de la unidad.

Evaluación

En relación a la evaluación, la UD1 indica qué instrumentos se van a emplear para evaluar las actividades y qué porcentaje de la calificación de la UD corresponde a cada actividad. La UD2, hace referencia a la evaluación indicando en qué momentos de la unidad se realizará y el porcentaje de calificación, pero no se especifican los instrumentos concretos para evaluar cada actividad. Las UD3 y UD4 indican qué actividades son evaluables y algunos de los instrumentos de evaluación, sin embargo, no hacen referencia a los porcentajes de calificación.

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación, según indica la ley, están presentes con claridad en las UD1, UD2 y UD4 donde se indican los propios de cada materia STEM y los bloques de contenidos a los que pertenecen. En la UD3, aparecen los criterios de evaluación, pero no su relación con los bloques de contenidos de la unidad y, además, no se indica ningún criterio de evaluación para la materia de Tecnología, cuando sus contenidos sí han sido integrados en la unidad.

Valoración cuantitativa de cada unidad

Teniendo en cuenta los parámetros de la *checklist* y las puntuaciones que se le otorga a cada uno de ellos según los descriptores que indican el grado de cumplimiento, las cuatro UD desarrolladas por los equipos docentes durante el plan de formación obtienen la valoración cuantitativa que se muestra en la tabla 4, siendo 30 el máximo de puntos posibles.

Tabla 4. Valoración de cada uno de los parámetros de la *checklist* para cada UD.

Título de la UDI		Items										Valoración cuantitativa
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
UD1	¿Qué se traga mi desagüe?	3	1	3	3	2	1	3	3	3	3	25
UD2	Viaje a Egipto	3	3	3	3	2	3	3	1	2	3	26
UD3	Somos lo que comemos	3	1	3	3	3	2	2	3	2	1	23
UD4	¡Vamos a fabricar vino!	3	1	3	2	3	2	2	3	2	3	24

Conclusiones

Las unidades didácticas aquí analizadas de manera comparativa han sido diseñadas por equipos de docentes que han participado en un plan de formación basado en el modelo pedagógico TPACK y que incide en la necesidad de interrelacionar tres ejes para promover una docencia de calidad y que para el contexto que nos ocupa se concretan en el trinomio STEM-gamificación-TIC.

Las unidades didácticas han sido analizadas comparándolas con una *checklist* que propone diez parámetros evaluables cuantitativamente que sirven como guía para valorar cada unidad y estimar su validez en relación a la integración de contenidos STEM, el empleo de una metodología gamificada y el uso de las TIC para gamificar los contenidos integrados. Dentro del contexto teórico en el que se han desarrollado las UD, y aunque tenían una visión práctica, ha habido parámetros que se han resentido, en concreto la distribución de contenidos y actividades en sesiones docentes, que no se ha especificado con claridad, salvo en una de las UD diseñadas, y resulta algo esencial en una programación didáctica real.

Sin embargo, el trabajo realizado por los docentes en el diseño de las UD sobre el trinomio STEM-gamificación-TIC ha resultado exitoso en cuanto a que los docentes se han sentido capaces de integrar los contenidos STEM, introducir metodología gamificada y emplear las TIC para gamificar los contenidos integrados. En ese sentido, es importante tener en cuenta que el diseño de UD STEM gamificadas con TIC es una tarea tremendamente exigente que, con la formación adecuada, es posible abordar para mejorar la docencia y el proceso de enseñanza-aprendizaje de las materias de CyT en la ESO. Este era el objetivo de la formación planteada, convertir a los docentes en “Docentes 3K” y a tenor de los resultados obtenidos en forma de UD, podemos concluir

diciendo que el objetivo se ha cumplido. Los tres ejes de conocimiento en los que se ha trabajado: STEM-gamificación-TIC, se han visto reflejados con acierto en el diseño de las UD que presumiblemente resultarán motivadoras para el alumnado al llevarlas a la práctica.

De esta experiencia formativa y tras el análisis de los productos finales obtenidos en forma de UD STEM gamificadas con TIC se deriva la siguiente reflexión: la formación docente es necesaria y debe realizarse de manera continua para asegurar la calidad de la enseñanza y la excelencia académica.

Referencias

- Ariza, Marina & Gandini, Luciana. (2012). El análisis comparativo cualitativo como estrategia metodológica. En *Métodos cualitativos y su aplicación empírica : por los caminos de la investigación sobre migración internacional*, 4, (497-537). México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado 12 de julio de 2019 de <https://www.researchgate.net/publication/262971953> El analisis comparativo o cualitativo como estrategia metodologica
- Barragán et ál. (2015). *Una propuesta para la motivación del alumnado de ingeniería mediante técnicas de gamificación*. XXXVI Jornadas de Automática, Bilbao, 2-4 de septiembre de 2015. (2-4).
- Dávila, Borrachero y Airado, (2017). ¿Existen diferencias en las emociones experimentadas por los alumnos de educación secundaria según el curso? *INFAD Revista de Psicología*, 1, Monográfico 1. doi: 10.17060/ijodaep.2017.n1.v2.921
- Duque, M., Celis, J., y Camacho, A. (2011). Cómo Lograr Alta Calidad En La Educación De Los Ingenieros: Una Visión Sistémica. *Revista Educación En Ingeniería*, 6, 12, 48-60. Recuperado 10 de julio de 2019 <http://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/122>
- Fuentes-Hurtado, M. y González-Martínez, J. (2017). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM. *Revista de Educación a Distancia*, 54, 8. doi: [10.6018/red/54/8](https://doi.org/10.6018/red/54/8).
- Fuentes-Hurtado, M., y González-Martínez, J. (2019). What STEM Wins with Gamification. *Academia Y Virtualidad*, 12(2). <https://doi.org/10.18359/ravi.3694>
- Gallardo, E. (2012). Hablemos de estudiantes digitales y no de nativos digitales. *Revista de Ciències de l'Educatió*, 7-21.
- Gutiérrez, I. (2014). Perfil del profesor universitario español en torno a las competencias en tecnologías de la información y la comunicación. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*. 44, 51-65.

Mishra, P. y Koehler M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108, 6, 1017-1054.

Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, número 144 de 28/07/2016.

Piaget, J. (1967). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Crítica, 2001

Stohlmann, M., Moore, T. y Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. doi: <http://doi.org/10.5703/1288284314653>

Von Garnier, C. (2010). *La metamorfosis necesaria en la escuela*. Sevilla: Ituci siglo XXI.

Vygotsky, L. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Ibérica, 2010

ANEXO 9: Análisis de las percepciones de docentes de Secundaria sobre la aplicación de propuestas gamificadas con TIC para STEM

En proceso de revisión

Analysis of Secondary Teachers Perceptions about the Application of Gamified Proposal with ITC for STEM

Resumen

En este artículo se analizan las percepciones de los docentes de Secundaria sobre la aplicación de propuestas didácticas gamificadas con TIC para STEM tras haber participado en una formación basada en el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) y que, por medio del desarrollo de los conocimientos en contenidos, pedagogía y tecnología, les otorgaba las habilidades necesarias para diseñar unidades didácticas que integran los contenidos del ámbito STEM implementando una metodología gamificada que hace uso de las TIC.

El análisis de los resultados se ha llevado a cabo mediante tres técnicas: una entrevista estructurada escrita, un grupo de discusión y una reflexión metacognitiva, con las que se han recogido datos que posteriormente han sido analizados cualitativamente con el software NVIVO.

