

## **Gamificación en educación médica: cómo hacerlo, para aumentar virtudes y disminuir inconvenientes**

Samuel X. Pimienta

Universidad de La Sabana

### **Notas del autor**

Samuel X. Pimienta, estudiante de la Maestría en Informática Educativa, Universidad de La Sabana.

### **Resumen**

Gamificación no es un término usado con frecuencia en educación médica, debido a la percepción clásica con la que se aborda los procesos pedagógicos en este campo, pero, el solo hecho de competir por obtener una calificación para completar los requisitos de una asignatura, inconscientemente agrega elementos de gamificación. Eso nos lleva a preguntarnos qué factores se toman en cuenta para gamificar una clase o asignatura, cómo hacerlo y sobre todo qué resultados esperar. Para ello se ha desarrollado una revisión sistemática de artículos que usen procesos de gamificación en educación médica, identificando así los elementos requeridos para gamificar una clase o currículum, cómo se integra dicho proceso en los estudiantes, y qué ventajas y desventajas surgen de estas estrategias pedagógicas. Se realiza el rastreo de artículos en tres bases de datos (Scopus, Pubmed y Scielo), publicados en inglés y español desde 2013 hasta octubre de 2020. De los 89 códigos encontrados en los 40 artículos revisados, se definen 3 categorías de análisis: planificación del proceso de gamificación, arquitectura persuasiva de gamificación (implementación) y efectos derivados del proceso de gamificación en educación médica. En

todos los artículos se observan ventajas de la implementación que se agrupan en el desarrollo de las competencias individuales intrínsecas de los estudiantes, los logros pedagógicos obtenidos y las habilidades conseguidas gracias al trabajo en equipo. También se reportan desventajas representadas en la necesidad amplia de recursos, el uso inadecuado de la gamificación y las dificultades para investigar los efectos de la implementación de la gamificación. Los resultados mencionados dependen de la planificación, del diseño o desarrollo de la estrategia pedagógica a usarse, elementos como la instrucción, asignatura, modalidad, forma de trabajo, objetivo pedagógico a desarrollarse y tecnología a usarse, todo ello determina el número y calidad de las ventajas que se obtengan de la intervención pedagógica.

Palabras clave: Educación médica, gamificación.

### **Gamificación en educación médica: cómo hacerlo, para aumentar virtudes y disminuir inconvenientes**

Cada vez es más evidente la brecha entre la enseñanza clásica en medicina y las necesidades de un sistema académico con desafíos en cuanto a la preparación de médicos con enfoque profesional eficiente y futurista en el sistema de salud actual: aumento dramático del contenido científico, estudiantes nativos digitales, virtualización y digitalización de la educación médica superior, y sobre todo sin perder de vista el ejercicio con enfoque en el paciente y sus aspectos éticos y humanos (Singhal, Hough, & Cripps, 2019)(Rutledge et al., 2018)(«Documentos XXXIII Reunión del Consejo Directivo de la Organización Panamericana de la Salud XL Reunión del Comité Regional de la Organización Mundial de la Salud: Resolución XII. Informe sobre la conferencia mundial de educación médica», s. f.), dichos desafíos exigen a los diferentes sistemas y

organizaciones académicas repensar las estrategias pedagógicas usadas para conseguir resultados efectivos y evidentes en el estudiante de medicina o médico en formación.

Diferentes instituciones académicas incluyendo programas de pregrado y posgrado han identificado problemas tanto pedagógicos como operativos, que van desde necesidades individuales de los estudiantes que influyen en el desarrollo de sus competencias específicas, tales como: dificultades para el aprendizaje de medicina basada en la evidencia (Carvalho-Filho, Santos, Ozahata, & Cecilio-Fernandes, 2018)(Blevins, Kiscaden, & Bengtson, 2017), rendimiento bajo en exámenes específicos (Snyder & Hartig, 2013), dificultad en el aprendizaje de temas complejos (Prochazkova, Novotny, Hancarova, Prchalova, & Sedlacek, 2019), estudiantes que no participan en clase (Leilimosalanejad & Abdollahifard, 2018) o que simplemente no están motivados (Lamb, DiFiori, Jayaraman, Shames, & Feeney, 2017); se incluyen también necesidades operativas como tratar de disminuir los errores médicos (Zhang, Diemer, Lee, Jaffe, & Papanagnou, 2019), falta de reporte de eventos adversos (Backhouse & Malik, 2019)(Diemer, Jaffe, Papanagnou, Zhang, & Zavodnick, 2019); hasta necesidades de las instituciones académicas como la virtualidad forzada por la pandemia por COVID-19 (O'Connell, Tomaselli, & Stobart-Gallagher, 2020), escasez de software adecuado para la aplicación de evaluación formativa (Ismail et al., 2019) y la mínima adherencia al trabajo en equipo por parte de los estudiantes o trabajadores de la salud (Zhang et al., 2018).

A los problemas mencionados los autores de los artículos aplicaron estrategias pedagógicas de gamificación, todos los artículos presentaron resultados positivos de su implementación, pero existe variedad entre los requerimientos o planificación de los aspectos que se toman en cuenta antes del desarrollo y diseño de los procesos pedagógicos

gamificados, así como de los factores que se tienen que cumplir para que la gamificación funcione en los estudiantes el momento de la implementación (arquitectura persuasiva de gamificación), tales requerimientos o factores reportan una serie de resultados y efectos muy variados en los estudiantes. En este sentido, el objetivo de este estudio es brindar evidencia y respuesta a las preguntas: ¿qué aspectos se toman en cuenta en la planificación previa al diseño y desarrollo del proceso de gamificación?, ¿cómo se realiza la implementación de la gamificación en educación médica?, ¿qué ventajas y desventajas surgen como efectos derivados del proceso de gamificación en educación médica?

En los últimos años la tecnología digital ha traído una serie de innovaciones en todos los campos y el ámbito educativo no es la excepción, la mayoría de los artículos revisados mencionan que en el diseño, desarrollo e implementación de los procesos de gamificación se utilizaron diferentes tipos de tecnologías. Tal es el caso de prácticas pedagógicas que incluyen el uso de aplicaciones para teléfonos móviles como *Angry Birds* que se basa (y enseña) física Newtoniana (Chen et al., 2017), hasta aplicaciones web o móviles como *Kahoot!* usadas para la participación activa y evaluación formativa de estudiantes (Ismail et al., 2019). La tecnología digital juega un rol clave ya que su naturaleza de respuesta inmediata, alta capacidad de almacenamiento, comparación estratégica, posibilidad de conectividad social permite ejercer principios del conductismo como el refuerzo positivo para crear ciclos de aprendizaje que estimulen a los estudiantes a jugar un papel activo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, dichos principios son el esqueleto de la gamificación (Ismail et al., 2019)(Alsawaier, 2018).

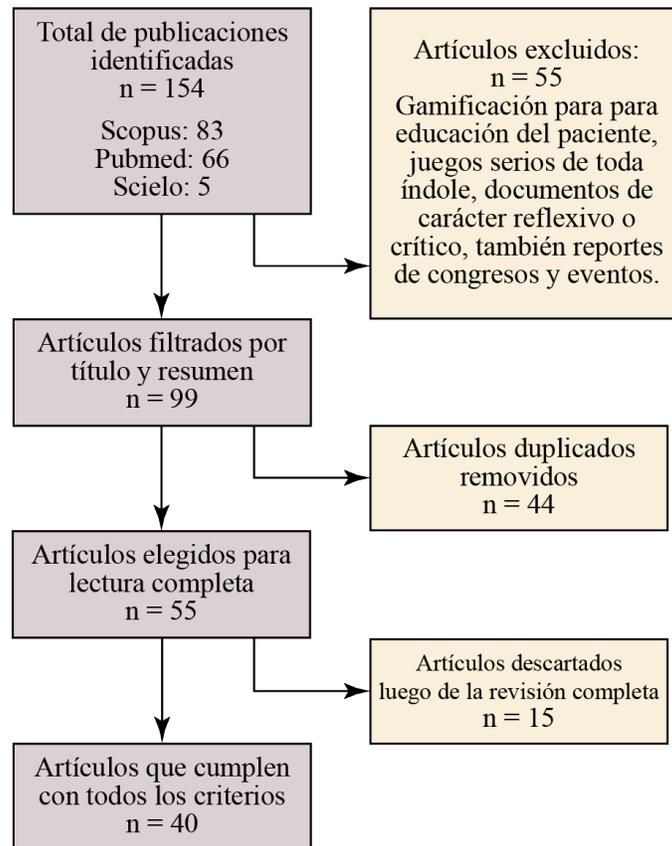
Gamificación es la integración de elementos, mecánicas, e infraestructuras propias del juego, en situaciones y escenarios que no están diseñados para ese fin (Pettit, McCoy,

Kinney, & Schwartz, 2015). El acto de integrar dichos elementos, genera una variedad en las experiencias y eso hace que aumente el grado de atención, participación y rendimiento académico de los estudiantes (Pettit et al., 2015).

## **Métodos**

### **Estrategia de búsqueda**

Se realizó una revisión bibliográfica de tres bases de datos: Scopus, Pubmed y Scielo, los criterios de inclusión fueron todos los artículos originales que resulten de la búsqueda de las palabras “medical education AND gamification” (educación médica y gamificación), los criterios de exclusión fueron artículos pertenecientes a profesionales o estudiantes de las áreas de enfermería, fisioterapia, farmacología y otros involucrados en el cuidado del paciente, también se excluyeron artículos que tengan que ver con gamificación para educación del paciente, juegos serios de toda índole, documentos con carácter reflexivo o crítico, así como reportes de congresos y eventos (Figura 1).



