

Premio

*Galilei, un novedoso y divertido juego de mesa
para estudiantes de Ciencias, Ingeniería y Tecnología
(asignaturas de ámbito STEM)*

Coordinador:

Luis Fernando Calvo Prieto
Departamento de Química y Física Aplicadas
lfcalp@unileon.es

Participantes:

Sergio Paniagua Bermejo
Departamento de Química y Física Aplicadas
sergio.paniagua@unileon.es

Raúl Herrero Martínez
*Departamento de Didáctica General, Específicas
y Teoría de la Educación*
rherm@unileon.es

Mónica Santamarta Llorente
Cuerpo de profesores de la Junta de Castilla y León
monica.sanllo@educa.jcyl.es



1. Presentación de la experiencia de innovación docente

Desde el grupo de innovación docente de la Universidad de León denominado DINBIO (Docencia en Ingeniería de Biosistemas) se impulsó la experiencia innovadora presentada en esta propuesta.

La experiencia innovadora surge ante la carencia y demanda por parte del alumnado de ciencias, ingeniería y tecnología (asignaturas STEM) de juegos específicos para su entorno de aprendizaje. Aunque son muchos los juegos de mesa basados en formato pregunta/repuesta, prácticamente no existe, hasta la fecha, ninguno que responda al dominio propio de las asignaturas STEM y que, a su vez, permita la integración de conocimientos propios de estas asignaturas, aspecto fundamental a la hora de valorar la capacidad laboral del alumnado STEM. De esta manera, el recurso académico presentado cubre no sólo un vacío académico existente en nuestro entorno docente, sino un nicho de mercado de gran potencialidad. Una de las grandes novedades que presenta el juego es que la respuesta a las diferentes situaciones tecnológicas o científicas planteadas durante la utilización del mismo es abierta, esto es, será diferente para cada jugador (la respuesta que permite al jugador avanzar a lo largo del tablero no es siempre la misma, sino que será diferente en función de la situación del jugador en ese momento y en esa partida); esta característica hace del juego un material para cualquier entorno académico (bachillerato y universitario) relacionado con asignaturas STEM.

2. Introducción

Aunque la sociedad siempre ha estado sometida a continuo cambio, en los últimos tiempos y como consecuencia de los avances tecnológicos y comunicativos, se ha experimentado una mayor rapidez en la integración de los mismos dentro de los diferentes ámbitos sociales, obligando a los diferentes actores sociales a un continuo proceso de aprendizaje que permita una rápida adaptación a estos cambios (García, 2007). Sin embargo, de la mano de estos avances, que suponen mejoras en la calidad de vida del ser humano, se generan (o intensifican) nuevos desafíos para la humanidad cuya solución requiere de respuestas complejas e integradas por parte de sujetos creativos y competentes (Rosenlund, 2018; Smith & Iversen, 2018) que sean capaces de integrar, de forma multidisciplinar, las distintas áreas de conocimiento que puedan ofrecer solución a estos conflictos. De esta manera, problemas como el calentamiento global, la garantía mundial alimentaria, la seguridad biotecnológica o la producción de energía desde un punto de vista sostenible son claros ejemplos de necesidades que deben encontrar respuesta a partir de un conocimiento integrado (Roth, 2019) que permita alcanzar una comprensión holística de los mismos,

no como una forma de dominación del mundo, sino como una manera de hacer sostenible nuestra presencia en el mismo.

Tsupros et al. (2009) indican que una economía basada en el conocimiento debe estar dirigida por la innovación constante y ésta sólo se motiva a través de recursos humanos cualificados y equipados con habilidades en el campo de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Con el fin de dar respuesta a esta necesaria multidisciplinariedad, en las últimas décadas se ha venido apostando, desde diferentes contextos formativos, por la denominada educación STEM (Pimthong & Williams, 2018), que, sobre la base de la teoría del aprendizaje construccionista (Sullivan & Bers, 2018), se fundamenta en la intencionada integración de los conceptos y la práctica de la educación matemática y/o científica con la practicidad de la educación ingenieril y tecnológica (Yanez, Thumlert, de Castell, & Jenson, 2019).

Por todo ello, siempre que se utiliza una docencia STEM o STEAM se debe centrar el proceso no en la enseñanza en sí, sino en el aprendizaje del estudiante, que será el que debe construir conocimientos a través de su participación activa en la resolución de problemas propios del mundo real (Aladé, Lauricella, Beaudoin-Ryan, & Wartella, 2016).