Los resultados revelan que tras la formación los docentes se han convertido en “Docentes 3K”, que es la denominación que se le daba durante la formación también gamificada, esto es, docentes que se sienten capaces de integrar los contenidos STEM en unidades didácticas, se sienten capaces de gamificar esas unidades y también se sienten capaces de emplear las TIC más adecuadas tanto para integrar los contenidos como para gamificar las unidades. Se observa que la transferibilidad a la práctica docente diaria de los aprendizajes adquiridos durante la formación está condicionada a conseguir el apoyo de otros docentes con los que trabajar en equipo y colaborar para poder llevar a cabo la exigente tarea en tiempo y esfuerzo que supone diseñar e implementar unidades didácticas gamificadas con TIC para STEM.

Palabras clave: gamificación, Secundaria, STEM, TIC, TPACK.

Abstract

In this article, we analyze the perceptions of Secondary Education teachers on the application of gamified didactic proposals with ICT for STEM after participating in a training based on the TPACK pedagogical model (Mishra and Koehler, 2006), focused on

the development of knowledges in content, pedagogy and technology, which gave them the necessary skills to design didactic units that integrate the contents of the STEM field by implementing a gamified methodology using ICT.

The analysis of the results has been carried out using three techniques: a written structured interview, a discussion group and a metacognitive reflection. Data collected have been qualitatively analyzed with NVIVO software.

The results reveal that after the training, teachers have become "3K Teachers", which is the name given to them during the gamified training, that is, teachers who feel capable of integrating the STEM contents into didactic units, they feel capable of gamifying those units and they also feel capable of using the most convenient ICT tools both to integrate contents and to gamify units. It is observed that the transferability to the daily teaching practice of the learning acquired during the training is conditioned to get the support of other teachers to work with as a team and collaborate to be able to carry out the demanding task, in time and effort involved, of designing implement gamified didactic units with ICT for STEM.

Key words: gamification, Secondary Education, STEM, TIC, TPACK.

Introducción

En las aulas de Secundaria se observa una falta de motivación evidente y preocupante, sobre todo en las materias del ámbito científico-tecnológico (en adelante, CyT), que se traduce en actitudes negativas hacia estas materias (Vázquez y Manassero, 2009) y, en consecuencia, en malos resultados académicos o deserción prematura (Mirete, Soro y Maquilón, 2015; Tarabini, Curran, Montes y Parcerisa, 2015). En parte, esta falta de motivación está provocada por la organización compartimentada de los contenidos (Von Garnier, 2010), con repeticiones innecesarias y poca conexión entre lo aprendido en clase y la realidad circundante. Así, la motivación y el interés por las materias del ámbito CyT van disminuyendo progresivamente desde la Primaria (Marbà y Márquez, 2010; Dávila, Borrachero y Airado, 2017), especialmente cuando crecen dificultad de los contenidos y la abstracción. Como consecuencia de ello, el alumnado se decanta cada vez menos por estudios superiores del ámbito CyT (Vázquez y Manassero, 2009; Navarro et ál., 2018), lo que se conoce como la crisis de las vocaciones científicas (Convert y Gugenheim, 2005).

Ante esta situación, y considerando a los docentes un eslabón fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Esteve, 2003), ¿se podría modificar la práctica docente para mejorar la enseñanza de las materias del ámbito CyT y mejorar el interés y motivación del alumnado de Secundaria? Sin duda, la respuesta implica analizar el contexto educativo de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en España, en concreto el ámbito CyT, y determinar las necesidades formativas del profesorado para proponer cambios que ayuden a revertir esta situación (Peña y Madrid, 2015).

El análisis de estas circunstancias señala qué mejoras han de realizarse en la práctica docente (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017) y, por ende, en la formación del profesorado, lo que se traduce en la necesidad de que los docentes desarrollen tres saberes: los contenidos STEM (por la denominación inglesa *Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (Duque, Celis y Camacho, 2011), la metodología gamificada y las tecnologías para gamificar dichos contenidos integrados. Estos tres saberes (contenidos, pedagogía y tecnología) se corresponden con los propuestos por el modelo pedagógico docente TPACK (Mishra y Koehler, 2006), que hace hincapié en la necesidad de que el profesorado interrelacione estos tres ejes en una práctica docente de calidad (Bona, 2015) con repercusiones positivas sobre el aprendizaje del alumnado.

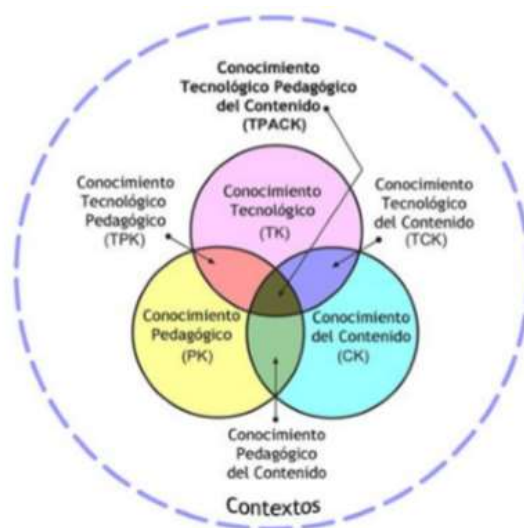
En estas coordenadas, ofrecemos los resultados correspondientes a la parte final de una investigación más general sobre las posibilidades de la gamificación como estrategia metodológica al servicio de propuestas educativas STEM. En ese sentido, tras el análisis antes comentado, se planteó un plan de formación basado en el modelo pedagógico TPACK que diera solución a los problemas detectados y que permitiera a los docentes diseñar experiencias gamificadas con Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el ámbito STEM para ESO. En este artículo, se presenta un análisis de las percepciones de los docentes participantes en la experiencia formativa sobre la implementación de esas experiencias de aprendizaje.

Marco teórico

Modelo pedagógico TPACK

El modelo pedagógico docente que se ha tomado como referencia en esta investigación es el denominado TPACK, desarrollado por Mishra y Koehler (2006), que propone tres saberes fundamentales en los que se deben formar los docentes interrelacionando contenidos, pedagogía y tecnología de manera óptima. Así, este modelo de enseñanza-aprendizaje (E-A) potencia que el docente se aleje de las clases magistrales, y cambie su tradicional rol (Gómez Trigueros, 2015) para convertirse en un guía del conocimiento con habilidades para desplegar nuevas estrategias educativas (Molas y Roselló, 2010) más acordes con los tiempos y con el alumnado actuales.

FIGURA 1. Diagrama del modelo pedagógico TPACK.



Fuente: Salinas, De Benito y Lizana, 2014.

En el caso que nos ocupa y contextualizando para las materias del ámbito CyT en la Secundaria, los tres saberes definidos por Mishra y Koehler (2006) se concretarían de la siguiente manera: los contenidos de las materias del ámbito CyT han de ser impartidos de manera integrada, tal y como promueve la iniciativa STEM, para favorecer el aprendizaje significativo conectando los conocimientos de este ámbito con la realidad del alumnado (Stohlmann, Moore y Roehrig, 2012) y siguiendo un paradigma constructivista (Piaget, 1967; Vygotsky, 1934); el conocimiento y uso de metodologías activas que pongan el foco en el estudiante, especialmente las que potencian la motivación como la gamificación (Cheong, Filippou y Cheong, 2014; Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014; Pérez-Manzano y Almela-Baeza, 2018); y, por último, el conocimiento y empleo de las TIC para estimular y facilitar el aprendizaje, además de hacerlo más atractivo para los estudiantes digitales de hoy en día (Gallardo, 2012) que sienten gran fascinación por las aplicaciones y dispositivos tecnológicos (Sánchez-Aparicio, 2014) que usan a diario para comunicarse, divertirse, informarse o relacionarse (Machargo, Luján, León, López y Martín, 2003; Castellana, Sánchez-Carbonell, Graner y Beranuy, 2007).