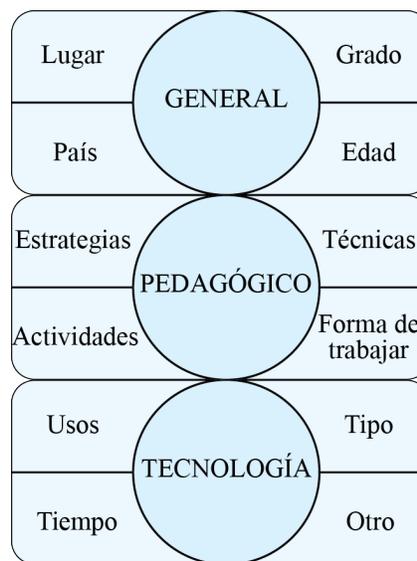
*Figura 1.* Proceso de selección de los artículos. Fuente: elaboración propia.

El período de tiempo para la búsqueda en inglés y español correspondió desde mayo de 2013 hasta octubre de 2020. Este período de tiempo se determinó ya que el inicio de publicación sobre este tema fue en 2013.

En Scopus luego de ingresar las palabras clave y haber realizado la búsqueda se obtuvieron 83 documentos y posteriormente al aplicar en primera instancia los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 35 documentos que fueron agregados a la base de datos creada en Mendeley. El mismo proceso se realizó en la base de datos Pubmed obteniendo 41 artículos, que fueron agregados a la base de datos en Mendeley, eliminando los duplicados se seleccionaron 55 artículos, de esos se extrajeron 15 que no cumplían con todos los criterios, resultando 40 artículos para el análisis completo.

### Proceso de recopilación de datos y categorización

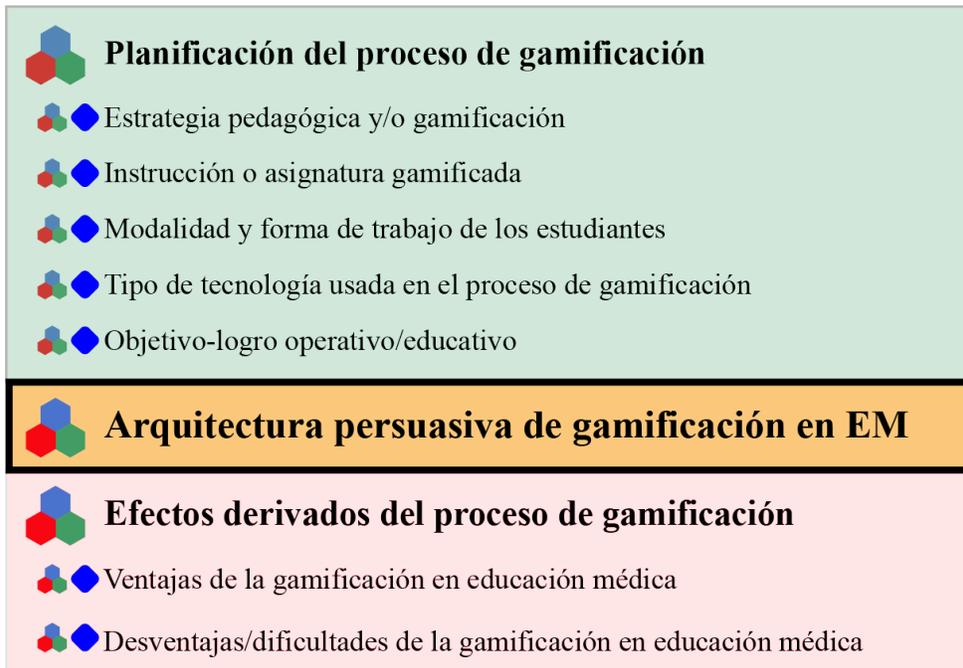
Se recopilaron los 40 artículos y fueron ingresados al software QDA Miner Lite (QDA). La determinación de categorías se realizó de dos maneras: categorías a priori y categorías emergentes. Las categorías a priori fueron estipuladas antes del análisis individual de los artículos, las mismas se crearon según revisiones de diferentes procesos de gamificación educativa durante talleres y sesiones académicas, así (Figura 2).



*Figura 2.* Categorías a priori. Fuente: elaboración propia.

Las categorías emergentes fueron elaboradas durante la revisión detallada de los 40 artículos, encontrando 890 códigos que giran alrededor de 6 categorías que reinciden a lo largo de los 40 artículos. Las 6 categorías son las siguientes: requerimientos previos al proceso de gamificación, elementos paralelos al proceso de gamificación, arquitectura persuasiva de gamificación en educación médica, consecuencias del proceso de gamificación, circunstancias previstas y no previstas del proceso de gamificación, país y

año del desarrollo. Para los objetivos de este estudio se han fusionado algunas categorías siendo tres las principales, sintetizándose de la siguiente manera (Figura 3).



*Figura 3.* Categorías y subcategorías emergentes en la revisión sistemática de la gamificación en educación médica. Fuente: elaboración propia.

## Resultados

### Características generales de los estudios

Los artículos seleccionados se publicaron entre mayo de 2013 (1/40), pero no es hasta 2018 (9/40) que vemos un ascenso importante, en 2016 no hubo publicaciones y en 2020 de enero a octubre solo hubo 5 artículos publicados. La mayor parte de ellos se publicaron en EEUU (22/40), luego Malasia, Inglaterra y Canadá con 3 cada uno, seguido por Rumanía e Irán con 2 y al final Suiza, República Checa, Hungría, Finlandia y Brasil con 1 artículo.

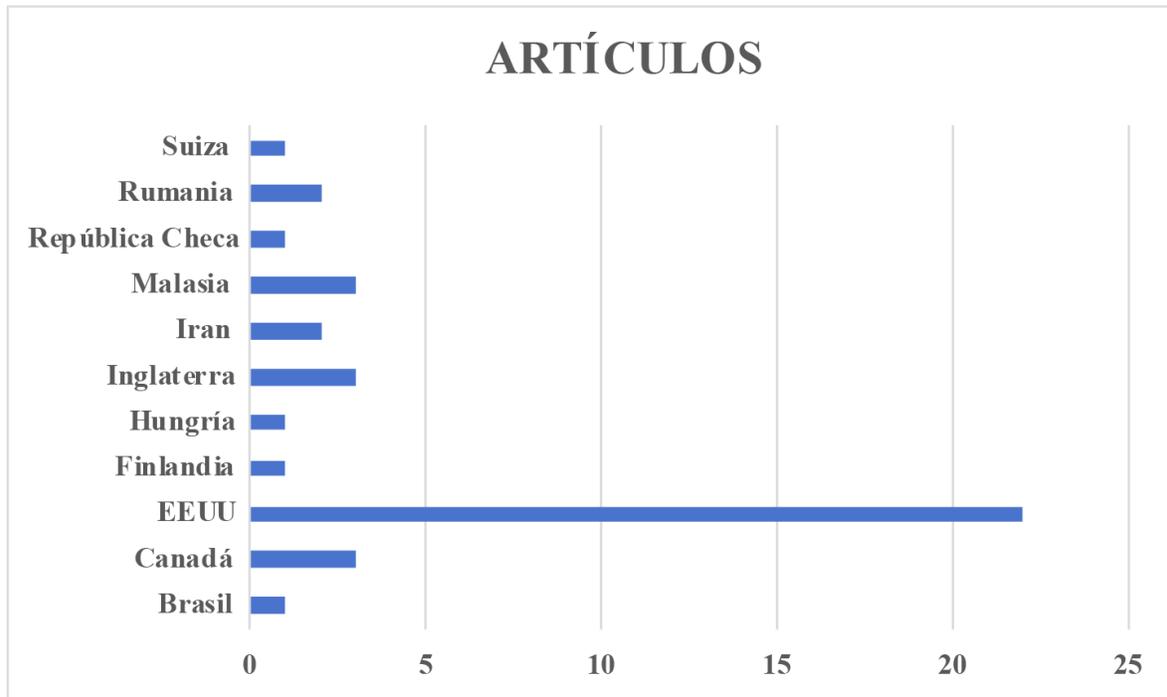


Figura 4. Distribución de los países según . Fuente: elaboración propia.

Es posible inferir que el uso de gamificación en educación médica está presente en varias universidades de países desarrollados, a diferencia de los países en vías de desarrollo o en Latinoamérica que no reportan gamificación en educación médica, a excepción de Brasil, lo que es un reflejo de la baja producción de investigación científica de este tema en esta región (Morán-Mariños, Montesinos-Segura, & Taype-Rondan, 2019).

La estructura de las categorías de los diferentes artículos muestra una línea temporal con respecto a la construcción del proceso de gamificación en educación médica. La planificación y el desarrollo del proceso de gamificación corresponde a la fase previa, es decir, al conjunto de elementos que se toma en cuenta antes de implementar el entorno educativo gamificado (Singhal et al., 2019)(Robinson, Turner, & Sweet, 2018)(Rutledge et al., 2018), dichos elementos son siete: instrucción, asignatura, modalidad, forma de trabajo, objetivos, tipo de tecnología, estrategia pedagógica. Una vez establecida la

planificación y el desarrollo deviene la implementación y aplicación del entorno o estrategia educativa gamificada, esta etapa se denomina la arquitectura persuasiva de gamificación (APG), que son una serie de acciones que se toman en cuenta para que el ejercicio pedagógico aplicado sobre el estudiante tenga un ciclo funcional dentro de su neurobiología del aprendizaje, y posee siete elementos: determinar objetivos, ofrecer desafíos, brindar retroalimentación, refuerzo (positivo o negativo), facilitar la comparación en el progreso entre el estudiante y sus compañeros, permitir la conectividad social y proveer un ambiente divertido de aprendizaje (Ismail et al., 2019). En la fase final tenemos los efectos derivados de la implementación del proceso de gamificación y se han agrupado en dos subcategorías: ventajas y desventajas de la implementación pedagógica gamificada. A continuación se profundiza en las tres fases de esta línea del tiempo, sus elementos, interacciones e impacto sobre la gamificación en educación médica.