De esta manera, si bien es cierto que las últimas modificaciones legislativas en España han buscado una mejora del país a nivel educativo (planteando la Agenda 2030 como objetivo de posicionamiento de la educación española en el siglo XXI) (de Paula Arruda Filho, 2017), no es menos cierto que, en el caso de las asignaturas que forman parte de la educación STEM, esto no se conseguirá hasta que no se apueste de verdad, desde todos los ámbitos administrativos y docentes competentes, por una enseñanza basada no sólo en la integración de las diferentes materias, sino en la utilización real de metodologías activas para el aprendizaje del alumno universitario, aspecto bastante deficitario en el sistema educativo superior español (Paniagua & Calvo, 2019).

Son varias las metodologías educativas disponibles con las que puede contar el docente universitario para poder conseguir corregir esta deficiencia. La selección de la metodología docente, dentro de cualquier contexto de aprendizaje, es un proceso muy delicado en el que hay que considerar aspectos como el contenido de las asignaturas, el contexto social del centro, del alumno y de la sociedad en la que se inserta el centro, el profesorado, el nivel de los alumnos, etc. (Gutiérrez & Villegas, 2015). Sin embargo, dentro de la contextualización de la educación STEM, planteando como objetivos el alcanzar altos niveles cognitivos, mejorar en el aprendizaje autónomo y en el pensamiento crítico, las metodologías que enfocan al alumno como centro del proceso de aprendizaje son las que obtienen mejores resultados (Gutiérrez & Villegas, 2015). Dentro de estas metodologías, existen nuevos modelos docentes, como el aprendizaje mediante problemas sin datos (PWD) (Paniagua, Herrero, García-Pérez, & Calvo, 2019) que, combinados con métodos de gamificación, ofrecen gran-

des perspectivas en el aprendizaje autónomo y racional del alumno (Calvo, Herrero, García-Pérez, & Paniagua, 2018). Pese a todo, se continúa necesitando de un mayor interés por parte del profesorado y de las instituciones educativas a la hora de implantar estos modelos y métodos de aplicación en aula, siendo necesarias nuevas experiencias que reafirmen las ya realizadas hasta la fecha.

Aunque los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante la gamificación han sido ampliamente estudiados durante este último siglo ha existido, por parte de la comunidad académica, un incremento notable en el interés mostrado hacia esta práctica docente. Así, en bases de datos como *Scopus* o *Web of Science* se ha pasado de más de 1500 publicaciones en 2015 a 2300 durante la anualidad 2020 (Rodrigues, Oliveira, & Rodrigues, 2020). Además, el incipiente uso de las tecnologías de la comunicación han supuesto un importante avance en la implantación de procesos de gamificación en el aula, aportando nuevas formas de trabajo que, basadas en el juego creativo, permiten al alumnado disfrutar del proceso de aprendizaje (Xi & Hamari, 2019).

Es práctica muy habitual en la enseñanza universitaria y preuniversitaria española y, más concretamente, en la docencia de asignaturas de ciencias, ingeniería y tecnología, generar una separación entre los aspectos académicos del currículo, que sólo buscan la consecución de unas competencias profesionales por parte del alumno y los aspectos relacionados con el desarrollo personal, y con el bienestar del alumno, durante su proceso de aprendizaje (Park, 2004) y de evaluación. No podemos negar que la universidad española ha intentado, con diferentes programas, disminuir la brecha existente entre estas dos facetas, destacando, en nuestros días, el programa denominado «acción tutorial» (enseñar a pensar, enseñar a convivir, etc.); aunque no se puede obviar que estas acciones, para la mayoría de las titulaciones universitarias, quedan marginadas a un segundo plano, dificultando el desarrollo de los contenidos que conlleva, entre ellos, el que se pretende desarrollar en esta propuesta: demostrar que la felicidad y el aprendizaje lúdico dentro del aula universitaria es compatible con el aprendizaje académico (Cassidy, 2000; Gabel, 1993) y, más en concreto, en asignaturas propias del conocimiento de ciencias, ingeniería y tecnología.

De esta manera y teniendo en cuenta que más de un 75 % del alumnado, al que se le pregunta si la enseñanza académica en el entorno universitario provoca angustia y sucesivos momentos de estrés responde que sí (Castro & Calvo, 2015), cabría preguntarse si, además de enseñar destrezas, capacidades, conocimientos, etc., podemos enseñar a nuestros alumnos a disfrutar del esfuerzo generado durante su proceso de aprendizaje consiguiendo, de esta manera, mejorar en la calidad y durabilidad del mismo y en la objetividad de la valoración, por parte del sistema universitario, de las competencias adquiridas (de Psillos, 2003).