Método

La aproximación que ofrecemos a continuación se enmarca en un planteamiento general de investigación basada en el diseño o DBR por sus siglas en inglés (Plomp y Nieveen, 2013; Reeves, Herrington y Oliver, 2005; De Benito y Salinas, 2016), en cuya fase final se sitúa la presente investigación, dentro de la estrategia general de validación. El producto final que se pretendía alcanzar con esta investigación es una formación que capacitara al profesorado de Secundaria para aplicar metodologías gamificadas implementadas con TIC. El plan de formación de treinta horas gamificadas, se ofertó

dentro del programa oficial de ámbito local de formación continua de la Junta de Andalucía y se llevó a cabo de manera semipresencial en el Centro de Formación del Profesorado (CEP) de Málaga (España) durante el curso 2018-2019; en él participaron dieciocho docentes en activo.

La metodología seguida en esta investigación se corresponde con un planteamiento cualitativo y su objetivo general es analizar la visión de los docentes sobre la implementación de propuestas integradas y gamificadas para la ESO en el ámbito STEM.

Y, como concreción de este objetivo, se formulan las siguientes preguntas relevantes, que la investigación deberá responder sobre las percepciones de los docentes de Secundaria:

- ¿Se sienten los docentes capaces de integrar los contenidos STEM en una unidad didáctica?
- ¿Se sienten capaces de diseñar experiencias gamificadas de aprendizaje?
- ¿Se sienten capaces de usar las tecnologías que mejor se adaptan a su práctica docente para dichas propuestas?
- ¿Se sienten capaces de transferir a la práctica cotidiana el aprendizaje como Docentes 3K?
- ¿A qué se debe el grado de transferibilidad?

Perfil de los participantes

Los participantes asistentes al curso formaban un grupo heterogéneo de docentes de entre 25 y 55 años. Sus años de experiencia en la docencia iban desde pocos meses a 30 años, con una media en torno a 10 años. Todos ellos están en activo y trabajan en centros públicos de la provincia de Málaga impartiendo alguna de las materias del ámbito STEM y, en la mayoría de los casos, en los niveles de Secundaria.

Instrumentos y procedimiento

En esta investigación se han aplicado tres instrumentos: un grupo de discusión, una entrevista estructurada escrita y el análisis documental de una reflexión metacognitiva.

Previamente a la formación, se obtuvo información de los participantes mediante una entrevista estructurada escrita de tipo individual especialmente útil para recoger la opinión subjetiva de los informantes (Taylor y Bogdan, 2000). En ella se incluían preguntas relacionadas con el perfil docente, conocimientos previos sobre STEM, gamificación y las TIC y también sobre las expectativas en relación con la formación.

En la última sesión formativa presencial, se introdujo la técnica del grupo de discusión que consiste en establecer un debate abierto entre un pequeño grupo cuyos

participantes expresan sus ideas sobre lo acontecido a lo largo de la experiencia formativa, y que permite captar la realidad gracias a la interacción entre los miembros del grupo (Rubio y Varas, 1997). El grupo de discusión fue diseñado teniendo en cuenta las preguntas de la investigación antes expuestas, lo que permitió moderarlo y extraer la información relevante para la investigación. La grabación de este debate fue posteriormente transcrita y convenientemente analizada.

Finalmente, la reflexión metacognitiva fue realizada por cada docente tras la finalización del curso según una escalera de la metacognición compuesta por preguntas que guían a los participantes en un proceso de pensamiento de orden superior (Costa, 1984) que promueve el conocimiento activo y el pensamiento crítico (Parga, 2004).

En la tabla 1 se indica cómo se referencian en los siguientes apartados las técnicas empleadas.

TABLA 1. Técnicas empleadas en la investigación.

Técnica	Documento asociado	Referencia
Entrevista estructurada inicial	Documento escrito	EN
Grupo de discusión	Transcripción de la grabación	GD
Reflexión metacognitiva	Documento escrito	RM

Fuente: elaboración propia.

En cuanto al análisis de los resultados, los datos recogidos por medio de la aplicación de estas tres técnicas, debidamente procesados, transcritos y depurados, se han importado al software NVIVO para realizar el análisis cualitativo de los datos siguiendo la codificación que se muestra en la tabla 2. Dichos códigos fueron emergiendo como categorías blandas a partir de sucesivos procesos de análisis y reanálisis de los datos, hasta ofrecer el siguiente mapa de códigos (*codebook*):

TABLA 2. Mapa de códigos.

Categoría	Subcategoría	Abreviatura
Docente STEM (DS)	Conocimiento previo de STEM	(DS_CP)
	Ningún conocimiento previo de STEM	(DS_NCP)
	Opinión positiva sobre STEM	(DS_OPP)
	Opinión negativa sobre STEM	(DS_OPN)
	Conocimiento sobre otras materias	(DS_COM)
	Ningún conocimiento sobre otras materias (Desconocimiento otras materias)	(DS_NCOM)

Docente gamificado (DG)	Uso previo de juegos Ningún uso previo de juegos (Desconocimiento) Nuevas metodologías Opinión positiva sobre gamificación Opinión negativa sobre gamificación	(DG_UP) (DG_NUP) (DG_NM) (DG_OPP) (DG_OPN)
Docente TIC (DT)	Uso previo de TIC para gamificar Ningún uso previo de TIC para gamificar Uso TIC en clase Ningún uso de TIC en clase Conocimiento previo de las aplicaciones presentadas Ningún conocimiento previo de las aplicaciones Competencia digital del docente	(DT_UP) (DT_NUP) (DT_UTC) (DT_NUTC) (DT_CP) (DT_NCP) (DT_CD)
Docente 3K (D3K)	Bastante carga de trabajo / tiempo empleado Poca carga de trabajo / tiempo empleado Gratificación en el trabajo Ninguna gratificación en el trabajo Trabajo vocacional Trabajo no vocacional Innovación en las clases Buena relación con el alumnado Mala relación con el alumnado Formación docente necesaria Formación docente innecesaria Buena relación con otros compañeros docentes Mala o ninguna relación con otros compañeros docentes Motivación del docente Ninguna motivación docente Estilos docentes- personalidad del docente Transferibilidad a las clases Ninguna transferibilidad a las clases Coordinación con otros (docentes, departamentos, etc.) Ninguna coordinación con otros docentes Disponibilidad de recursos didácticos Ninguna disponibilidad de recursos didácticos Especialidad docente	(D3K_BCT) (D3K_PCT) (D3K_GT) (D3K_NGT) (D3K_TV) (D3K_TNV) (D3K_IC) (D3K_BRA) (D3K_MRA) (D3K_FDN) (D3K_FDI) (D3K_BRC) (D3K_NRC) (D3K_MD) (D3K_NMD) (D3K_ED) (D3K_TC) (D3K_NTC) (D3K_CO) (D3K_NCO) (D3K_DRD) (D3K_NRD) (D3K_ESP)

Contexto Educativo (CE)	Características del alumnado	(CE_AL)
	Motivación del alumnado	(CE_MA)
	Ninguna motivación del alumnado	(CE_NMA)
	Ratio alta de alumnos/as por clase	(CE_RTA)
	Ratio baja de alumnos/as por clase	(CE_RTb)
	Poco ruido en clase	(CE_PRU)
	Mucho ruido en clase	(CE_MRU)
	Opinión positiva de las familias	(CE_OPF)
	Opinión negativa de las familias	(CE_ONF)
	Equipamiento TIC disponible suficiente	(CE_ETDS)
	Equipamiento TIC disponible insuficiente	(CE_ETDI)
Aprendizaje alumnado	(CE_APA)	
Experiencia vivida en el Plan de Formación (EPF)		(EPF)

Fuente: elaboración propia.

