

## Evaluación inicial del diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC

*Initial evaluation of the design of ICT gamified STEM teaching units.*

Mercedes Fuentes-Hurtado; [mfuenteshurtado@gmail.com](mailto:mfuenteshurtado@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-8138-9809>

Universitat Rovira i Virgili (España)

Juan González Martínez; [juan.gonzalez@udg.edu](mailto:juan.gonzalez@udg.edu)

<http://orcid.org/0000-0002-9175-6369>

Universitat de Girona (España)

### 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 paper 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.

## 1. 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).

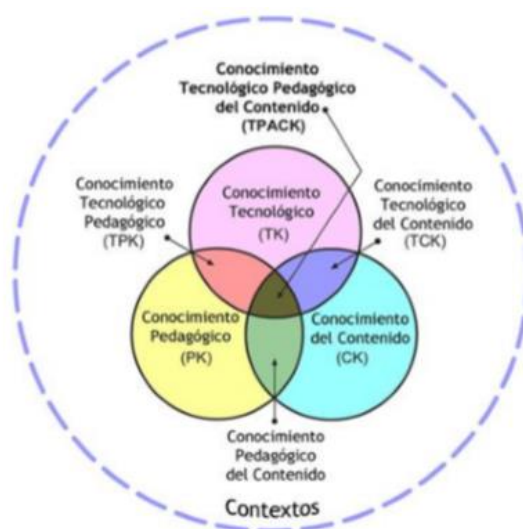


Imagen 1. Diagrama del modelo pedagógico TPACK (Salinas, De Benito y Lizana, 2014).

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 lograrse 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.

## 2. 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.

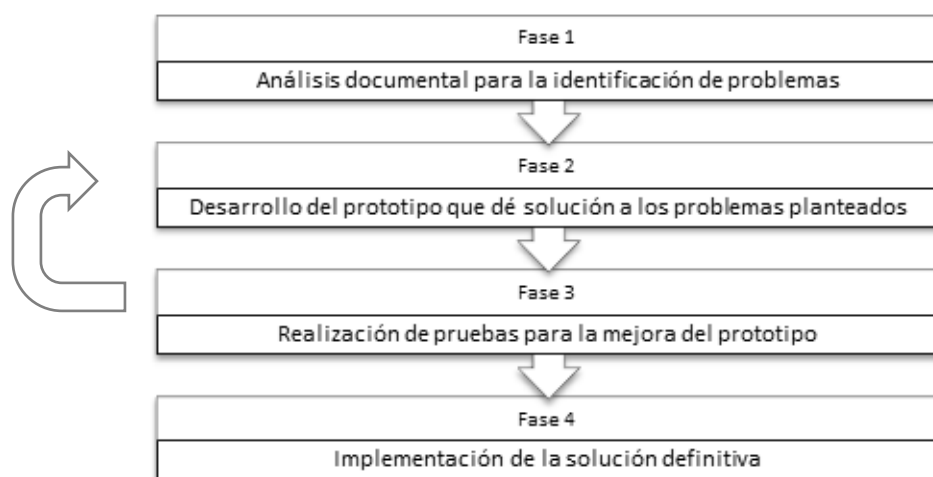


Imagen 2. Panorámica general del proceso de IBD de esta investigación.

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.

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

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fase 1</b> | 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.                                                                    |
| <b>Fase 2</b> | 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. |
| <b>Fase 3</b> | 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.                                                                                                         |
| <b>Fase 4</b> | Implementación de una solución definitiva en forma de plan de formación y que quede disponible para los docentes que deseen formarse.                                                                                                                                                            |

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.

## 2.1. 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*.

## 2.2. 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).

## 2.3. 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).

## 2.4. 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.

## 2.5. 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.



Tabla 2. Relación de bloques de contenidos de las asignaturas STEM para Secundaria según el RD 1105/2014. (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2017a).

|               | 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.<br>Bloque 3. La biodiversidad en el planeta Tierra<br>Bloque 7. Proyecto de investigación | Bloque 1. Proceso de resolución de problemas tecnológicos<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>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<br>Bloque 5. Neumática e hidráulica                                        |                                                           |
|               | Bloque 5. La energía                  | Bloque 3. Ecología y medio ambiente                                                                                                                               | Bloque 3. Electrónica<br>Bloque 4. Control y robótica                                                   |                                                           |

Procesos, métodos y actitudes en matemáticas, números y álgebra, análisis, estadísticas y probabilidad, funciones.

## 2.6. 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) (Forte, 2019).

## 2.7. 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).

## 2.8. 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.

## 2.9. 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.

## 2.10. 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.

## 2.11. 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.

El resultado final de este instrumento de evaluación puede consultarse en anexo.

### 3. 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 3.

Tabla 3. Valoración de cada uno de los parámetros de la *checklist* para cada UD. (Fuentes-Hurtado y González-Martínez, 2019).

| 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               |

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.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Astudillo, G. J., Bast, S. G. y Willging, P. A. (2016). Enfoque basado en gamificación para el aprendizaje de un lenguaje de programación. *Virtualidad, 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%ADaVelateguiAlejandro.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-bdc8-58e9faeccc>
- 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](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](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](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.

#### Para citar este artículo:

Fuentes-Hurtado, M., y González Martínez, J. (2019). Evaluación inicial del diseño de unidades didácticas STEM gamificadas con TIC. *Eduotec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (70), 1-17. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.70.1469>



## Anexo 1. 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 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.                              |

| Parámetro |                         | Calificación cuantitativa según los descriptores                              |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                     |
|-----------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                         | 1                                                                             | 2                                                                                                                                                                                                   | 3                                                                                                                                                                                                   |
| 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.               |