Los alumnos de ciencias, ingeniería y tecnología suelen estar sometidos, por la propia naturaleza de las asignaturas impartidas en estas áreas de cono-

cimiento, a frecuentes situaciones de ansiedad y estrés durante su paso por el ámbito universitario. Tanto la bibliografía como la experiencia del profesorado participante en esta propuesta consideran que una reducción del estrés al que se ve sometido el alumno mejoraría notablemente los rendimientos académicos del mismo. Partiendo de esta hipótesis de trabajo, se ha diseñado y ejecutado un juego de mesa que permita abordar, a través de la introducción de elementos de gamificación dentro del aula, las siguientes cuestiones:

- Reducir los niveles de ansiedad o estrés de los alumnos con la finalidad de mejorar, tal y como plantea la hipótesis inicial de trabajo, los rendimientos académicos de los alumnos
- Mejorar la capacidad de retención de los conocimientos adquiridos por parte de los alumnos.

Por todo ello, esta experiencia parte de la **hipótesis** de que es factible introducir elementos de gamificación en entornos universitarios de aprendizaje STEM, favoreciendo el desarrollo de estrategias sociales y de habilidades de comunicación, esto es, fomentando uno de los aspectos fundamentales de la educación STEM y que más veces ha sido olvidado en su interpretación (Wijnia, Kunst, van Woerkom, & Poell, 2016)

3. Objetivos

Para poder dar respuesta a la hipótesis formulada, se plantea como objetivo general, diseñar, fabricar y valorar el efecto, tanto académico como lúdico, que tiene la utilización de un juego de mesa específico para alumnos universitarios y preuniversitarios de asignaturas STEM (ciencias, ingeniería y tecnología). El juego de mesa diseñado recibe el nombre de *Galilei, un divertido juego de mesa para estudiantes de ciencia e ingeniería* y se encuentra bajo protección de propiedad intelectual y de diseño industrial de la ULE. Los objetivos específicos planteados, para poder alcanzar este objetivo general, fueron:

- diseñar y crear el juego de mesa garantizando la adaptación del dominio educativo de las asignaturas STEM involucradas a las dinámicas del juego, de tal manera que se permita generar un ambiente propicio, no sólo para el aprendizaje, sino para el desarrollo de habilidades sociales y de comunicación
- diseñar y crear el juego de mesa garantizando su versatilidad y permitiendo su adaptación a otros niveles educativos fuera del entorno universitario.
- diseñar y crear el juego de mesa garantizando que, tanto su diseño como su dinámica de juego sean lo suficientemente llamativos como para que pueda ser valorado por el alumnado como un juego de mesa y no como una clase de prácticas.

- estudiar, con significación estadística, el efecto académico que tiene sobre los alumnos el juego de diseño propio denominado *Galilei*.
- verificar, con significación estadística, el efecto que tiene el juego diseñado sobre la capacidad del alumnado para integrar conocimientos de asignaturas del entorno STEM.

4. Desarrollo de la experiencia

El juego de mesa diseñado recibe el nombre de *Galilei*, un divertido juego de mesa para estudiantes de ciencia e ingeniería y se encuentra bajo protección de propiedad intelectual y de diseño industria por la Universidad de León. Además, sus buenos resultados académicos han sido avalados internacionalmente tras su presentación en el Congreso Internacional CIFCOM 2019 y su potencialidad comercial ha sido ratificada por la FGULEM al seleccionar la propuesta para su participación en el plan ULE-PoC. PRUEBAS DE CONCEPTO DE LA UNIVERSIDAD DE LEÓN (Plan TCUE 2018-2020) y así iniciar la comercialización del producto docente.

En la Figura 1 se muestra una imagen del juego *Galilei* y de los elementos diseñados para su utilización.



Figura 1. Imagen de *Galilei*: un divertido juego de mesa para estudiantes de ciencias e ingeniería.

El objetivo del juego consiste en ir acumulando, a lo largo de las diferentes casillas del tablero, la energía, la masa y el dinero suficiente para poder acceder a la casilla final (representada por un polígono industrial). El jugador, para poder ir adquiriendo energía, masa y dinero, deberá moverse por el tablero e ir resolviendo tanto preguntas como problemas que simulan diseños industriales. La resolución de dichas cuestiones está ligada a la combinación de conocimientos de matemáticas, ciencias, tecnología e ingeniería por parte de los jugadores. Para el desarrollo de las habilidades sociales y de comunicación, el juego fue diseñado como un juego grupal en el que se permitieron situaciones de intercambio/negociación de billetes con los equipos contrarios.