### **Planificación del proceso de gamificación**

**Instrucción.** Los artículos revisados siempre empiezan determinando la población que fue intervenida por el proceso de gamificación, identificándose tres grupos de poblaciones, 16/40 (40%) artículos que implementan gamificación en estudiantes de pregrado (Backhouse & Malik, 2019)(Pettit et al., 2015)(Van Nuland, Roach, Wilson, & Belliveau, 2015)(M. H. Ohn et al., 2020); 16/40 (40%) artículos que implementan gamificación a estudiantes de posgrado (Snyder & Hartig, 2013)(Diemer et al., 2019)(McAuliffe et al., 2020)(Thomas, Burns, Keilman, & Enriquez, 2020); y 8/40 (20%) artículos que implementan gamificación a estudiantes de pregrado y posgrado a la vez (Carvalho-Filho et al., 2018)(Walsh, Harris, Denny, & Smith, 2018)(Mosalanjad, Abdollahifard, & Abdian, 2020)(Lin, Park, Liebert, & Lau, 2015). En relación a la

instrucción se observa que no hay predilección definitiva al gamificar acciones pedagógicas antes o después de obtener el título de médico, y es que el estudiante promedio objetivo de estos estudios oscila entre los 18 y 28 años, entrando en la categoría de la andragogía haciendo que todos ellos tengan una estructura similar de aprendizaje y disfrute del proceso de gamificación (Gentry et al., 2016).

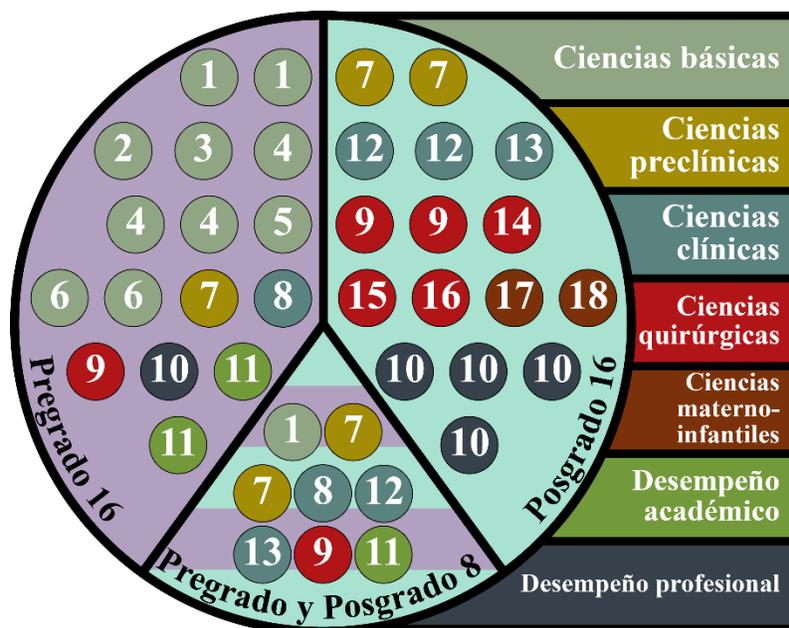
**Asignatura.** El segundo aspecto a tomarse en cuenta antes de pensar en gamificar un entorno educativo es determinar la asignatura a intervenir, hay que considerar los aspectos teóricos que requieren asignaturas de primeros semestres de pregrado y aspectos prácticos y procedimentales de asignaturas clínicas o incluso quirúrgicas (Ismail et al., 2019)(Salerno et al., 2018). En la tabla 1 se observa el detalle de la distribución de los artículos según la asignatura gamificada.

Tabla 1

*Distribución de los artículos de gamificación en educación médica según asignatura. Total 40 artículos. Fuente: elaboración propia.*

<b>Ciencias básicas (11)</b>	Ciencias básicas varios temas (3) (Ismail et al., 2019),(Walsh et al., 2018),(Mesko, Gyórfy, & Kollár, 2015)	<b>Ciencias clínicas (7)</b>	Medicina interna (2) (Snyder & Hartig, 2013),(Christa R. Nevin et al., 2014)
	Anatomía (3) (Stelian Nicola & Stoicu-Tivadar, 2018),(S Nicola, Virag, & Stoicu-Tivadar, 2017),(Van Nuland et al., 2015)		Emergencias (3) (Zhang et al., 2018),(Chang et al., 2015),(Salerno et al., 2018)
	Fisiología cardiovascular (2) (M. Ohn & Ohn, 2020),(M. H. Ohn et al., 2020)		Psiquiatría (2) (Mosalanejad et al., 2020),(Leilimosalanejad & Abdollahifard, 2018)
	Genética (1) (Prochazkova et al., 2019)	<b>Ciencias quirúrgicas (7)</b>	Cirugía general (4) (Kinio, Dufresne, Brandys, & Jetty, 2019),(Lamb et al.,

	Histología (1) (Felszeghy et al., 2019)		2017),(McAuliffe et al., 2020),(Lin et al., 2015)
	Microbiología (1) (Pettit et al., 2015)		
<b>Ciencias preclínicas (6)</b>	Imagenología (5) (Jambhekar, Pahls, & Deloney, 2020),(Winkel et al., 2020),(Chen et al., 2017),(Liteplo, Carmody, Fields, Liu, & Lewiss, 2018),(Liu et al., 2020)		Cirugía torácica (1) (Mokadam et al., 2015)
			Endoscopia (1) (Scaffidi et al., 2019)
			Otorrinolaringología (1) (Alexander et al., 2019)
		Medicina basada en la evidencia (1) (Carvalho-Filho et al., 2018)	<b>Ciencias materno-infantiles (2)</b>
		<b>Desempeño académico (2)</b>	Desempeño académico (2) (Zhang, Balakumar, Rodriguez, Sielicki, & Papanagnou, 2020),(Blevins et al., 2017)
		<b>Desempeño profesional (5)</b>	Desempeño profesional (5) (Zhang et al., 2019),(Tomaselli, Papanagnou, Karademos, Teixeira, & Zhang, 2018),(Backhouse & Malik, 2019),(Sundaram et al., 2019)



*Figura 5.* Cruce de categorías entre Instrucción y Asignatura, y el tipo de ciencia a la que pertenecen. 1. Ciencias básicas varios temas, 2. Genética, 3. Microbiología, 4. Anatomía, 5. Histología, 6. Fisiología cardiovascular, 7. Imagenología, 8. Psiquiatría, 9. Cirugía general, 10. Desempeño profesional, 11. Desempeño académico, 12. Emergencias, 13. Medicina interna, 14. Otorrinolaringología, 15. Endoscopia, 16. Cirugía torácica, 17. Ginecología y obstetricia, 18. Emergencias en pediatría. Fuente: elaboración propia.

Entre la forma de instrucción y la asignatura es posible identificar que las ciencias básicas (genética, microbiología, anatomía) han sido objeto de gamificación más comúnmente en pregrado (10/16), a diferencia de lo que ocurre en posgrado que predomina la gamificación de ciencias quirúrgicas (4/16) y el desempeño profesional (4/16).

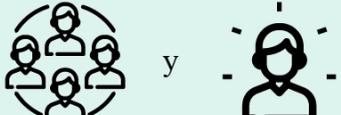
**Modalidad y forma de trabajo de los estudiantes.** La tríada inicial de aspectos a considerarse antes de gamificar un entorno educativo se completa con la modalidad y forma de trabajo (Pasarica & Kay, 2020), en este caso la modalidad se refiere al tipo de escenario en el cual se desarrollará el proceso de enseñanza-aprendizaje y puede ser: presencial (si toda la interacción del proceso se da en instalaciones físicas educativas u operativas), virtual (si las interacciones son de manera remota y a través de tecnología digital) o blended (mixta – si las interacciones se dan en contextos que incorporan las dos antes mencionadas). En las figuras 6 y 7 se detalla la distribución según modalidad y forma de trabajo en los 40 artículos.

Presencial	22 (55%)
Virtual	14 (35%)
Blended	6 (15%)

*Figura 6.* Distribución de los artículos de gamificación en educación médica según modalidad – Total 40 artículos. Fuente: elaboración propia.

Los procesos de gamificación no son exclusivos de aplicaciones o plataformas digitales, como se acaba de mencionar la gamificación en modalidad presencial es el formato más usado, sobre todo por el uso de salas de escape, juegos de cartas o eventos gamificados.

Además, se detalla la forma de trabajo que el proceso de gamificación determina para los estudiantes, es decir si las actividades son de corte individual-competitivo entre todos los estudiantes, si las actividades son de corte cooperativo/colaborativo o si las actividades incluyen las dos formas de trabajo antes descritas.