Resultados

Por claridad expositiva, organizamos el apartado de resultados a partir de las preguntas de investigación referidas anteriormente. La interpretación de los datos se ilustrará con fragmentos de las diferentes fuentes.

Pregunta 1: ¿Se sienten capaces de integrar los contenidos STEM en una unidad didáctica?

El conocimiento previo sobre STEM de los participantes en esta formación es escaso puesto que en su mayoría afirman no haber recibido previamente ninguna formación específica de STEM (EN) y, aunque el término resulta conocido, reconocen no saber cómo llevarlo a la práctica (GD).

La integración de contenidos que propone STEM requiere del conocimiento de las materias del ámbito CyT (que en la ESO son Física y Química, Matemáticas, Tecnología y Biología y Geología). Los docentes participantes aseguran tener conocimientos generales de las materias del ámbito, incluso de las que no son especialistas (EN), a excepción de la materia de Tecnología que resulta ser la más desconocida por los docentes no tecnólogos y la que, en consecuencia, suscita más recelos:

(GD) “Lo que veo de condicionante, el primero el conocimiento de las demás materias, porque en el fondo, aunque yo me ponga a mirar los bloques de contenidos qué es lo que se da en otros cursos, yo no tengo el dominio de las otras materias que tiene un compañero.”

A pesar de estas limitaciones de orden práctico, es común coincidir en la necesidad y en la importancia de la integración y justifican su opinión (EN) indicando que así se evita la duplicidad y, por tanto, el aburrimento, se conectan los contenidos

con la realidad y permite entender la conexión entre las materias. Sin embargo, existen algunas dudas sobre si es posible integrar todos los bloques de contenidos que propone la ley.

Tras la formación, los docentes manifiestan tener claro en qué consiste STEM y cómo llevar a la práctica la integración de contenidos.

(RM) “He aprendido lo que es STEM. He visto que es posible integrar diferentes materias en una unidad didáctica”

(RM) “He aprendido que los contenidos de las distintas asignaturas de ciencias (Biología y Geología, Física y Química, Matemáticas, Tecnología...) están muy ligados y varios ejemplos de cómo se pueden integrar para realizar sesiones, o incluso unidades didácticas”

Con todo, también coinciden en que el abordaje STEM precisa la colaboración entre docentes (GD) para concretar coordinada y planificadamente cada propuesta; y es ahí donde concentran sus reservas sobre cómo llevar STEM a la práctica:

(RM) “puede ser interesante hablarlo al principio de curso con el resto de profesorado implicado y ver cómo podemos integrar algunos contenidos y sacar actividades, unidades o algún proyecto que represente la idea STEM.”

(GD) “A la hora de implementarlo en el aula, pues el hándicap que estábamos hablando pues puede ser el *feeling* que tú tengas con otros compañeros o claro que muchos compañeros que simplemente quieren trabajar en solitario”

Además del trabajo en equipo con otros docentes, los informantes también muestran sus reticencias por la complejidad que supone la implantación de STEM en la práctica, ya que ciertos intentos, como la introducción de la materia de Ámbito Científico Matemático (ACM) en 2.º y 3.º ESO, no están resultando demasiado exitosos:

(GD) “Tú ves un libro de ACM y te entran ganas de llorar porque es aburrido y además [...] va por temas separados, no tiene una perspectiva nada práctica cuando se supone que es para un alumnado más complicado y que necesita esa perspectiva práctica y funcional”.

Otros comentarios, que siguen esta línea, apuntan a que se debería legislar para que la integración de los contenidos STEM estuviera ya establecida por ley y las editoriales ofrecieran materiales adecuados.

(GD) “El concepto STEM [...] tiene que venir de arriba, es decir, esto es un tema legislativo”

(GD) “¿Por qué las editoriales todo esto ya no lo están haciendo? Por qué nos venden libros con todo el conocimiento compartimentado y no lo unen”

Salvo estos aspectos negativos, STEM es una iniciativa que ha sido recibida por los docentes con entusiasmo y de manera muy positiva. Sirvan estos comentarios como ejemplo:

(GD) “Pues a mí me parece que STEM es una idea fantástica, o sea yo creo que es como de verdad se deberían enseñar estas asignaturas, desde una perspectiva más práctica.”

(RM) “Que no se vean los contenidos de las distintas materias como bloques independientes puede ser la respuesta a la eterna pregunta y *esto, ¿para qué sirve?*”

Pregunta 2: ¿Se sienten capaces de diseñar experiencias gamificadas de aprendizaje?

En relación con la cuestión metodológica, la mitad de los informantes reconoce haber recibido formación sobre metodologías didácticas de manera general (EN); a pesar de eso, siguen utilizando mayoritariamente una metodología de corte tradicional, basada en libro de texto, a priori cómoda para el profesor, pero habitualmente monótona y desmotivadora para el alumnado. Algunos informantes refieren combinarla con otras metodologías activas como el aprendizaje cooperativo o el aprendizaje basado en proyectos (ABP). Sin embargo, el término *gamificación* resultaba desconocido a la mayoría (GD) y pocos se habían atrevido a introducir elementos lúdicos en clase. A pesar del interés por las metodologías activas, el desconocimiento frena a los docentes en su práctica:

(GD) “La verdad es que yo estaba un poco aburrída de las clases. Porque veía a los niños demasiado aburrídos dándole la asignatura, intentas hacerlo... pero no tenía herramientas, no sabía cómo gamificar, no sabía qué era gamificar ni nada de nada.”

Tras la formación, los docentes se sienten más animados a introducir la gamificación al haber conocido experiencias reales de unidades gamificadas llevadas a la práctica, lo que genera opiniones muy positivas respecto a la introducción de este elemento metodológico en sus clases. Durante la formación, la visión del profesorado hacia la gamificación ha cambiado, y se reconocen otras maneras de enseñar presumiblemente más eficaces en Secundaria, sin olvidar los elementos curriculares que la ley exige.

(GD) “Ya he empezado a gamificar, ya he hecho algunos juegos y los niños están supercontentos. Así que seguiré practicando. “

(RM) “A través de la gamificación, podemos ver como los alumnos se divierten aprendiendo y se llega a los objetivos mínimos exigibles por ley, una metodología muy diferente a la tradicional y que se debería de utilizar en el aula día a día”

(GD) “Yo creo que eso es muy importante, que ellos jugando aprendan cosas y que nosotros estemos motivados y tengamos ganas de trabajar”

Sin embargo, se apuntan ciertos inconvenientes: por un lado, el tiempo que requiere la preparación de una sesión gamificada, mucho mayor que la necesaria para una sesión con metodología tradicional; y, por el otro, las dudas que existen sobre si la gamificación pueda ser tomada con poca seriedad por el alumnado, y ello no permita un “aprendizaje formal” necesario.