Es necesario hacer constar que, a diferencia de otros juegos de mesa basados en preguntas y respuestas:

- a) El jugador no sólo gana puntos o dinero virtual, sino también energía y masa, que serán necesarios para ganar el juego.
- b) Las respuestas a las preguntas son variables en función de la situación del jugador, lo que impide que los mismos se lleguen a aprender las respuestas de memoria y garantiza su adaptación a otros niveles educativos
- c) El juego cuenta con un movimiento por el tablero único y original al determinar no sólo el avance de casillas, sino la dirección de las mismas mediante un dado de dirección y la presencia de cruces con dobles y triples salidas.

4.1. Validación académica

Para poder validar el producto fabricado se procedió a realizar un proceso de investigación sobre los potenciales usuarios del mismo.

a) Población muestral

La investigación sobre los efectos académicos y lúdicos del juego se realizó sobre los alumnos de las asignaturas indicadas en el apartado 7 de esta memoria, a lo largo de los cursos académicos 2018-2019 y 2019-2020. Para el desarrollo de la actividad, se presentó a los alumnos el juego de mesa diseñado, se explicó su dinámica y se permitió que, de forma voluntaria, los alumnos decidieran si querían participar en las diferentes partidas que se organizaran, siempre fuera del horario académico.

De esta manera, la recogida de información se realizó sobre todos los individuos de la población sobre los que se dirige la experiencia educativa, no siendo necesario la realización de un muestreo representativo de la población.

b) Diseño experimental.

Se realizó un diseño experimental que permitiera comparar, de manera estadísticamente significativa, qué efectos tenía sobre el alumnado (tanto sobre su calificación académica como sobre su capacidad de integración de con-

ceptos propios de asignaturas de entorno STEM) la utilización del juego de mesa diseñado. Para ello, se realizó, sobre toda la población muestral, una prueba inicial de conocimiento, que permitió saber cuál era la situación de partida de la población antes de realizar la experiencia, además de una encuesta en la que se solicitó a los sujetos de la población su opinión sobre su propia capacidad de integrar conocimientos de asignaturas propias de un entorno STEM.

De forma voluntaria, los alumnos decidieron su participación o no en la actividad propuesta (experiencia de gamificación), siendo necesario, por tanto, determinar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo que decide participar en la experiencia y el que no; estas diferencias se refirieron al nivel académico alcanzado por el alumno durante su formación universitaria y a la intensidad de estudio del mismo.

Una vez terminada la docencia de las asignaturas, y en el periodo existente entre el fin de la docencia y la evaluación final, los sujetos pertenecientes al grupo experimental fueron convocados para participar en experiencias de gamificación a través del juego de mesa diseñado.

El diseño experimental concluyó con la recogida de una encuesta de satisfacción para los alumnos que participaron en la experiencia de gamificación, y, para toda la población muestral, con la realización de un trabajo final consistente en un proyecto a pequeña escala de diseño industrial y la realización del examen final de la asignatura

En la Figura 2 se muestran imágenes del proceso de investigación en el que se observa a los alumnos utilizando el Juego de Mesa fabricado.



Figura 2. Alumnos utilizando el juego diseñado durante el proceso de validación del mismo.

De esta manera, el plan experimental cuenta con las siguientes variables de estudio:

- **Variable Titulación.** Variable cualitativa de tipo dicotómico. Por su naturaleza intrínseca el instrumento de medida de esta variable contó con total validez (mide lo que realmente se quiere medir) y fiabilidad (precisión de medida, puesto que esta información forma parte del expediente administrativo del alumno). Esta variable funcionó como variable independiente.
- **Variable Galilei.** Variable cualitativa de tipo dicotómico en el que se identificó con 0 al alumno que pertenece al grupo control (esto es, que no participa en la experiencia STEM gamificada) y con 1 al alumno del grupo experimental (el que sí participa en la experiencia STEM gamificada). Al igual que sucedía con la variable anterior, se garantizó la validez y fiabilidad del instrumento de medida utilizado. Esta variable funcionó como variable independiente.
- **Variable PruebaNivel.** Se trata de la nota que obtienen los alumnos en una prueba de conocimientos en matemáticas, ciencias y tecnología realizada a principio de la experiencia, cuyo objetivo es medir si existen o no diferencias académicas iniciales tanto entre el grupo control y el grupo experimental como entre los alumnos de las diferentes titulaciones. Para garantizar la validez del instrumento de medida que mide esta variable, se sometió la prueba a un juicio de expertos formado por 10 profesores de áreas afines, confirmando, el 100 % del grupo de expertos, la validez del mismo. Esta variable funcionó como variable dependiente.
- **Variable STEMprevio.** Variable que midió el grado de apreciación inicial que tiene el alumno sobre su capacidad para integrar conocimientos propios de matemáticas, ciencias y tecnología cursados en anualidades previas de su formación. La validez y fiabilidad se determinó análogamente a la del instrumento de medida de la variable PruebaNivel, confirmando, el 100 % del grupo de expertos. Es una variable de tipo cuantitativo con rango de 1 a 5 y que funcionó como variable dependiente.
- **Variable STEMpost.** Variable que midió el grado de apreciación final que tiene el alumno sobre su capacidad para integrar conocimientos propios de matemáticas, ciencias y tecnología una vez realizada la investigación. La validez y fiabilidad se determinó análogamente a la del instrumento de medida de la variable PruebaNivel, confirmando, el 100 % del grupo de expertos, Es una variable de tipo cuantitativo con rango de 1 a 5 y que funcionó como variable dependiente.
- **Variable MediaOtrasAsig.** Variable que midió el rendimiento académico que tiene el alumno, identificando las calificaciones alcanzadas en el resto de asignaturas de la titulación hasta la fecha la experiencia, el valor de esta variable se definió en base a la media de las calificaciones obtenidas. Por la propia definición de esta variable, el instrumento de medida careció de problemas de identificación de validez y fiabilidad. Esta variable funcionó como variable control.

- **Variable NotaFinal.** Variable que determinó la calificación final que obtiene el alumno en la asignatura. Se obtuvo tras haber sometido al grupo experimental al proceso de gamificación. Por la propia definición de esta variable, el instrumento de medida careció de problemas de identificación de validez y fiabilidad. Se trató de una variable dependiente cuantitativa con rango de 0 a 10.
- **Variable TrabajoStem.** Variable que midió la calificación obtenida por el alumnado en un trabajo final consistente en un proyecto a pequeña escala de diseño industrial; en el mismo, el alumno puso en práctica la integración de conocimientos relacionados con las asignaturas de un entorno STEM. Se trató de una variable dependiente cuantitativa (rango 0-10) que no tuvo problemas de validez y fiabilidad.

Los datos recogidos fueron sometidos a un análisis cuantitativo mediante el software IBM SPSS Statistics, realizando las las siguientes pruebas estadísticas:

- Determinación de los descriptivos más importantes para poder valorar la variable considerada: media, media al 95 % de confianza con una significación del 5 %, media recortada al 5 %, mediana, varianza y desviación estándar.
- Prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov con correcciones de Liliefors y la prueba de Shapiro Wilk para aquellas variables cuantitativas con número de sujetos muestrales superior a 30. La aceptación de la hipótesis nula de esta prueba, con una significación de 0,05, permitió la realización de pruebas estadísticas paramétricas sobre la variable considerada.
- Prueba t de Student para muestras independientes. Prueba que determinó la semejanza o no, desde un punto de vista estadístico, de los dos grupos considerados en las variables Titulación y Galilei.
- Prueba U de Mann-Whitney para dos muestras independientes. Contraste basado en la diferencia de medianas que se empleó para el caso de variables cuya distribución no fuera normal. Al igual que para la prueba t de Student, se verificaron las mismas condiciones estadísticas de significación y de rechazo, asumiendo el valor de 0.05 para las mismas.

Los resultados académicos obtenidos fueron presentados, aceptados y validados en el Congreso Internacional CIFCOM 2019, proponiendo, además, a los autores, una publicación de carácter científico de la experiencia realizada.

Como resumen de los resultados obtenidos, con un nivel de significancia del 95 %, indican que, tras verificar las condiciones de igualdad de partida entre los grupos estudiados, son aquellos alumnos pertenecientes al grupo experimental, esto es, los que utilizan el juego de mesa diseñado y fabricado, los que, por un lado, consiguen alcanzar mejores resultados académicos en la asignatura, y por otro, no sólo alcanzan una mayor capacidad para integrar conocimientos propias de la matemática, ciencia, tecnología e ingeniería (STEM), sino que la percepción que adquieren de su capacidad para realizar esta integración

también es mayor. Se concluye, por tanto, que la participación en dinámicas de gamificación mediante el juego de mesa diseñado (*Galilei*) ofrece mayores garantías de éxito académico, tanto para un aprendizaje convencional como para un aprendizaje basado en un entorno STEM.