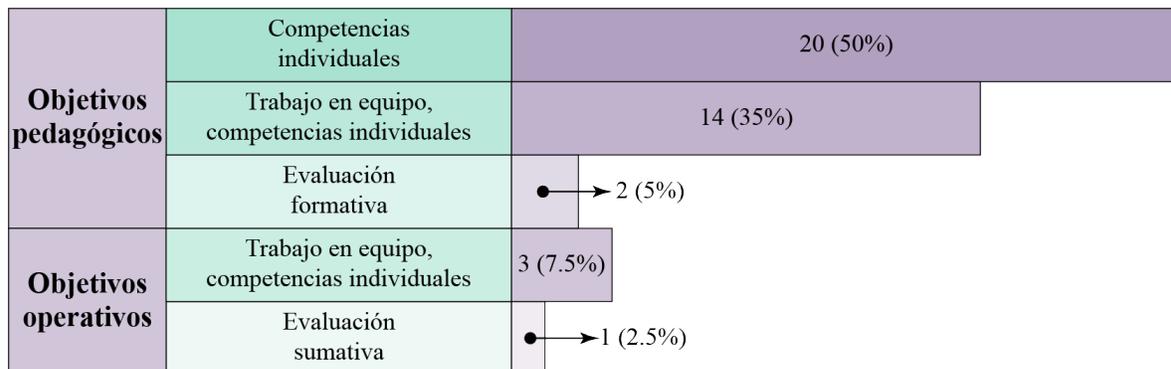
 Individual-Competitivo	17 (42.5%)
 Cooperativo/Colaborativo	17 (42.5%)
 y	6 (15%)

*Figura 7.* Distribución de los artículos de gamificación en educación médica según forma de trabajo de los estudiantes. Total 40 artículos. Fuente: elaboración propia.

Es necesario recordar los siete elementos de la arquitectura persuasiva de gamificación indicados al inicio de este documento: determinar objetivos, ofrecer desafíos, brindar retroalimentación, refuerzo (positivo o negativo), facilitar la comparación en el progreso entre el estudiante y sus compañeros, permitir la conectividad social y proveer un ambiente divertido de aprendizaje. Especialmente los tres últimos (comparación, conectividad social y diversión) son muy factibles lograrlos en un entorno presencial (más que en uno virtual), tal como se identifica en estrategias pedagógicas como salas de escape (Zhang et al., 2018)(Jambhekar et al., 2020), juego de cartas (Chang et al., 2015), eventos gamificados (Thomas et al., 2020)(Liteplo et al., 2018), donde la interacción física-social y el uso del lenguaje verbal entre participantes detonan componentes diversos en la neurocognición del estudiante que favorecen el aprendizaje significativo. Todo ello es particularmente difícil conseguirlo con software digital o entornos completamente virtuales donde el desarrollo de conectividad social (sistema de mensajería instantánea, canales de comunicación de audio/video bidireccionales), comparación entre participantes (tablas de posiciones, insignias, logros, etc.) y la diversión (estrategias multimedia, lúdicas, gráficas) es particularmente complejo y costoso, logrando parcialmente el desenvolvimiento de los siete elementos de la arquitectura persuasiva de gamificación.

Con respecto al cuarto elemento de la planificación que es el **objetivo-logro operativo o educativo (pedagógico)**, algunas instituciones educativas u operativas como hospitales han usado la gamificación para objetivos puramente pedagógicos como mejorar el rendimiento en algún examen específico, o aumentar las habilidades cognitivas de

aprendizaje dentro de un currículum específico, pero, otras instituciones operativas usan la gamificación para establecer objetivos operativos, es decir para mejorar el aprovechamiento de recursos hospitalarios, o el cuidado del paciente, o para alcanzar un mejor rendimiento costo-efectivo. Este cuarto elemento se ha separado en objetivos pedagógicos y objetivos operativos (Figura 8).



*Figura 8.* Distribución de los artículos según competencia a desarrollarse en los estudiantes, como objetivos a lograrse a través del proceso de gamificación. Fuente: elaboración propia.

**Objetivos pedagógicos.** Luego de completar la tríada (instrucción, asignatura y modalidad-forma de trabajo), se observó que los estudios determinan el objetivo que desean cumplir gracias a dicha intervención pedagógica gamificada, esto es en función de las habilidades-competencias de el/los estudiantes a través del proceso de gamificación. Hay variedad en los objetivos pedagógicos individuales logrados que van desde mejorar los principios de aprendizaje con una herramienta de evaluación sumativa (Snyder & Hartig, 2013), adquirir conocimiento general y habilidades en un tema específico con la resolución de problemas (Prochazkova et al., 2019), hasta mejorar las habilidades psicomotrices en endoscopia en médicos residentes (Scaffidi et al., 2019), o mejorar el rendimiento para un examen específico (Lamb et al., 2017). También se encuentran los objetivos pedagógicos

para mejorar el trabajo en equipo, es el caso de aumentar la eficacia del aprendizaje a través del trabajo multidisciplinario (McAuliffe et al., 2020), o mejorar el intercambio de información académica y networking (Sundaram et al., 2019).

**Objetivos operativos.** Creados para el entorno de trabajo en instituciones operativas de salud y mejorar actividades del personal de la salud en beneficio de la relación costo-eficacia o de la seguridad del paciente, así tenemos artículos que se enfocan en el entrenamiento del personal de la salud para un desastre a través de competición educativa asincrónica (Thomas et al., 2020), incorporar aprendizaje activo, gamificación y teoría del aprendizaje en adultos para el reporte de eventos adversos (Diemer et al., 2019) o evaluar si la gamificación es una herramienta pedagógica efectiva para enseñar el costo de la atención en el área de emergencias (Tomaselli et al., 2018).

La descripción de los objetivos pedagógicos y operativos precipita deducciones en cuanto a la predilección por el desarrollo y ejecución de habilidades individuales (20/40), aquello denota el afianzamiento de la competitividad entre pares en educación médica antes que el trabajo en equipo (14/40), y eso a pesar de la evidencia a favor de esta última para el buen desempeño profesional (Zhang et al., 2018). Se infiere que la principal razón del mayor planteamiento de artículos sobre el desarrollo de competencias individuales sea porque es más fácil desarrollar tecnologías y estrategias para trabajo individual, ya que en equipo son más complejas y costosas como lo mencionamos hace un momento, e incluso por esa razón vemos en varios de los artículos revisados el uso de estrategias pedagógicas gamificadas pero con actividades que no emplean tecnología digital para lograr competencias de trabajo en equipo.

**Tipo de tecnología usada en el proceso de gamificación.** Respecto al tipo de tecnología, la más utilizada son los insumos múltiples: análogos y digitales (combinación de materiales físicos y software digital) (19 artículos), las aplicaciones web (10 artículos), plataforma en línea (9 artículos) y aplicación para realidad virtual/aumentada (2 artículos).

De los 19 artículos que describen el uso de insumos múltiples: análogos y digitales, 11 describen su uso en posgrado, 6 en pregrado y 2 en pregrado y posgrado, claramente hay un mayor uso en posgrado con asignaturas de naturaleza procedimental y con enfoque conductista.

Con respecto a la instrucción, los artículos que mencionan el uso de aplicaciones web en el proceso de gamificación, se distribuye de la siguiente manera: 4 son de uso exclusivo en pregrado, 5 de uso en pregrado y posgrado, solo 1 es de uso exclusivo en posgrado.

Los artículos que mencionan el uso de plataformas en línea en el proceso de gamificación se distribuyen de la siguiente manera: 4 de uso en pregrado, 4 en posgrado, 1 en pregrado y posgrado. En resumen, los tipos de tecnologías y la instrucción se representan de la siguiente manera (Figura 9):

Insumos múltiples: análogos y digitales (19)	Posgrado (11)			Pregrado (11)	Pre y pos (2)
Aplicaciones web (10)	Pregrado y posgrado (5)	Pregrado (4)	Posgrado (1)		
Plataforma en línea (9)	Pregrado (4)	Posgrado (4)	Pre y pos (1)		
Realidad virtual/aumentada (2)	Pre (2)				

*Figura 9.* Tipos de tecnologías usadas dentro del proceso de gamificación y su distribución en relación con la instrucción. Total 40 artículos. Fuente: elaboración propia.

Dilucidando el papel que tiene el tipo de tecnología usado para inducir la interacción de los siete elementos de la arquitectura persuasiva de gamificación, se observa que la tecnología digital expresada a través de aplicaciones web, plataformas en línea son usadas principalmente en asignaturas e instrucciones teóricas en pregrado y algunas en posgrado (sobre todo para preparar exámenes específicos) y se puede inferir que actualmente se crean interfaces de usuario y software que fomentan el trabajo individual, independiente y asincrónico para el aprendizaje de contenido teórico como lo hacen los materiales educativos digitales (aplicaciones web) y plataformas como Kahoot (plataforma en línea) y que se logra refuerzo, retroalimentación, competitividad básica, pero, en posgrado donde se requiere del desarrollo de habilidades cognitivas y psicomotrices que entran en un espectro amplio de tareas multidisciplinarias y con las vicisitudes que ello

engloba se requiere de tecnología no solo digital, sino también análoga que fomente el entrenamiento e interacción entre esos elementos multidisciplinarios (salas de escape, juegos de cartas, eventos gamificados, etc.) y la simulación de esos entornos caóticos propios de las instancias hospitalarias y de salud, esto es muy difícil lograr solo con tecnología digital (aunque se están haciendo avances importantes en realidad virtual y aumentada, pero que no se encontró evidencia para esta revisión).

**Estrategia pedagógica.** El último requisito previo a la implementación del proceso de gamificación es determinar el “tipo de juego” que se va a usar para el proceso educativo. Una vez cumplidos los otros requisitos previos los artículos propusieron estrategias que van desde salas de escape (Zhang et al., 2018), o eventos gamificados (Salerno et al., 2018), para fomentar el trabajo en equipo y de manera presencial, hasta materiales educativos digitales para el aprendizaje individual de un tema específico en genética médica (Prochazkova et al., 2019), radiología (Winkel et al., 2020) o psiquiatría (Mosalanejad et al., 2020) en modalidad virtual. La figura 10, describe la distribución de las estrategias pedagógicas usadas:



*Figura 10.* Estrategias pedagógicas usadas dentro del proceso de gamificación. Total 40 artículos. Fuente: elaboración propia.