(GD) “Yo no sé cuánto tardáis vosotros, pero yo en preparar una hora de docencia tardo tres horas, entonces en prepararla en juego sería mucho más tiempo”

(GD) “Lo que tengo yo es una falta de madurez muy grande allí en los alumnos, entonces introducir los juegos es fomentar esa inmadurez, con lo cual no sé si podría ser contraproducente.”

Pregunta 3: ¿Se sienten capaces de usar las tecnologías que mejor se adaptan a su práctica docente para integrar contenidos STEM y para gamificar?

En relación con la cuestión tecnológica, aunque no todos los docentes encuestados han recibido formación específica sobre las TIC, la mayoría afirma (EN) que las utiliza en sus clases de manera habitual para impartir contenidos y gestionar el aula. Reconocen, eso sí, que en ocasiones las TIC les hacen perder tiempo y no confían plenamente en su funcionamiento; por ello, en previsión de que puedan fallar, han de llevar preparados otros recursos analógicos.

En todo caso, los docentes consideran que las TIC mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ejemplo, señalan la posibilidad de presentar contenidos de forma amena, divertida, entretenida, atractiva, interactiva y eficaz, lo que mejora la atención y el interés (EN). También afirman (EN) que son de gran ayuda para generar y disponer de recursos variados, actuales y personalizados, lo que permite al alumnado involucrarse en su aprendizaje y motivarse. Los informantes apuntan que el uso de las TIC es necesario en la sociedad actual y, por tanto, el alumnado debe aprender a utilizarlas de forma segura y eficiente. Estas creencias se reafirman una vez finalizada la formación:

(RM) “Tenemos un alumnado mucho más difícil de “enganchar” a nuestras clases, ya que está constantemente bombardeado por información, ocio, actividades... La única manera de llegar a ellos/as es despertar su interés

utilizando el entorno en el que han nacido y crecen, no podemos ir contra este entorno tecnológico, hay que utilizarlo y enseñar a utilizarlo correctamente.”

La parte tecnológica del trinomio STEM-gamificación-TIC es valorada positivamente por los docentes, tanto para gamificar como para integrar contenidos.

(GD) “Verdaderamente hemos aprendido mucho de muchas aplicaciones que no conocía.”

(RM) “En este curso he aprendido sobre todo muchos recursos a los que puedo acudir para realizar tanto unidades STEM, como para sencillos juegos para aplicar en clase.”

Y, como consecuencia de ello, los docentes se sienten animados a empezar a usar las TIC que no conocían con el planteamiento propuesto, es decir, para integrar los contenidos STEM y para gamificar el aula.

(GD) “Sí que voy a empezar a hacer algún jueguecillo en alguna paginilla, algún examen con el móvil que van a flipar porque lo que más hago en mi clase es quitar móviles [...] creo que va a ser un buen incentivo”.

En todo caso, los docentes reconocen que no es imprescindible el uso de las TIC para gamificar y que se puede combinar una gamificación digital con otra más analógica, que también resulta motivadora.

(GD) “Da igual que estemos jugando con el ordenador o que estemos con el “ahorcado” yo he hecho juegos del ahorcado con papelitos en la pizarra y los niños se lo han pasado genial y han aprendido un montón”

(RM) “[la formación] me sirve para intentar una gamificación más digital porque hasta ahora me limitaba a gamificar como la vieja guardia, (jugar a los barquitos, a construir moléculas de plastilina...)”

Esta reflexión nos sitúa en la idea del desarrollo progresivo de la competencia digital docente para que el profesorado gane confianza y pueda seleccionar, configurar y emplear de manera adecuada las TIC más idóneas para integrar contenidos STEM y gamificar el aprendizaje. Hablar de tecnologías, en relación con contenidos y con metodologías, pues, ha abundado en esa línea:

(RM) “El uso de las TIC es esencial en estos tiempos y gracias al curso y a la ponente, he recibido los ingredientes necesarios para conseguirlo; eso sí, ahora supondrá gran esfuerzo llevarlo a cabo y trabajo.”

(RM) “Nuestra profe, [...] me ha hecho quitar ese ‘miedo’ a las TIC, a las que les tengo mucho respeto. Nos ha facilitado enlaces, recursos, y llevarlos a cabo.”

Sobre todo, y pese a las numerosas ventajas, los docentes encuestados consideran que el punto negativo en el uso de las TIC en las clases se debe a la falta de recursos de los centros educativos (conexión a internet defectuosa, falta de mantenimiento de los equipos, escasez de dispositivos actualizados) que, como decíamos, les lleva a una pérdida de tiempo importante en el desarrollo de las clases intentado resolver problemas técnicos para los que los docentes, a veces, no están preparados (EN). Además, se da cuenta de los posibles riesgos de las TIC (adicción, *cyberbullying*, aislamiento social), propiciado por el uso lúdico de las TIC por el alumnado, y no como herramienta de aprendizaje, lo que dificulta en ocasiones la dinámica de clase.

Pregunta 4: ¿Se sienten capaces de transferir a la práctica cotidiana el aprendizaje como Docente 3K?

Que la formación haya sido eminentemente práctica y que los docentes hayan tenido la oportunidad de vivir en primera persona cómo puede llevarse al aula tanto la integración de contenidos STEM como la gamificación con TIC ha permitido que los docentes sientan que son capaces de transferir a sus horas de docencia diarias los aprendizajes adquiridos en la formación y que se resumen en sentirse y ser “Docentes 3K”, la denominación utilizada en la formación, también gamificada.

Una vez finalizada, tanto en las RM como en el GD, fueron numerosas las intervenciones que hablaban positivamente sobre implementar en las aulas de Secundaria las experiencias gamificadas con TIC para STEM tal y como propone la formación que habían recibido.

(RM) “El curso ha sido muy interesante puesto que he aprendido una serie de cosas que podré aplicar en mi día a día”

(RM) “Intentaré llevar a la práctica todo lo aprendido, sabiendo el esfuerzo que eso supone, pero creo que será muy gratificante.”

Incluso, algunos de los participantes en la formación, ya se habían animado a poner en práctica en el aula lo aprendido en las sesiones antes de la finalización del curso.

(RF) “Ya he empezado a hacer mis primeros pinitos con esta nueva pócima, y me parece prometedora.”

Sobre todo, los docentes se sienten estimulados en lo concerniente a la implementación en el aula de la metodología gamificada (aunque sea de manera muy inicial en algunos casos) que no requiere necesariamente de la colaboración con otros docentes o de modificaciones profundas en la programación para llevarla a la práctica.

(RM) “Pienso utilizar lo aprendido de forma inmediata pues ya tengo una actividad preparada para mis alumnos de FPB en las próximas semanas y voy a incorporar un pequeño juego casi diario para repasar los conceptos más básicos. Estoy convencido de que irán bien y los alumnos lo disfrutarán.”

Al tomar consciencia de la importancia de trabajar en equipo con otros docentes para compartir el esfuerzo que supone gamificar con TIC una unidad para STEM, algunos participantes manifestaban querer buscar apoyos contagiando el entusiasmo a otros compañeros y compartiendo lo aprendido en esta formación.