Figura 3. Alumnos utilizando el juego diseñado durante el proceso de validación del mismo y partes del mismo.

4.2. Validación comercial

Con los buenos resultados académicos obtenidos, se presentó el producto a la OTRI de la Universidad de León. Tras su valoración, se procedió a su registro en la Propiedad Intelectual y en Diseño Industrial a nombre de la Universidad de León y se aprobó, a través de la FGULEM (Fundación General de la Universidad de León y de la Empresa) su participación en la Convocatoria

ULE-PoC (2018-2020) para inicial el desarrollo de un prototipo comercializable del recurso académico creado.

5. Conclusiones

Como resultado global de la experiencia se encuentra el diseño definitivo del producto presentado, así como su registro como Propiedad Intelectual y Diseño Industrial y el interés por el mismo de diferentes empresas del sector (AGR Priority y Zacatrus), siendo este el principal resultado comercial de la experiencia hasta la fecha.

Para encontrar resultados académicos, se realizaron pruebas estadísticas con un nivel de significancia del 95 %. Los resultados obtenidos de la experiencia, y que surgen tras someter a los alumnos de las asignaturas STEM a un diseño experimental pretest-postest. La diferenciación entre el grupo control y el grupo experimental fue la utilización o no de un juego de mesa como elemento de gamificación, con la peculiaridad de que este juego, denominado Galilei, fue diseñado, no solamente para el refuerzo de conocimientos académicos, sino también para favorecer la capacidad de integración de conocimientos propios de asignaturas STEM. Los resultados obtenidos indican que, tras verificar las condiciones de igualdad de partida entre los dos grupos estudiados, son aquellos alumnos pertenecientes al grupo experimental los que, por un lado, consiguen alcanzar mejores resultados académicos en la asignatura, y por otro, no sólo alcanzan una mayor capacidad para integrar conocimientos propios de la matemática, ciencia, tecnología e ingeniería (STEM), sino que la percepción que adquieren de su capacidad para realizar esta integración también es mayor. Se concluye, por tanto, que la participación en dinámicas de gamificación mediante el juego de mesa diseñado (Galilei) ofrece mayores garantías de éxito académico, tanto para un aprendizaje convencional como para un aprendizaje basado en un entorno STEM.

6. Proyección de la experiencia a otros ámbitos académicos

La experiencia innovadora surge ante la carencia, y demanda por parte del alumnado de ciencias, ingeniería y tecnología (asignaturas STEM) de juegos específicos para su entorno de aprendizaje. Aunque son muchos los juegos de mesa basados en formato pregunta/repuesta, prácticamente no existe, hasta la fecha, ninguno que responda al dominio propio de las asignaturas STEM, y que, a su vez, permita la integración de conocimientos propios de estas asignaturas, aspecto fundamental a la hora de valorar la capacidad laboral del alumnado de estas asignaturas. De esta manera, el recurso académico presentado cubre, no sólo un vacío académico existente en nuestro entorno docente, sino un nicho de mercado de gran potencialidad.

Como se ha indicado a lo largo de este capítulo, una de las novedades que presenta el juego es que la respuesta a las diferentes situaciones tecnológicas o científicas planteadas durante la utilización del mismo es abierta, esto es, será diferente para cada jugador (la respuesta que permite al jugador avanzar a lo largo del tablero no es siempre la misma, sino que será diferente en función de la situación del jugador en ese momento y en esa partida). Esta versatilidad hace que el juego diseñado pueda ser utilizado, a partir de un nivel de Bachillerato, por cualquier alumno (y profesional) de ciencias, ingeniería y tecnología, independientemente de su titulación académica.

La potencialidad de aplicación académica (y por tanto de mercado) que otorga al juego diseñado convierte al mismo en un material generalizable a cualquier ámbito docente relacionado con las asignaturas STEM.

7. Bibliografía

- Aarseth, E., Bean, A. M., Boonen, H., Colder Carras, M., Coulson, M., Das, D. & Ferguson, C. J. (2017). Scholars' open debate paper on the World Health Organization ICD-11 Gaming Disorder proposal. *Journal of Behavioral Addictions*, 6(3), 267-270.

- Adukaite, A., van Zyl, I., Er, Ş., & Cantoni, L. (2017). Teacher perceptions on the use of digital gamified learning in tourism education: The case of South African secondary schools. *Computers & Education*, 111, 172-190.