Hasta aquí, se han descrito los requerimientos previos al desarrollo del proceso de gamificación, iniciando con la tríada inicial de la planificación (instrucción, asignatura y modalidad-forma de trabajo), siguiendo con los requerimientos para el desarrollo del proceso de gamificación: establecer los objetivos pedagógicos u operativos, el “tipo de juego” o estrategia pedagógica y los recursos tecnológicos análogos o digitales que se requieren para llevarlo a cabo. La recta final lleva a la implementación de la estrategia pedagógica gamificada ya desarrollada, implementación que toma en cuenta siete aspectos para obtener los mejores resultados, esto se denomina la “arquitectura persuasiva de gamificación” o APG (Cugelman, 2013).

### **Arquitectura persuasiva de gamificación (APG)**

La APG se presenta como una organización y estructura de la implementación del proceso de gamificación propiamente dicho, no todos los artículos detallan el proceso de construcción y los elementos usados para que se logre la experiencia de aprendizaje a través del proceso de gamificación, pero hay siete elementos que casi siempre se presentan de manera constante en cada artículo (Ismail et al., 2019)(Cugelman, 2013). Los **objetivos**, que se refiere a explicar a los participantes del porqué de las actividades y qué actividades deberían realizar para ganar, perder, subir o bajar su puntaje, tabla de posiciones o insignias (Singhal et al., 2019)(Robinson et al., 2018)(Rutledge et al., 2018)(Ismail et al., 2019). Los **desafíos**, es decir la forma de presentar el motivante al estudiante para que se decida a participar y se enganche al proceso (Singhal et al., 2019)(Robinson et al., 2018)(Rutledge et al., 2018)(Ismail et al., 2019). **Refuerzo**, hace referencia a la acción que se da el momento de completar una de las actividades o desafíos, puede ser un mensaje, ganancia de puntos, colores de aprobación, etc., es uno de los elementos más importantes ya que actúa directamente en el refuerzo positivo y las vías dopaminérgicas del placer, o en el caso contrario si se pierde la actividad se pierde puntos, y se usan colores de alerta (Singhal et al., 2019)(Robinson et al., 2018)(Kyriakoulis et al., 2016)(Ismail et al., 2019). **Competitividad**, es otro elemento esencial sobre todo cuando existe competitividad entre pares y se conecta con la tabla de puntuaciones para tener siempre la referencia de los lugares y los puntajes obtenidos (Singhal et al., 2019)(Robinson et al., 2018)(Rutledge et al., 2018), también se menciona la competitividad entre equipos que supera a la competitividad individual (Felszeghy et al., 2019). **Retroalimentación**, se define como la respuesta del tutor o docente en cuanto a las fallas o aciertos cometidos durante el proceso de aprendizaje por parte del estudiante, pero es uno de los elementos más difíciles de lograr por parte de los docentes (Zhang et al., 2018). **Conectividad social**, esencial para el

proceso de competitividad, en búsqueda de una identidad que permita la interacción y el aprendizaje efectivo. **Diversión y alegría**, aumenta el engagement (enganche) al interactuar entre pares y con el contenido a aprender (Ismail et al., 2019)(Felszeghy et al., 2019).

La APG consta de la construcción de la experiencia de gamificación en educación médica y así cumplir los diferentes siete componentes ya mencionados para aumentar las probabilidades de éxito y los mejores resultados pedagógicos u operativos de dicha intervención (Singhal et al., 2019)(Robinson et al., 2018)(Rutledge et al., 2018). Dicha construcción de la experiencia ingresa directamente a modificar aspectos esenciales de la neurobiología del aprendizaje, por ejemplo, la forma de presentar los objetivos y desafíos de la clase gamificada brinda al estudiante la **motivación** suficiente o insuficiente para movilizar su **atención** al objeto de aprendizaje, así como la retroalimentación, refuerzo, conectividad social y diversión ejercen su labor sobre el manejo del **estrés** del estudiante, lo motiva y genera la estructura base para un mejor manejo de la **frustración** (*Critical Thinking in Teaching & Learning: The Nonintuitive New Science of Effective Learning - Kindle edition by Fregni, Felipe.*).

### **Efectos derivados del proceso de gamificación**

Luego de la implementación los diferentes artículos reportan una serie de resultados derivados de la implementación del proceso de gamificación, se los ha organizado en dos subcategorías, presentadas como ventajas y desventajas de la gamificación en educación médica. Las ventajas tienen tres exponentes: desarrollo de las competencias individuales intrínsecas de los estudiantes, los logros pedagógicos logrados y habilidades obtenidas gracias al trabajo en equipo. Las desventajas a su vez: necesidad amplia de recursos, uso

inadecuado de la gamificación y las dificultades para investigar los efectos de la implementación de la gamificación.

### **Ventajas.**

***Competencias individuales intrínsecas de los estudiantes.*** La gamificación brinda un cambio importante en la percepción y los comportamientos de los estudiantes frente a los procesos pedagógicos, estos incluyen un aumento del interés (Felszeghy et al., 2019)(Liu et al., 2020)(Liteplo et al., 2018)(Winkel et al., 2020); mejora en el “engagement” (o enganche) (Prochazkova et al., 2019)(Chen et al., 2017)(S Nicola et al., 2017)(McAuliffe et al., 2020)(Mokadam et al., 2015)(Christa R. Nevin et al., 2014); y la motivación necesaria para aprender (Leilimosalanejad & Abdollahifard, 2018)(Felszeghy et al., 2019)(McAuliffe et al., 2020)(Salerno et al., 2018); estos tres factores mencionados funcionan como el motor para que el estudiante se sienta atraído por la intervención académica. Pero, además varios artículos mencionan que existen mejoras en las habilidades diagnósticas (Winkel et al., 2020)(Chen et al., 2017)(Lin et al., 2015) y comprueban el traslado de dichas habilidades a la práctica clínica (Salerno et al., 2018)(Zhang et al., 2019)(Diemer et al., 2019)(Scaffidi et al., 2019)(Winkel et al., 2020); haciendo que los estudiantes tengan preferencia por la gamificación en lugar de las intervenciones pedagógicas tradicionales (O’Connell et al., 2020)(Liu et al., 2020)(Jambhekar et al., 2020).

***Logros pedagógicos.*** Un aspecto importante de la pedagogía es preguntarse si las intervenciones que se realizan surten efecto en el aprendizaje efectivo de los estudiantes, y la gamificación logra este objetivo no solo de manera cualitativa sino cuantitativa (Leilimosalanejad & Abdollahifard, 2018)(Chen et al., 2017)(M. Ohn & Ohn, 2020)(Scaffidi et al., 2019)(Lin et al., 2015); también del aprendizaje autónomo asincrónico

(Lamb et al., 2017)(Van Nuland et al., 2015)(Sundaram et al., 2019)(Christa R. Nevin et al., 2014); es decir que los estudiantes logran aprender por su cuenta y a su ritmo, teniendo incremento del rendimiento en exámenes específicos (Lamb et al., 2017)(Van Nuland et al., 2015)(Alexander et al., 2019)(Sundaram et al., 2019); y aumento del tiempo de retención del contenido teórico (Pettit et al., 2015)(Kinio et al., 2019)(Van Nuland et al., 2015)(C R Nevin et al., 2014). Otros aspectos que mencionan en los artículos son los logros del docente o tutor, aportando una retroalimentación efectiva (Ismail et al., 2019)(Felszeghy et al., 2019)(Jambhekar et al., 2020)(Thomas et al., 2020); y guía didáctica eficaz (Leilimosalanejad & Abdollahifard, 2018)(Ismail et al., 2019)(Jambhekar et al., 2020).

***Habilidades del trabajo en equipo.*** Son numerosas las competencias pedagógicas que se desarrollan gracias al trabajo en equipo, las mismas se desarrollan durante la gamificación: constancia, comunicación efectiva, delegación de tareas, liderazgo, confianza, cortesía, turnarse en poliactvidades, compartir información entre pares, colaboración entre pares, evaluación eficiente en equipo (Zhang et al., 2019)(Felszeghy et al., 2019)(Zhang et al., 2020)(McAuliffe et al., 2020)(Chang et al., 2015).

***Desventajas.*** La gamificación en educación médica es una estrategia pedagógica, que al igual que muchas otras, presenta dificultades o desventajas al momento de planear, diseñar e implementar. Dichas dificultades se han englobado en la necesidad amplia de recursos, el uso inadecuado de la gamificación, y las dificultades en la investigación.

***Necesidad amplia de recursos.*** El hecho de gamificar una serie de actividades didácticas de un equipo multidisciplinario, recursos económicos y tiempo para poder realizar una buena planeación y diseño de dicha estrategia pedagógica (Zhang et al.,

2018)(Kinio et al., 2019)(Scaffidi et al., 2019); en la medida que se disponga o no de dichos recursos aparecen complicaciones en el diseño instruccional (simulación inadecuada) (Diemer et al., 2019)(Kinio et al., 2019)(Liu et al., 2020)(Mokadam et al., 2015); como también en el desarrollo del software educativo (Chen et al., 2017)(M. Ohn & Ohn, 2020)(Scaffidi et al., 2019)(McAuliffe et al., 2020); e incluso limitaciones técnicas del acceso a internet (Mesko et al., 2015)(Salerno et al., 2018).

***Uso inadecuado de la gamificación.*** La mayoría de artículos denotan el cuidado para implementar el proceso de gamificación ya que de ello depende los resultados pedagógicos, pero, algunos artículos hacen énfasis en que la gamificación no asegura el éxito pedagógico (Lamb et al., 2017)(Chen et al., 2017); sea por el mal acompañamiento docente, o incluso algunos mencionan la mala o ineficiente retroalimentación a los estudiantes (Diemer et al., 2019)(Zhang et al., 2018)(M. Ohn & Ohn, 2020); que es un componente negativo de la experiencia pedagógica. Pero sobre todo, que como todas las estrategias pedagógicas el mismo estudiante puede no darle un uso adecuado a la gamificación, o incluso a pesar que todo esté en orden, que la gamificación como estrategia no le agrade a sus participantes (O'Connell et al., 2020)(Van Nuland et al., 2015)(Mokadam et al., 2015)(Winkel et al., 2020).

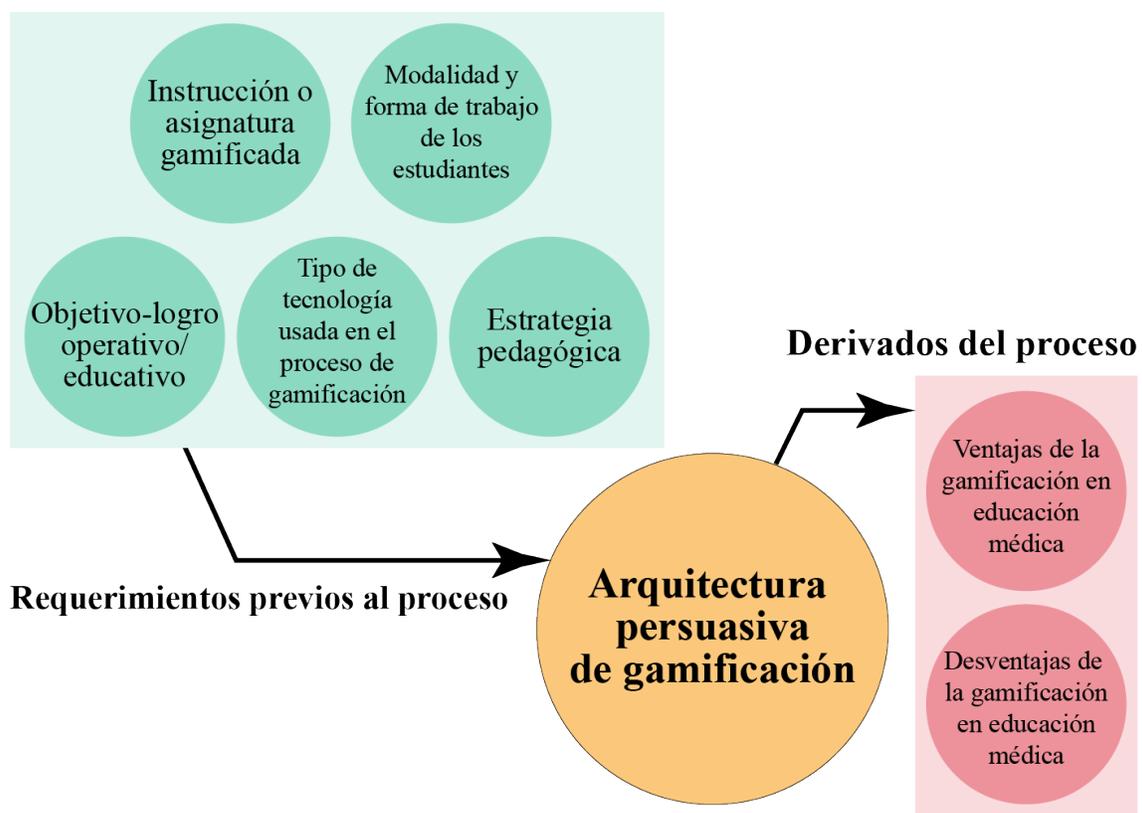
***Dificultades en la investigación de sus efectos.*** Es importante mencionar las dificultades y limitaciones en la implementación de las diferentes estrategias de gamificación con fines de investigación de sus efectos. Aclaraciones como, el proceso de implementación ha sido en bajo número de participantes y en una sola institución (Lamb et al., 2017)(Felszeghy et al., 2019)(Zhang et al., 2020)(Tomaselli et al., 2018)(C R Nevin et al., 2014); la falta de grupo control para comparar los resultados de la gamificación

(Leilimosalanejad & Abdollahifard, 2018)(Backhouse & Malik, 2019)(Felszeghy et al., 2019)(Kinio et al., 2019)(Winkel et al., 2020); que los buenos resultados se deban a un “sesgo de selección” ya que participan en el proceso de gamificación los estudiantes más motivados e interesados (Pettit et al., 2015)(Van Nuland et al., 2015)(Liteplo et al., 2018)(Winkel et al., 2020)(C R Nevin et al., 2014); o incluso que sea por la baja tasa de respuesta a las encuestas que solo lo hacen los estudiantes interesados y que disfrutaron del proceso mientras los que no lo hicieron (o disfrutaron en menor medida) no respondieron las encuestas (Liu et al., 2020)(Jambhekar et al., 2020)(Liteplo et al., 2018); todos estos aspectos hace que se maneje con cuidado los detalles en la replicación y extrapolación en otras comunidades académicas o al usarlo de manera masiva.

Sin duda la gamificación está siendo cada vez más usada en el entorno de educación médica y al igual que aporta todas las ventajas ya descritas, nos deja algunos retos para tomarlos en cuenta en investigaciones e implementaciones futuras, como lo es el hecho de la diversificación de los participantes, que mientras más disciplinas se integren en el proceso de gamificación (Lamb et al., 2017)(Zhang et al., 2018)(Chen et al., 2017)(Sundaram et al., 2019)(Thomas et al., 2020) el trabajo en equipo mejora sustancialmente (Zhang et al., 2019). También se recomienda investigar el impacto a futuro de dichos procesos de gamificación tanto en la práctica médica posterior (Zhang et al., 2019)(Felszeghy et al., 2019)(Tomaselli et al., 2018)(Lin et al., 2015), como en exámenes específicos (C R Nevin et al., 2014), así como mejorar el diseño instruccional aumentando la retroalimentación efectiva (Zhang et al., 2018), la realización de actividades paralelas (varias a la vez, como un entorno clínico típico caótico) (Zhang et al., 2018) y el sistema de premios y recompensas más enganchante (enhance the engagement) (Jambhekar et al.,

2020), sin dejar por fuera lo más relevante que es la implementación masiva en estudiantes (Kinio et al., 2019)(Lin et al., 2015) y la comparación con grupos control que reciben educación médica tradicional (Mosalanejad et al., 2020)(Backhouse & Malik, 2019).

La figura 11, muestra el esquema que denota la interacción entre las tres categorías resultantes y los elementos fundamentales de la planificación-diseño, implementación y efectos derivados del proceso de gamificación en educación médica.



*Figura 11.* Representación de la interacción entre las categorías y subcategorías del proceso de gamificación en educación médica. Fuente: elaboración propia.

### Discusión

Pedagógicamente la columna vertebral sobre la que se sostiene la gamificación es el enfoque teórico del conductismo, como lo menciona Raed (Alsawaier, 2018).

Algunos de los principios básicos del conductismo, como reforzar cierto comportamiento mediante recompensas y corregir una mala conducta mediante la falta de recompensas o una forma de penalización, son paralelos a elementos de gamificación como “premiar” y “castigar” mediante puntos e insignias, o subir o bajar de nivel en un entorno de juego y eso es lo que hace la gamificación (Alsawaier, 2018).

Otro aspecto importante a mencionar en esta esfera pedagógica es el desarrollo del pensamiento crítico que está estrechamente relacionado con el aprendizaje significativo como lo menciona Torre (Torre, Daley, Sebastian, & Elnicki, 2006) y D’Antoni (D’Antoni, Zipp, Olson, & Cahill, 2010), y este aprendizaje significativo se enlaza al constructivismo y cognitivismo (Torre et al., 2006). La planificación, diseño, desarrollo e implementación de la gamificación en educación médica debe tomar en cuenta estas aproximaciones teóricas pedagógicas para orientar dichos procesos al desarrollo del pensamiento crítico y el aprendizaje significativo, no solamente brindar información al estudiante, para que memorice y que sea desechada en forma de olvido con el paso del tiempo.

Así que, se ha encontrado un camino a recorrer en el proceso de aplicar la gamificación como paradigma pedagógico a una clase, currículo, tema o proyecto educativo en educación médica. Son cinco pasos: planificación, diseño o desarrollo, implementación, resultados y evaluación.

La planificación empieza por la instrucción, tomando en cuenta si el proceso pedagógico es destinado a estudiantes de pregrado o posgrado, ya que poseen necesidades pedagógicas distintas y un estudiante de tercer semestre tiene bases teóricas diferentes a un médico general. Determinar la asignatura y el tema a tratarse, un tema que requiere un

abordaje instruccional como lo son los quirúrgicos u otros que desarrollan habilidades procedimentales psicomotrices como manejo de la vía aérea, requiere ciertas actividades didácticas diferentes a otros temas puramente teóricos como un curso de manejo de la terapia anticoagulante. Lo siguiente es determinar los recursos y los ambientes que se tiene a disposición, definiendo la modalidad que puede ser presencial, virtual o blended (modalidad híbrida), y la forma de trabajo de los estudiantes, refiriéndose a si es individual-competitivo o cooperativo/colaborativo, concretar estos tres aspectos nos brinda luces para sentar las bases del diseño, desarrollo e implementación de nuestro proceso de gamificación. En este punto es adecuado plantear las posibles tecnologías o plataformas digitales a usarse antes de determinar los objetivos pedagógicos, ya que usar plataformas en línea como Kahoot es económico y fácil de implementar y se puede realizar de manera individual como también en trabajo colaborativo, pero hay limitaciones para los contenidos, para la retroalimentación e individualización de los procesos; así como el desarrollo de un material educativo digital nos permite el mejor manejo de los contenidos y procesos digitales, pero es costoso y más si se quiere realizar pensando en digitalizar el aprendizaje a través del trabajo colaborativo. Una vez estipulados los recursos y la tecnología para usarse se concretan los objetivos pedagógicos u operativos, recordando que los mismos dependen en mayor o menor medida de la tecnología a usarse (modifican directamente los siete elementos de la arquitectura persuasiva de gamificación). Los objetivos pedagógicos pueden ser: mejorar en los puntajes de un examen específico, aumentar el tiempo de retención de información en el estudiante, desarrollo del pensamiento crítico; u objetivos operativos para mejorar el trabajo en equipo multidisciplinario como disminuir el gasto innecesario de recursos en un hospital, o prevenir eventos adversos mejorando la seguridad del paciente.

En este punto se puede establecer la estrategia pedagógica gamificada a usarse que puede tener tecnología “análoga” como cartas para algún juego en particular, insumos varios para simular una sala de escape; o tecnología digital para el aprendizaje de anatomía con realidad virtual en 3D, o sencillos materiales educativos digitales a través del desarrollo web con html, css y javascript en el frontend y node.js en el backend.

El diseño y desarrollo son las diversas acciones llevadas por el docente al realizar él solo la estrategia pedagógica o juego de cartas, clase gamificada, sala de escape, etc., o por un equipo desarrollador de tecnologías educativas digitales (Centro de Tecnologías para la Academia en la Universidad de La Sabana), poniendo a disposición de manera física o digital todas las actividades didácticas a realizarse.

Una vez terminado el diseño, se da paso a la implementación y durante esta etapa el investigador o docente deberá tener en cuenta el cumplimiento de los siete elementos de la arquitectura persuasiva de gamificación, para asegurar los resultados deseados y sin perder de vista los objetivos pedagógicos a cumplirse.

Una vez terminada la implementación en los estudiantes se obtienen los efectos resultantes en los que siempre hay que tratar de identificar las diferentes características y observaciones derivadas y que rodean a la intervención pedagógica que se ha realizado, para saber en qué medida se lograron los objetivos planteados al inicio y poder determinar ajustes para implementaciones futuras, concretando las ventajas y desventajas obtenidas.

A diferencia de los efectos resultantes que es material para el docente e investigador, la evaluación está orientada a los estudiantes y en esta etapa los instrumentos de evaluación realizados tienen que crearse en la misma línea de los objetivos pedagógicos

planteados, para que de manera objetiva o en ocasiones subjetiva el estudiante tenga un aproximado de su rendimiento durante la intervención pedagógica que acaba de experimentar, además dicho aproximado le sirve al docente o investigador para saber qué tan eficiente fue su intervención y también poder hacer ajustes para intervenciones futuras.



Figura 12. Guía del proceso de gamificación en educación médica. Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

No hay ninguna duda de los aportes que genera el uso de la gamificación en educación médica y que es útil para todo tipo de instrucción y asignatura dentro de este campo, pero se requiere un orden para poder asegurar la obtención de los mejores resultados. Así que, la planificación, diseño o desarrollo, implementación y la evaluación nos permiten tener un seguimiento de todo el proceso de educación médica en los

estudiantes, y nos brinda una amplia gama de opciones para el uso de tecnologías emergentes digitales, pudiendo usarse recursos desde básicos hasta avanzados y sin comprometer la calidad académica en ningún caso.

Se ha descrito a través de este artículo las desventajas de la gamificación (costoso, difícil de desarrollar software digital que consiga fehacientemente los siete elementos de la APG), pero, más que un aspecto negativo se intenta prevenir al lector del uso efectivo de los diferentes elementos de la planificación y del desarrollo e implementación del proceso de gamificación, ya que se reportan excelentes resultados solo con usar juegos sencillos de cartas, o materiales educativos digitales básicos pero efectivos, confirmándonos que la gamificación en educación médica es una potente estrategia pedagógica con excelentes resultados pero que no depende completamente de la herramienta tecnológica (análoga o digital), sino del ambiente de aprendizaje que diseña el docente o la academia para implementar dicha estrategia pedagógica gamificada.

### Referencias

- Alexander, D., Thrasher, M., Hughley, B., Woodworth, B. A., Carroll, W., Willig, J. H., & Cho, D.-Y. (2019). Gamification as a tool for resident education in otolaryngology: A pilot study. *Laryngoscope*, *129*(2), 358-361. <https://doi.org/10.1002/lary.27286>
- Alsawaier, R. S. (2018). The effect of gamification on motivation and engagement. *International Journal of Information and Learning Technology*, Vol. 35, pp. 56-79. <https://doi.org/10.1108/IJILT-02-2017-0009>
- Backhouse, A., & Malik, M. (2019). Escape into patient safety: bringing human factors to life for medical students. *BMJ Open Quality*, *8*(1), e000548.

<https://doi.org/10.1136/bmjjoq-2018-000548>

Blevins, A. E., Kiscaden, E., & Bengtson, J. (2017). Courting Apocalypse: Creating a Zombie-Themed Evidence-Based Medicine Game. *Medical Reference Services Quarterly*, 36(4), 313-322. <https://doi.org/10.1080/02763869.2017.1369239>

Carvalho-Filho, M. A., Santos, T. M., Ozahata, T. M., & Cecilio-Fernandes, D. (2018). Journal Club Challenge: enhancing student participation through gamification. *Medical Education*, 52(5), 551. <https://doi.org/10.1111/medu.13552>

Chang, T. P., Kwan, K. Y., Liberman, D., Song, E., Dao, E. H., Chung, D., ... Festekjian, A. (2015). Introducing teamwork challenges in simulation using game cards. *Simulation in Healthcare*, 10(4), 223-226. <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000089>

Chen, P.-H., Roth, H., Galperin-Aizenberg, M., Ruutiainen, A. T., Geftter, W., & Cook, T. S. (2017). Improving Abnormality Detection on Chest Radiography Using Game-Like Reinforcement Mechanics. *Academic Radiology*, 24(11), 1428-1435. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2017.05.005>

*Critical Thinking in Teaching & Learning: The Nonintuitive New Science of Effective Learning - Kindle edition by Fregni, Felipe. Professional & Technical Kindle eBooks @ Amazon.com.* (s. f.). Recuperado de <https://www.amazon.com/Critical-Thinking-Teaching-Learning-Nonintuitive-ebook/dp/B07VFBKFQ9>

Cugelman, B. (2013). Gamification: What It Is and Why It Matters to Digital Health Behavior Change Developers. *JMIR Serious Games*, 1(1). <https://doi.org/10.2196/GAMES.3139>

- D'Antoni, A. V., Zipp, G. P., Olson, V. G., & Cahill, T. F. (2010). Does the mind map learning strategy facilitate information retrieval and critical thinking in medical students? *BMC Medical Education*, *10*(1), 61. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-10-61>
- Diemer, G., Jaffe, R., Papanagnou, D., Zhang, X. C., & Zavodnick, J. (2019). Patient Safety Escape Room: A Graduate Medical Education Simulation for Event Reporting. *MedEdPORTAL : the journal of teaching and learning resources*, *15*, 10868. [https://doi.org/10.15766/mep\\_2374-8265.10868](https://doi.org/10.15766/mep_2374-8265.10868)
- Documentos XXXIII Reunión del Consejo Directivo de la Organización Panamericana de la Salud XL Reunión del Comité Regional de la Organización Mundial de la Salud: Resolución XII. Informe sobre la conferencia mundial de educación médica. (s. f.). Recuperado 25 de noviembre de 2020, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412000000200011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412000000200011)
- Felszeghy, S., Pasonen-Seppänen, S., Koskela, A., Nieminen, P., Härkönen, K., Paldanius, K. M. A., ... Mahonen, A. (2019). Using online game-based platforms to improve student performance and engagement in histology teaching. *BMC Medical Education*, *19*(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1701-0>
- Gentry, S., L'Estrade Ehrstrom, B., Gauthier, A., Alvarez, J., Wortley, D., van Rijswijk, J., ... Zary, N. (2016). Serious Gaming and Gamification interventions for health professional education. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2016*(6). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012209>
- Ismail, M. A.-A., Ahmad, A., Mohammad, J. A.-M., Fakri, N. M. R. M., Nor, M. Z. M., &

- Pa, M. N. M. (2019). Using Kahoot! as a formative assessment tool in medical education: a phenomenological study. *BMC Medical Education*, *19*(1), 230. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1658-z>
- Jambhekar, K., Pahls, R. P., & Deloney, L. A. (2020). Benefits of an Escape Room as a Novel Educational Activity for Radiology Residents. *Academic Radiology*, *27*(2), 276-283. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2019.04.021>
- Kinio, A. E., Dufresne, L., Brandys, T., & Jetty, P. (2019). Break out of the Classroom: The Use of Escape Rooms as an Alternative Teaching Strategy in Surgical Education. *Journal of Surgical Education*, *76*(1), 134-139. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2018.06.030>
- Kyriakoulis, K., Patelarou, A., Laliotis, A., Wan, A. C., Matalliotakis, M., Tsiou, C., & Patelarou, E. (2016). Educational strategies for teaching evidence-based practice to undergraduate health students: systematic review. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions*, *13*, 34. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2016.13.34>
- Lamb, L. C., DiFiori, M. M., Jayaraman, V., Shames, B. D., & Feeney, J. M. (2017). Gamified Twitter Microblogging to Support Resident Preparation for the American Board of Surgery In-Service Training Examination. *Journal of Surgical Education*, *74*(6), 986-991. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2017.05.010>
- Leilimosalanejad, & Abdollahifard, S. (2018). Gamification in psychiatry: Design and development of native model and the innovate strategy in medical education as a funny and exciting learning. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*, *12*(4), 1820-1828. Recuperado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85072533342&partnerID=40&md5=9e07a8b3753c189d2cfb7d0fa8cc7771

- Lin, D. T., Park, J., Liebert, C. A., & Lau, J. N. (2015). Validity evidence for Surgical Improvement of Clinical Knowledge Ops: A novel gaming platform to assess surgical decision making. *American Journal of Surgery*, 209(1), 79-85.  
<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2014.08.033>
- Liteplo, A. S., Carmody, K., Fields, M. J., Liu, R. B., & Lewiss, R. E. (2018). SonoGames: Effect of an innovative competitive game on the education, perception, and use of point-of-care ultrasound. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 37(11), 2491-2496.  
<https://doi.org/10.1002/jum.14606>
- Liu, C., Patel, R., Ogunjinmi, B., Briffa, C., Allain-Chapman, M., Coffey, J., ... Shelmerdine, S. C. (2020). Feasibility of a paediatric radiology escape room for undergraduate education. *Insights into Imaging*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s13244-020-00856-9>
- McAuliffe, J. C., McAuliffe, R. H. J., Romero-Velez, G., Statter, M., Melvin, W. S., & Muscarella, P. 2nd. (2020). Feasibility and efficacy of gamification in general surgery residency: Preliminary outcomes of residency teams. *American Journal of Surgery*, 219(2), 283-288. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2019.10.051>
- Mesko, B., Györffy, Z., & Kollár, J. (2015). Digital Literacy in the Medical Curriculum: A Course With Social Media Tools and Gamification. *JMIR Medical Education*, 1(2), e6. <https://doi.org/10.2196/mededu.4411>
- Mokadam, N. A., Lee, R., Vaporciyan, A. A., Walker, J. D., Cerfolio, R. J., Hermsen, J. L., ... Fann, J. I. (2015). Gamification in thoracic surgical education: Using competition

to fuel performance. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 150(5), 1052-1058. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.07.064>

Morán-Mariños, C., Montesinos-Segura, R., & Taype-Rondan, A. (2019). Scientific production on medical education in Latin America in Scopus, 2011-2015. *Educacion Medica*, 20, 10-15. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.07.012>

Mosalanejad, L., Abdollahifard, S., & Abdian, T. (2020). Psychiatry gamification from blended learning models and efficacy of this program on students. *Journal of Education and Health Promotion*, 9, 68. [https://doi.org/10.4103/jehp.jehp\\_352\\_19](https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_352_19)

Nevin, C R, Westfall, A. O., Martin Rodriguez, J., Dempsey, D. M., Cherrington, A., Roy, B., ... Willig, J. H. (2014). Gamification as a tool for enhancing graduate medical education. *Postgraduate Medical Journal*, 90(1070), 685-693. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2013-132486>

Nevin, Christa R., Westfall, A. O., Martin Rodriguez, J., Dempsey, D. M., Cherrington, A., Roy, B., ... Willig, J. H. (2014). Gamification as a tool for enhancing graduate medical education. *Postgraduate Medical Journal*, 90(1070), 685-693. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2013-132486>

Nicola, S, Virag, I., & Stoicu-Tivadar, L. (2017). VR medical gamification for training and education. *Studies in Health Technology and Informatics*, Vol. 236, pp. 97-103. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-759-7-97>

Nicola, Stelian, & Stoicu-Tivadar, L. (2018). Mixed Reality Supporting Modern Medical Education. *Studies in Health Technology and Informatics*, 255, 242-246.

O'Connell, A., Tomaselli, P. J., & Stobart-Gallagher, M. (2020). Effective Use of Virtual

Gamification During COVID-19 to Deliver the OB-GYN Core Curriculum in an Emergency Medicine Resident Conference. *Cureus*, 12(6), e8397.

<https://doi.org/10.7759/cureus.8397>

Ohn, M. H., Ohn, K. M., Yusof, S., D'Souza, U., Iswandono, Z., & Mchucha, I. (2020).

Development of Novel Gamified Online Electrocardiogram Learning Platform (GaMED ECG@TM). *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 603, 719-729.

[https://doi.org/10.1007/978-981-15-0058-9\\_69](https://doi.org/10.1007/978-981-15-0058-9_69)

Ohn, M., & Ohn, K.-M. (2020). An evaluation study on gamified online learning

experiences and its acceptance among medical students. *Tzu Chi Medical Journal*,

32(2), 211-215. [https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj\\_5\\_19](https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj_5_19)

Pasarica, M., & Kay, D. (2020). Teaching lifestyle medicine competencies in

undergraduate medical education: Active collaborative intervention for students at multiple locations. *Advances in Physiology Education*, 44(3), 488-495.

<https://doi.org/10.1152/ADVAN.00148.2019>

Pettit, R. K., McCoy, L., Kinney, M., & Schwartz, F. N. (2015). Student perceptions of

gamified audience response system interactions in large group lectures and via lecture capture technology. *BMC Medical Education*, 15, 92. <https://doi.org/10.1186/s12909-015-0373-7>

Prochazkova, K., Novotny, P., Hancarova, M., Prchalova, D., & Sedlacek, Z. (2019).

Teaching a difficult topic using a problem-based concept resembling a computer

game: Development and evaluation of an e-learning application for medical molecular

genetics. *BMC Medical Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1817-2>

- Robinson, L. A., Turner, I. J., & Sweet, M. J. (2018, junio 1). The use of gamification in the teaching of disease epidemics and pandemics. *FEMS Microbiology Letters*, Vol. 365, p. 111. <https://doi.org/10.1093/femsle/fny111>
- Rutledge, C., Walsh, C. M., Swinger, N., Auerbach, M., Castro, D., Dewan, M., ... Chang, T. P. (2018). Gamification in action: Theoretical and practical considerations for medical educators. *Academic Medicine*, 93(7), 1014-1020. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000002183>
- Salerno, N., Papanagnou, D., Mahesh, P., Bowers, K. M., Pasichow, S. H., Paradise, S., & Zhang, X. C. (2018). Challenging Hazards Amidst Observational Simulation in the Emergency Department: Advancing Gamification in Simulation Education Through a Novel Resident-led Skills Competition. *Cureus*, 10(11), e3563. <https://doi.org/10.7759/cureus.3563>
- Scaffidi, M. A., Khan, R., Walsh, C. M., Pearl, M., Winger, K., Kalaichandran, R., ... Grover, S. C. (2019). Protocol for a randomised trial evaluating the effect of applying gamification to simulation-based endoscopy training. *BMJ Open*, 9(2). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-024134>
- Singhal, S., Hough, J., & Cripps, D. (2019). Twelve tips for incorporating gamification into medical education. *MedEdPublish*, 8(3). <https://doi.org/10.15694/mep.2019.000216.1>
- Snyder, E., & Hartig, J. R. (2013). Gamification of board review: a residency curricular innovation. *Medical education*, 47(5), 524-525. <https://doi.org/10.1111/medu.12190>
- Sundaram, K. M., Pevzner, S. J., Magarik, M., Couture, P., Omary, R. A., & Donnelly, E. F. (2019). Preliminary Evaluation of Gamification in Residency Training. *Journal of*

*the American College of Radiology*, 16(9), 1201-1205.

<https://doi.org/10.1016/j.jacr.2019.02.040>

Thomas, A. A., Burns, R., Keilman, A., & Enriquez, B. (2020). Disaster Olympics:

Paediatric emergency department disaster preparedness gamification. *Medical education*, 54(5), 486. <https://doi.org/10.1111/medu.14104>

Tomaselli, P. J., Papanagnou, D., Karademos, J. E., Teixeira, E., & Zhang, X. C. (2018).

Gamification of Hospital Utilization: Incorporating Cost-consciousness in Daily Practices. *Cureus*, 10(8), e3094. <https://doi.org/10.7759/cureus.3094>

Torre, D. M., Daley, B. J., Sebastian, J. L., & Elnicki, D. M. (2006). Overview of Current

Learning Theories for Medical Educators. *American Journal of Medicine*, Vol. 119, pp. 903-907. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2006.06.037>

Van Nuland, S. E., Roach, V. A., Wilson, T. D., & Belliveau, D. J. (2015). Head to head:

The role of academic competition in undergraduate anatomical education. *Anatomical Sciences Education*, 8(5), 404-412. <https://doi.org/10.1002/ase.1498>

Walsh, J. L., Harris, B. H. L., Denny, P., & Smith, P. (2018). Formative student-authored

question bank: Perceptions, question quality and association with summative performance. *Postgraduate Medical Journal*, 94(1108), 97-103.

<https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2017-135018>

Winkel, D. J., Brantner, P., Lutz, J., Korkut, S., Linxen, S., & Heye, T. J. (2020).

Gamification of electronic learning in radiology education to improve diagnostic confidence and reduce error rates. *American Journal of Roentgenology*, 214(3), 618-

623. <https://doi.org/10.2214/AJR.19.22087>

- Zhang, X. C., Balakumar, A., Rodriguez, C., Sielicki, A., & Papanagnou, D. (2020). The Zoom Picture Book Game: A Creative Way to Promote Teamwork in Undergraduate Medical Education. *Cureus*, *12*(2), e6964. <https://doi.org/10.7759/cureus.6964>
- Zhang, X. C., Diemer, G., Lee, H., Jaffe, R., & Papanagnou, D. (2019). Finding the «QR» to Patient Safety: Applying Gamification to Incorporate Patient Safety Priorities Through a Simulated «Escape Room» Experience. *Cureus*, *11*(2), e4014. <https://doi.org/10.7759/cureus.4014>
- Zhang, X. C., Lee, H., Rodriguez, C., Rudner, J., Chan, T. M., & Papanagnou, D. (2018). Trapped as a Group, Escape as a Team: Applying Gamification to Incorporate Team-building Skills Through an «Escape Room» Experience. *Cureus*, *10*(3), e2256. <https://doi.org/10.7759/cureus.2256>