(RM) “Expondré lo aprendido a otros profesores con los que sumar esfuerzos, con la meta de integrar asignaturas que acerquen la educación a la vida real.”

En general, los docentes echan en falta que exista una variedad de recursos didácticos ya creados sobre los que puedan apoyarse para modificarlos, ampliarlos o adaptarlos a su contexto educativo, ya sean proporcionados por las editoriales o compartidos por otros docentes. Esto supondría un menor esfuerzo y coste personal en tiempo que el que requiere el diseño de una unidad STEM gamificada con TIC desde cero.

(GD) “Sobre todo compartir información, pues me parece fundamental [...] yo ahora mismo estoy aquí [...]tratando de, en fin, de ir cargando la mochila”.

(GD) “Lo que me falta es más unidades didácticas ya hechas que podamos utilizar y [...] bancos de recursos”.

La escasez de recursos disponibles hace que la idea de realizar una programación didáctica para un curso completo integrando los contenidos STEM y además gamificándolos con TIC sea para los docentes una tarea ciertamente dificultosa a corto plazo; sin embargo, triunfa la opción de introducir unidades didácticas STEM gamificadas con TIC en determinados momentos del curso, lo que requiere de menor planificación y coordinación entre docentes y supone un coste en tiempo más asumible.

(RM) “No me veo realizando una programación entera con mi materia de esta manera, pero sí intercalando unidades.”

Pregunta 5: ¿A qué se debe el grado de transferibilidad?

El grado de transferibilidad, o lo mucho o poco que se puedan llevar a la práctica diaria en forma de unidades didácticas los aprendizajes adquiridos durante la formación, está relacionado en todos los casos con el contexto educativo en el que trabajan los docentes y con los dos puntos más complejos que se han comentado acerca de la gamificación con TIC para STEM. En primer lugar, la exigencia en tiempo para diseñar este tipo de unidades didácticas y, en segundo lugar, la necesidad (y en ocasiones, dificultad) de colaborar y coordinarse con otros compañeros o compañeras para conseguir llevar a la práctica las UD diseñadas de manera adecuada.

Con respecto al primer punto, los docentes participantes en la formación refieren la consecuente dedicación en tiempo y esfuerzo que requiere el diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC teniendo en cuenta la carga de trabajo que ya se soporta.

(GD) “Entiendo que es mucho trabajo para el docente.”

(GD) “Yo, por ejemplo, tengo 6 grupos y una tutoría y la biblioteca, [...] más de 100 alumnos, es que no tengo tiempo y, aparte, los compañeros que yo tengo son ya todos mayores, tienen sus familias, sus hijos, y dedicar tiempo a preparar clase que a lo mejor llevan 10 años haciéndolas relativamente igual pues a lo mejor no les compensa.”

Todo esto pone en evidencia las tensiones entre los condicionantes logísticos y estructurales y el compromiso individual de cada docente con la excelencia y con la innovación docente, que a menudo se realiza a costa del tiempo personal:

(GD) “Hay épocas en nuestra vida que tenemos tiempo o queremos dedicar tiempo, inviertes mil horas y al final, ahí yo creo que la enseñanza sale adelante no por los políticos no por no sé qué sino por la buena voluntad de los que estamos aquí dentro y al final la buena voluntad es salud nuestra, es tiempo.”

(RM) “Las cosas se pueden hacer de otra manera si se quiere y hay interés. Hay varias maneras de poder enseñar lo mismo. Y hay veces que es importante estar motivado tanto el profesor como el alumnado.”

Con respecto al segundo punto, y esa necesidad de trabajar en equipo para apoyarse a la hora de realizar trabajos costosos en tiempo y esfuerzo, así es como se expresan los docentes en sus reflexiones y el GD. En general, la transferencia de los aprendizajes adquiridos queda condicionada a contar con un equipo de trabajo con el que colaborar y sentirse motivados.

(RM) “En el futuro, lo aplicaré día a día, pero con la condición de que siempre tenga compañeros y compañeras que me puedan ayudar”.

(GD) “Para poder conseguir [...] llevarlo a cabo a clase [...] si estamos rodeados por un grupo que todos vamos a una [...] yo creo que eso es fundamental, y tener ese pensamiento y venga vamos a intentarlo, venga vamos a... y trabajar juntos y seguro que se consiguen cosas como las que se han conseguido aquí en poquísimo tiempo.”

Sin embargo, cuando se trata de grupos específicos de ratio reducida, los docentes participantes se sienten animados a diseñar y llevar al aula unidades didácticas STEM gamificadas con TIC sin la ayuda de otros compañeros.

(RM) “La aplicación futura va a depender de muchos factores [...] ilusión le tengo y ya estoy planificando en fase de solo idea una unidad de PMAR gamificada e integrada con enfoque STEM, es una ardua tarea porque solo cuento conmigo por ser la del ámbito, pero ahí estoy.”

Lo que abre la puerta a la reflexión acerca de la necesidad de bajar la ratio en los grupos de Secundaria para permitir una mejora de la calidad de la docencia, por ejemplo, introduciendo unidades didácticas para STEM gamificadas con TIC tal y como se propone en esta formación.

(GD) “Tal vez con menos ratio de alumnos sería esto mucho mejor llevar a cabo.”

(GD) “Un Escape Room con 35 metidos en una clase, seguramente el profesor de al lado toque [a la pared, para que hagamos menos ruido], seguro.”

Cabe destacar que en ningún caso los participantes consideran que las dificultades para transferir los aprendizajes adquiridos a la realidad del aula se deben a deficiencias en el plan de formación, que, por otro lado, ha sido muy bien valorado por los asistentes en sus comentarios.

(RM) “El curso me ha parecido muy práctico, realista y fácilmente aplicable a mi trabajo en el aula.”

(RM) “Gracias a una exposición clara y detallada de los objetivos de las sesiones, donde para mí, las dinámicas han sido las claves del éxito.”

(RM) “Y qué mejor forma de aprender que a través del propio ejemplo en las clases, donde desde el principio hemos buscado la fórmula de una poción mágica que nos ayude a mejorar el rendimiento de nuestros alumnos. El haber podido incorporar todo el conocimiento dentro de una "aventura" hace que veamos la fuerza de estas herramientas.”

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los datos recogidos en este estudio tienen como finalidad última analizar si tras una formación destinada a docentes de Secundaria sobre experiencias gamificadas con TIC para STEM que sigue el modelo pedagógico TPACK (Mishra y Koehler, 2006) los docentes se sienten “Docentes 3K”, esto es, docentes capaces de introducir novedades en su práctica docente a través del diseño e implementación de unidades didácticas gamificadas con TIC para STEM con el fin último de recuperar el interés y la motivación de su alumnado por el ámbito científico-tecnológico y mejorar sus resultados académicos; y, al tiempo, sondear su perspectiva al respecto.

Los resultados revelan que tras la formación los docentes conocen en profundidad la iniciativa STEM y se sienten entusiasmados ante esta propuesta de

integración de contenidos del ámbito CyT con enfoque de ingeniería, considerando que puede ser la solución a la desvinculación que el alumnado siente por el ámbito CyT y su propia realidad y que, por tanto, STEM marca el camino que deberían seguir los docentes para impartir los contenidos del ámbito. Las dificultades que los docentes pueden encontrar a la hora de integrar contenidos de materias en las que no son especialistas, se resolvería trabajando en equipos interdisciplinarios del ámbito CyT donde los especialistas de las diferentes materias se apoyen y ayuden. También es un reclamo general el hecho de que en la legislación educativa aparezca este enfoque de STEM de manera concreta. Por tanto, tras la formación, los docentes sí se sienten capaces de integrar los contenidos STEM en una unidad didáctica y, además, consideran que es así como se debería trabajar con el alumnado de Secundaria.