- Aladé, F., Lauricella, A. R., Beaudoin-Ryan, L., & Wartella, E. (2016). Measuring with Murray: Touchscreen technology and preschoolers' STEM learning. *Computers in Human Behavior*, 62, 433-441.

- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 12.

- Berbegal-Mirabent, J. (2018). The influence of regulatory frameworks on research and knowledge transfer outputs: An efficiency analysis of Spanish public universities. *Journal of Engineering and Technology Management*, 47, 68-80.

- Bíró, G. I. (2014). Didactics 2.0: A pedagogical analysis of gamification theory from a comparative perspective with a special view to the components of learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 141, 148-151.

- Brien, R. (1990). *Science cognitive et formation* (Sainte-Foy: Presses de l'Université du Québec, Ed.). Presses de l'Université du Québec.

- Buiza-Aguado, C., García-Calero, A., Alonso-Cánovas, A., Ortiz-Soto, P., Guerrero-Díaz, M., González-Molinier, M., & Hernández-Medrano, I. (2017).

Los videojuegos: una afición con implicaciones neuropsiquiátricas. *Psicología Educativa*, 23(2), 129-136.

- Calvo, L. F., Herrero, R., García-Pérez, A. I., & Paniagua, S. (2018). Gamification as a way to reduce the operating method at engineering classes. En ISSN: 2186-5892 (Ed.), *Asian Conference on Education 2018 (ACE2018)* (pp. 61-71). Tokyo (japan): (ACE2018), Asian Conference on Education 2018.

- Cassidy, T. (2000). Social background, achievement motivation, optimism and health: a longitudinal study. *Counselling Psychology Quarterly*, 13(4), 399-412.

- Chalaris, M., Chalaris, I., Skourlas, C., & Tsolakidis, A. (2013). Extraction of rules based on students' questionnaires. *procedia-social and Behavioral Sciences*, 73, 510-517.

- Chang, C.-C., Liang, C., Chou, P.-N., & Lin, G.-Y. (2017). Is game-based learning better in flow experience and various types of cognitive load than non-game-based learning? Perspective from multimedia and media richness. *Computers in Human Behavior*, 71, 218-227.

- Choi, J., Lee, J.-H., & Kim, B. (2019). How does learner-centered education affect teacher self-efficacy? The case of project-based learning in Korea. *Teaching and Teacher Education*, 85, 45-57.

- Dahlberg, G., Moss, P., & Pence, A. (2013). *Beyond quality in early childhood education and care: Languages of evaluation*. Routledge.

- de Paula Arruda Filho, N. (2017). The agenda 2030 for responsible management education: An applied methodology. *The International Journal of Management Education*, 15(2), 183-191.

- de Sandoval, J. S., & de Cudmani, L. C. (1992). Los laboratorios de Física de ciclos básicos universitarios instrumentados como procesos colectivos de investigación dirigida. *Revista de Enseñanza de la Física*, 5(2), 10-17.

- Dreessen, K., & Schepers, S. (2019). Foregrounding backstage activities for engaging children in a FabLab for STEM education. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 20, 35-42.

- Fernández-Villa, T., Ojeda, J. A., Gómez, A. A., Carral, J. M. C., Delgado-Rodríguez, M., García-Martín, M. & Moncada, R. O. (2015). Uso problemático de internet en estudiantes universitarios: factores asociados y diferencias de género. *Adicciones*, 27(4), 265-275.

- Gabel, D. L. (1993). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning Project*. ERIC.

- Galvis, A. (2004). Oportunidades educativas de las TIC. Colombia Aprende. Recuperado de http://www.colombiaprende.edu.co/html/investigadores/1609/articles-73523_archivo.pdf.

- García, M. L. S. (2007). Nuevas tecnologías, nuevos medios y didáctica buscan convergencias formativas. *Bordón. Revista de pedagogía*, 59(2), 451-474.
- Groos, K. (1908). *The play of man*. D. Appleton.
- Gutiérrez, D. C., & Villegas, E. G. (2015). The importance of teaching methodology in higher education: A critical look. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 377-382.
- Hamari, J., & Koivisto, J. (2013). Social Motivations To Use Gamification: An Empirical Study Of Gamifying Exercise. *ECIS*, 105.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Hooper, S., & Rieber, L. P. (1995). Teaching with technology. *Teaching: Theory into practice*, 2013, 154-170.
- Kanoksilapatham, B. (2016). Language, Literacy, and Learning in STEM Education.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education* (J. W. & Sons, Ed.). John Wiley & Sons.
- Kayımbaşıoğlu, D., Oktekin, B., & Hacı, H. (2016). Integration of gamification technology in education. *Procedia Computer Science*, 102, 668-676.
- Marmeleira, J., & Duarte Santos, G. (2019). Do Not Neglect the Body and Action: The Emergence of Embodiment Approaches to Understanding Human Development. *Perceptual and motor skills*, 126(3), 410-445.
- Paniagua, S., & Calvo, L. F. (2019). Problems Without Data: An Emerging Methodology to Change The Way of Teaching Engineering Problems. *International journal of engineering education*, 35(4), 1238-1249.
- Paniagua, S., Herrero, R., García-Pérez, A. I., & Calvo, L. F. (2019). Study of Binqi. An application for smartphones based on the problems without data methodology to reduce stress levels and improve academic performance of chemical engineering students. *Education for Chemical Engineers*, 27, 61-70.
- Park, N. (2004). The role of subjective well-being in positive youth development. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 591(1), 25-39.
- Pastor, R., Hernández, R., Ros, S., Robles-Gómez, A., Caminero, A., Castro, M., & Hernández, R. (2011). A video-message evaluation tool integra-

ted in the UNED e-learning platform. 2011 Frontiers in Education Conference (FIE), F3C-1. IEEE.

- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43.

- Pimthong, P., & Williams, J. (2018). Preservice teachers' understanding of STEM education. *Kasetsart Journal of Social Sciences*.

- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93(3), 223-231.

- Pucher, R., & Lehner, M. (2011). Project based learning in computer science—a review of more than 500 projects. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 29, 1561-1566.

- Rapp, A., Hopfgartner, F., Hamari, J., Linehan, C., & Cena, F. (2018). Strengthening gamification studies: Current trends and future opportunities of gamification research.

- Rodrigues, L. F., Oliveira, A., & Rodrigues, H. (2019). Main gamification concepts: A systematic mapping study. *Heliyon*, 5(7), e01993.

- Rosenlund, L. (2018). The persistence of inequalities in an era of rapid social change. Comparisons in time of social spaces in Norway. *Poetics*.

- Roth, S. (2019). Heal the world. A solution-focused systems therapy approach to environmental problems. *Journal of cleaner production*, 216, 504-510.

- Sanz, R., Peris, J. A., & Escámez, J. (2017). Higher education in the fight against poverty from the capabilities approach: The case of Spain. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2(2), 53-66.

- Smith, R. C., & Iversen, O. S. (2018). Participatory design for sustainable social change. *Design Studies*, 59, 9-36.

- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2018). Dancing robots: integrating art, music, and robotics in Singapore's early childhood centers. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(2), 325-346.

- Tapia, F. J. B., & Martinez-Galarraga, J. (2018). Inequality and education in pre-industrial economies: Evidence from Spain. *Explorations in Economic History*, 69, 81-101.

- Thomas, B., & Watters, J. J. (2015). Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches to STEM education. *International Journal of Educational Development*, 45, 42-53.

- Thuneberg, H. M., Salmi, H. S., & Bogner, F. X. (2018). How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM

hands-on inquiry-based math module. *Thinking Skills and Creativity*, 29, 153-160.

- Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). STEM Education in Southwestern Pennsylvania the missing components. Recuperado de <https://www.cmu.edu/gelfand/documents/stem-survey-report-cmu-iu1.pdf>.

- Van Roy, R., & Zaman, B. (2018). Need-supporting gamification in education: An assessment of motivational effects over time. *Computers & Education*, 127, 283-297.

- Vo, H. M., Zhu, C., & Diep, N. A. (2017). The effect of blended learning on student performance at course-level in higher education: A meta-analysis. *Studies in Educational Evaluation*, 53, 17-28.

- Wijnia, L., Kunst, E. M., van Woerkom, M., & Poell, R. F. (2016). Team learning and its association with the implementation of competence-based education. *Teaching and Teacher Education*, 56, 115-126.

- Xi, N., & Hamari, J. (2019). Does gamification satisfy needs? A study on the relationship between gamification features and intrinsic need satisfaction. *International Journal of Information Management*, 46, 210-221.

- Xu, Y. J. (2008). Faculty turnover: Discipline-specific attention is warranted. *Research in Higher Education*, 49(1), 40-61.

- Yanez, G. A., Thumlert, K., de Castell, S., & Jenson, J. (2019). Pathways to sustainable futures: A “production pedagogy” model for STEM education. *Futures*, 108, 27-36.

- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game.*