Con respecto de la introducción de la gamificación en el proceso de enseñanza-aprendizaje, los docentes también se sienten capaces de diseñar experiencias, y hasta cierto punto esa confianza mana de la participación, como alumnos/as, en una formación gamificada vivida como una aventura en la que se iban superando retos y niveles (y esto es especialmente relevante en una situación de formación con las limitaciones de la presente). Esta innovación que presenta la propuesta formativa ha hecho que aprendan desde la experiencia personal y que se sientan motivados para llevar la gamificación a sus aulas iniciándose, en principio, con juegos sencillos hasta animarse con fórmulas más complejas como la gamificación de sesiones completas mediante un *Escape Room* o, finalmente, gamificar unidades didácticas enteras. Los docentes reconocen que la gamificación es efectiva y que motiva tanto al alumnado como al profesorado, coincidiendo con lo que afirman Pérez-Manzano y Almela-Baeza (2018), pero que no hay que perder de vista un equilibrio entre lo lúdico y lo formativo, como ya señalaban Posada (2013) y (Martín Martín, 2017). Para estos autores, este equilibrio es necesario si queremos que los beneficios de la gamificación se transfieran al aprendizaje. El punto negativo que resaltan respecto a la gamificación es la dedicación extra en tiempo y esfuerzo que requiere diseñar una unidad didáctica gamificada, lo que coincide con lo que señalan Brigham (2015) y Barragán et ál (2015); un esfuerzo adicional que puede comprometer la transferencia de los aprendizajes a pesar de las oportunidades que parece despertar el trinomio de referencia.

Sabiendo que para integrar contenidos o gamificar no es imprescindible el uso de las TIC, pero conscientes del alumnado digital con el que contamos en Secundaria (Gallardo, 2012), los docentes consideran que pueden apoyarse en las TIC para crear experiencias gamificadas para STEM que sean gratificantes tanto para el alumnado como para los propios docentes. Las TIC aportan numerosos beneficios al proceso de enseñanza aprendizaje al hacerlo más ameno, interactivo, interesante y atractivo (Levis, 2003; Prensky, 2005; Molas y Roselló, 2010). Todos los docentes implicados en esta formación coinciden en la importancia de las TIC en nuestra sociedad actual y en la necesidad de contribuir desde todas las materias al desarrollo de la competencia digital del alumnado; competencia que, por otro lado, también es necesario que desarrollen

los docentes siguiendo las directrices del Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) (INTEF, 2017) y que requiere de una formación constante (Gisbert, González y Esteve, 2016). También, y como contrapunto, coinciden en recordar que el alumnado no está acostumbrado a usar las TIC al servicio del aprendizaje, sino con finalidad lúdica (Martín del Pozo, 2013; Sánchez-Aparicio, 2014). Y, por ello, hay que hacer un esfuerzo en las aulas para evitar distracciones motivadas por el empleo de las TIC y su frecuente mal uso por parte del alumnado. En todo caso, cuando las TIC van ligadas a una propuesta integral, los docentes se sienten capaces de usar las TIC en armonía con los contenidos STEM y con una estrategia gamificada.

Tras la formación, los docentes se sienten, por tanto, capaces de transferir a la práctica cotidiana los aprendizajes adquiridos, pero el grado de transferibilidad está supeditado a la posibilidad de colaborar con otros compañeros o compañeras que también estén comprometidos con la mejora de la calidad de la docencia. La tarea de crear unidades didácticas gamificadas con TIC para STEM resulta exigente en tiempo y esfuerzo, por lo que compartir el trabajo con otras personas supondría un alivio y, además, una motivación extra. La dificultad añadida al poco tiempo de que disponen los docentes para mejorar su práctica docente y la elevada ratio de los grupos de Secundaria (Martínez Ramón, 2015; Abellán y Herrada, 2016) siembran las dudas acerca de si es posible gamificar con TIC una programación de STEM para un curso completo (o para una parte importante de él, más allá de una experiencia aislada). Sin embargo, los docentes se sienten animados a planificar unidades STEM gamificadas con TIC y llevarlas a la práctica en ciertos momentos del curso. En general, se echa en falta que ya existan recursos, de editoriales o de otros compañeros, que puedan ser reutilizados y modificados para adaptarlos al correspondiente contexto educativo, por lo que sería de gran ayuda contar con un banco de recursos que se fuera nutriendo constantemente, lo que supondría un ahorro de tiempo y esfuerzo importante y eliminaría la barrera psicológica que en principio presenta la introducción generalizada de unidades didácticas gamificadas con TIC para STEM.

En definitiva, este análisis de las percepciones del profesorado revela que el plan de formación (a priori ambicioso, por solo contar con treinta horas lectivas; novedoso, por la temática en que se centra; y arriesgado, por plantear la metodología gamificada para ejemplificar en la práctica cómo habría de ser llevada a las aulas) ha resultado eficaz por los buenos resultados y por la valoración obtenida. Al término de la formación, los participantes se sienten capaces de integrar los contenidos STEM en una unidad didáctica, se sienten capaces de diseñar experiencias gamificadas de aprendizaje, se sienten capaces de usar las TIC para integrar los contenidos STEM y gamificar las unidades, se sienten capaces de transferir a la práctica cotidiana el aprendizaje formando equipos docentes y, por consiguiente, podemos concluir diciendo que se han convertido en lo que podríamos llamar como “Docentes 3K”, usando la propia metodología de la experiencia formativa.

Referencias bibliográficas

- Abellán, Y. y Herrada, R. I. (2016). Innovación educativa y metodologías activas en educación secundaria: la perspectiva de los docentes de lengua castellana y literatura. *Revista Fuentes*, 18, 1, 65-76. doi:10.12795/revistafuentes.2016.18.1.04
- Barragán et ál. (2015). *Una propuesta para la motivación del alumnado de ingeniería mediante técnicas de gamificación*. XXXVI Jornadas de Automática, Bilbao, 2-4 de septiembre de 2015. (2-4).
- Bona, C. (2015). *La nueva educación*. Barcelona: Plaza&Janés.
- Brigham, T. J. (2015). An Introduction to Gamification: Adding Game Elements for Engagement. *Medical Reference Services Quarterly*, 34, 4, 471-480. doi: 10.1080/02763869.2015.1082385
- Castellana, M., Sánchez-Carbonell, X., Graner, C. y Beranuy, M. (2007). El adolescente ante las tecnologías de la información y la comunicación: Internet, móvil y videojuegos. *Papeles Del Psicólogo*, 38, 3, 196-204. Recuperado de <https://www.redalyc.org/html/778/77828306/>
- Convert, B. y Gugenheim, F. (2005). Scientific Vocations in Crisis in France: Explanatory Social Developments and Mechanism. *European Journal Vocational Training*, 35, 12-20.
- Cheong, C., Filippou, J. y Cheong, F. (2014). Towards the Gamification of Learning: Investigating Student Perceptions of Game Elements. *Journal of Information Systems Education*, 25, 3, 233-244. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/2f57/df59f089fb37eb206b3c65754b3ad9eb8193.pdf>
- Costa, A. L. (1984). *Mediating the Metacognitive*. New York: Educational Leadership.
- Dávila, Borrachero y Airado, (2017). ¿Existen diferencias en las emociones experimentadas por los alumnos de educación secundaria según el curso? *INFAD Revista de Psicología*, 1, Monográfico 1. doi: 10.17060/ijodaep.2017.n1.v2.921
- De Benito, B. y Salinas, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, 0, 0, 44-59. doi:10.6018/riite2016/260631
- Duque, M., Celis, J., y Camacho, A. (2011). Cómo Lograr Alta Calidad En La Educación De Los Ingenieros: Una Visión Sistémica. *Revista Educación En Ingeniería*, 6, 12, 48-60. Recuperado de <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/122>
- Esteve, J.M. (2003). *La tercera revolución educativa. La educación en la sociedad del conocimiento*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Fuentes-Hurtado y González-Martínez (2017). Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM.

- Revista de Educación a Distancia*, 54, 8. doi: 10.6018/red/54/8. Recuperado de http://www.um.es/ead/red/54/fuentes_gonzalez.pdf
- Gallardo, E. (2012). Hablemos de estudiantes digitales y no de nativos digitales. *Revista de Ciències de l'Educació*, 7–21.
- Gisbert, M., González, J. y Esteve, F. M. (2016). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, Junio, 74–83. doi: 10.6018/RIITE2016/257631
- Gómez Trigueros, I. M. (2015). El modelo TPACK en los estudios de grado para la formación inicial del profesorado en TIC. *Didáctica Geográfica*, 16, 185-201.
- Hamari, J. Koivisto, J. y Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, (3025–3034). doi: 10.1109/HICSS.2014.377
- INTEF (2017) *Marco común de competencia digital docente*. Recuperado de <http://educalab.es/documents/10180/12809/Marco+competencia+digital+docente+2017/afb07987-1ad6-4b2d-bdc8-58e9faeacea>
- Levis, D. (2003). *Videojuegos en red: Espacios simbólicos de juego y encuentro*, 1–14. Recuperado de https://www.academia.edu/2448999/Videojuegos_en_red_Espacios_simb%C3%B3licos_de_juego_y_encuentro
- Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) (*Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre*). Boletín Oficial del Estado, nº 295, 2013, 10 diciembre.
- Machargo, J., Luján, I., León, M. E., López, P. y Martín, M. A. (2003). Videojuegos por los adolescentes. *Anuario de Filosofía, Psicología y Sociología*, 6, 159-172.
- Marbà, A. y Màrquez, C. (2010). ¿Qué Opinan Los Estudiantes De Las Clases De Ciencias? Un Estudio Transversal De Sexto De Primaria a Cuarto De ESO. *Enseñanza de Las Ciencias*, 8, 19–30.
- Martín del Pozo, M. (2013). *Trabajar la Educación para la Salud en Educación Primaria con ayuda de videojuegos*. En F. Ortega y L. Cardeñosa (Eds.). III Congreso Internacional Comunicación 3.0. Las media enterprises y las industrias culturales, investigar la comunicación y los nuevos medios, (291-304). Salamanca, 10-11 octubre. Recuperado de <http://comunicacion3punto0.files.wordpress.com/2013/06/comunicacion3punto0libroactas2012.pdf>
- Martín Martín, M. (2017). Aportaciones pedagógicas de las tic a los estilos de aprendizaje. *Tendencias Pedagógicas*, 30. Recuperado de <https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/8123>
- Martínez Ramón, J. P. (2015). Cómo se defiende el profesorado de secundaria del estrés: burnout y estrategias de afrontamiento. *Revista de Psicología del*

- Trabajo y de las Organizaciones*, 31, 1, 1-9. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2313/231337099001.pdf>
- Mirete, A.B., Soro, M. y Maquilón, J. J. (2015). El fracaso escolar y los enfoques de aprendizaje: medidas para la inclusión educativa. *REIFOP*, 18, 3, 183–196. doi: 10.6018/reifop.18.3.239021
- Mishra, P. y Koehler M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108, 6, 1017-1054.
- Molas, N. y Rosselló, M. (2010). Revolución en las aulas: llegan los profesores del siglo XXI. La introducción de las TIC en las aulas y el nuevo rol docente. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 19, 1-9. Recuperado de <https://ddd.uab.cat/record/64935>
- Navarro et ál. (2018). *Una experiencia para fomentar la presencia de la Mujer en Informática a través del 11 de Febrero: Aprendiendo igualdad en la ciencia*. XXIV Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática, Barcelona, 4-6 julio.
- Parga, M. (2004). La metacognición como requisito para la realización de proyectos de investigación en diseño. *Primer encuentro de investigación en diseño*. Universidad Icesi. Recuperado de https://www.icesi.edu.co/disenohoy/memorias/Parga_pon.pdf
- Peña, M. J. y Madrid, M. J. (2015). Propuestas de Innovación para la enseñanza de los números primos. *Revista de Educación Matemática*, 32, 1, 67–74.
- Pérez-Manzano, A. y Almela-Baeza, J. (2018). Gamificación transmedia para la divulgación científica y el fomento de vocaciones procientíficas en adolescentes. *Comunicar*, XXVI, 55, 93-103.
- Piaget, J. (1967). *Psicología y pedagogía*. Barcelona: Crítica, 2001
- Plomp, T. y Nieveen, N. (Ed.). (2013). *Educational Design Research: An Introduction*. Enschede: SLO.
- Posada, F. (2013, septiembre, 9). Gamificación educativa. *Canaltic.com*. *Uso educativo de las TIC*. Recuperado de <http://canaltic.com/blog/?p=1733#aplica>
- Prensky, M. (2005). Adopt and Adapt. *Edutopia*, 42-45. Recuperado de https://www.marcprensky.com/writing/Prensky-Adopt_and_Adapt-Edutopia-01.doc
- Reeves, T. C., Herrington, J. y Oliver, R. (2005). Design Research: A Socially Responsible Approach to Instructional Technology Research in Higher Education. *Journal of Computing in Higher Education*, 16, 2, 96–115. doi:10.1007/s11412-009-9063-y
- Rubio, M. J. y Varas, J. (1997). *El análisis de la realidad, en la intervención social. Métodos y técnicas de investigación*. Madrid: Editorial CCS.

- Sánchez-Aparicio, J.C. (2014). Videojuegos y gamificación para motivar en educación. *Andalucíaeduca*, 120, 6-8. Recuperado de http://www.andaluciaeduca.com/hemeroteca/ae_digital120.pdf
- Salinas, J., De Benito, B. y Lizana, A. (2014). Competencias docentes para los nuevos escenarios de aprendizaje. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 79, 145–163.
- Stohlmann, M., Moore, T. y Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*. doi: <http://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Tarabini, A., Curran, M., Montes, A. y Parcerisa, L. (2015). El Rol de los Centros Educativos en la prevención del Abandono Escolar. Una aproximación desde la perspectiva micropolítica. *Educação, Sociedade & Culturas*, 45, 121–142
- Taylor, S. J. y Bogdan, R. (2000). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2009). Patrones actitudinales de la vocación científica y tecnológica en chicas y chicos de secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50, 4, 1. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3055514>
- Von Garnier, C. (2010). *La metamorfosis necesaria en la escuela*. Sevilla: Ituci siglo XXI.
- Vygotsky, L. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós Ibérica, 2010.



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI