

Una propuesta de clasificación de juegos con propósito educativo para ingeniería de software

A proposal of educational games classification for software engineering

María Clara Gómez-Álvarez^{1*} Carlos Mario Zapata Jaramillo²

Recibido 06 de enero de 2022, aceptado 12 de mayo de 2022

Received: January 06, 2022 Accepted: May 12, 2022

RESUMEN

Los juegos con propósito educativo se vienen utilizando en diferentes áreas para complementar las estrategias de enseñanza-aprendizaje tradicionales. La ingeniería de software orientada a la aplicación de métodos para la construcción de productos de software de alta calidad también incorpora estos juegos en la formación de sus profesionales. Con el propósito de brindar una herramienta a los docentes que guíe su uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se proponen diferentes clasificaciones de juegos. Sin embargo, las clasificaciones existentes tienen en cuenta a quién va dirigido el juego o cuál es su propósito, más no se incluyen variables asociadas con la estructura del juego como sus materiales o reglas. En el presente artículo se propone una clasificación de juegos para la enseñanza de ingeniería de software teniendo en cuenta tanto su propósito y alcance como su componente lúdico. Con esta propuesta se busca establecer las características clave que debe incorporar cualquier juego para la enseñanza de ingeniería de software y brindar alternativas a los docentes para incorporar esta herramienta de enseñanza en sus procesos de formación. La clasificación propuesta se aplicó a un conjunto de 17 juegos orientados a la enseñanza de ingeniería de software evidenciando su potencial como instrumento de apoyo en el proceso de análisis, comparación y selección de juegos para la enseñanza de esta disciplina.

Palabras clave: juegos educativos, ingeniería de software, clasificación de juegos.

ABSTRACT

Games for educational purposes have been used in different areas as supplementary strategies to the traditional teaching-learning process. Software Engineering-applying methods and techniques for building high-quality software products-also includes games in the professional training process. In order to provide a tool for teacher guidance about their use in their teaching-learning process, several game classifications have been proposed. However, existing classifications consider the game purpose and the target audience, but they omit variables associated with the structure of the game-e.g., rules or materials. This paper proposes a classification of games for teaching software engineering considering purpose, scope, and fun components. This proposal defines the key features of any game for teaching software engineering and provides alternatives to professors for incorporating this teaching tool in their training process. The proposed classification was applied to a set of 17 games oriented to software engineering teaching, showing its potential as a support tool in the analysis, comparison, and selection of games for teaching this discipline.

Keywords: educational games, software engineering, games classification.

¹ Universidad de Medellín. Facultad de Ingenierías. Ingeniería de Sistemas. Medellín, Colombia.
E-mail: mcgomez@udemedellin.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión. Medellín, Colombia. E-mail: cmzapata@unal.edu.co

* Autor de correspondencia: mcgomez@udemedellin.edu.co

INTRODUCCIÓN

Los juegos con propósito educativo se emplean para entrenamiento en áreas como salud, gestión de emergencias, negociación, administración e ingeniería con resultados exitosos [1-4]. Esto se debe a que los juegos logran promover el aprendizaje activo mediante la exploración, experimentación, competencia y cooperación generada entre los participantes [5]. De hecho, algunas de las características clave de los juegos para su incorporación en el proceso de enseñanza-aprendizaje son:

- (1) Motivación de los participantes a hacer parte del juego por el deseo de divertirse [6].
- (2) Representatividad, permitiendo simular una parte de la realidad [7].
- (3) Interactividad y dinamismo, pues los juegos no sólo representan una parte de la realidad, sino que permiten a los participantes interactuar con ella [7].

Adicionalmente, las actividades lúdicas permiten desarrollar habilidades sociales como: capacidad de trabajar en equipo, liderazgo y comunicación asertiva, entre otros [1].

La Ingeniería de Software es una disciplina que busca la aplicación de métodos, técnicas y herramientas para el desarrollo de productos de software de alta calidad [8]. En esta área resulta fundamental que los ingenieros logren combinar sus competencias técnicas (provenientes de las ciencias de la computación) con competencias sociales como trabajo en equipo, capacidad de argumentación y negociación [9]. Connolly y otros [10] argumentan que las técnicas de enseñanza tradicionales como las clases expositivas o los proyectos de “juguete” son insuficientes para lograr el desarrollo de estas competencias y es necesario complementarlas con nuevas estrategias como los juegos, orientados al desarrollo de habilidades blandas críticas para los profesionales de esta disciplina [11].

Frente al creciente interés por la introducción de juegos como estrategia para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se plantea una serie de clasificaciones de los juegos para guiar al docente en este proceso e incrementar sus probabilidades de éxito al combinar lúdicas con aprendizaje. De hecho, la introducción de juegos en la enseñanza es

una estrategia usada tanto en procesos de formación presencial como virtual, dado el potencial de los juegos para lograr aprendizaje significativo mediante la interacción y el trabajo colaborativo de los participantes [3].

Entre estas clasificaciones se identifica la propuesta de Michael y Chen [12] (basada en el público objetivo, donde se definen categorías como educativos, corporativos o para el cuidado de la salud), además de presentar guías para el diseño de juegos. Por su parte, Susi y otros [13] proponen una clasificación basada en la identificación de los diferentes dominios de aplicación (militar, gobierno o educativos) haciendo énfasis en salud. Sawyer y Smith [14] plantean una clasificación o taxonomía de juegos basada en dos variables: (1) dominio de aplicación y (2) propósito del juego. Igualmente, algunos autores como Laamarti y otros plantean taxonomías de juegos serios que incluyen criterios como área de aplicación, público objetivo, modalidad, estilo de interacción y ambiente [15]. Otros, como Uskov y Sekar [16] proponen un modelo de clasificación de juegos que incluye como dimensiones dinámica del juego, propósito y alcance. Prieto de Lope y Medina-Medina [17] describen una taxonomía de clasificación de juegos serios conformada por seis categorías que abordan aspectos relacionados con el desarrollo del juego, proceso de diseño, uso del juego, características de los jugadores, entre otros. En el contexto específico de Ingeniería de Software, Calderón y otros [18] plantean un método de evaluación de juegos serios que permite la clasificación de éstos a partir de características asociadas a las perspectivas pedagógica, lúdica y técnica.

Sin embargo, estas clasificaciones se orientan fundamentalmente al propósito, dominio o contexto y alcance del juego y no tienen en cuenta aspectos relevantes de la dinámica del juego tales como los materiales utilizados, las reglas a seguir o su componente educativo en relación con la temática que aborda y los mecanismos de monitoreo del progreso de los jugadores en cuanto a aprendizaje alcanzado durante la ejecución del juego.

En el presente artículo se propone una clasificación de juegos para la enseñanza de ingeniería de software teniendo en cuenta tanto su propósito como su componente lúdico, buscando que se

convierta en una herramienta útil para los docentes, al incorporar juegos en su proceso de enseñanza. Otros logros que se pretenden alcanzar con esta propuesta de clasificación de juegos son: (1) definir las características clave de los juegos con propósito educativo y (2) identificar temáticas de ingeniería de software que los juegos educativos actuales no abordan y que den lugar a nuevas líneas de trabajo en el diseño de este tipo de instrumentos.

La estructura del artículo es la siguiente: en la Sección Marco Teórico se presentan los conceptos principales asociados con juegos con propósito educativo e ingeniería de software; en la Sección Trabajo Previo se describen enfoques orientados a clasificaciones o taxonomías de juegos; en la sección siguiente se presenta la clasificación propuesta para juegos educativos en ingeniería de software. Posteriormente se describen los resultados de la aplicación de la clasificación a un conjunto de juegos educativos de Ingeniería de Software; finalmente, en la última sección se reportan las conclusiones y el trabajo futuro.

MARCO TEÓRICO

Juegos con propósito educativo

Un juego constituye un sistema formal cerrado que, subjetivamente, representa un subconjunto de la realidad, lo que implica que, cada vez que se ejecuta repetidamente, se obtiene una nueva versión de la historia [7].

Según Rumeser y Emsley [19], un juego es una actividad interactiva que replica las condiciones esperadas en el mundo real con el fin de estimular el aprendizaje en la toma de decisiones. Para lograr este fin, se plantea una competencia en la cual los participantes aceptan las reglas de conducta y toman decisiones que tienen implicaciones sobre sí mismos y sus competidores. Adicionalmente, para que un juego se pueda considerar educativo (*educational game* es el término en inglés), se deben añadir las siguientes características [20]:

- Que parta de una premisa a resolver.
- Que tenga por lo menos una solución cierta.
- Que el usuario/jugador aprenda algo por alguna de las siguientes técnicas:
 - Introducción de nuevos conocimientos.
 - Fijación de conocimientos previamente adquiridos.

- Ejercicio de habilidades.
- Descubrimiento de conceptos.
- Desarrollo de creaciones.
- Socialización de experiencias.

Partiendo de las definiciones anteriores, algunos autores plantean las siguientes ventajas de la utilización de juegos en los procesos de enseñanza-aprendizaje:

- Permiten “aprender haciendo”, pues desarrollan la comunicación y tienen en cuenta el impacto de las emociones en el aprendizaje, además de estimular el aprendizaje por pares [21].
- El aprendizaje mediante juegos desarrolla el pensamiento crítico, la comunicación grupal, el debate y la toma de decisiones, elementos que son difíciles de captar desde un enfoque meramente teórico como las clases magistrales [21].
- Los juegos incrementan la velocidad de aprendizaje, mejoran la retención y la recordación de conceptos [22]. El trabajo en grupo obliga a los estudiantes a lograr consensos sobre la comprensión de las tareas a realizar, las metas y los métodos [23].

También es importante mencionar que, en el dominio educativo, existen otros dos conceptos clave relacionados con juegos con propósito educativo: juegos serios y gamificación. Los juegos serios se refieren a aplicaciones de juegos con propósitos específicos [24] mientras que la gamificación se asocia al uso de elementos de juego en contextos en los que tradicionalmente no se usan [25]. Por tanto, es posible afirmar que los juegos con propósito educativo son tanto un tipo de juego serio como una aplicación de gamificación en el contexto educativo. De hecho, la presente investigación se enmarca en la estrategia de aprendizaje basada en juegos (GBL por sus siglas en inglés) orientada al uso de juegos para la enseñanza de conceptos y desarrollo de habilidades, es decir el uso de juegos serios (juegos con propósito) para complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje [26].

Educación en Ingeniería de Software

La ingeniería de software es un área de conocimiento que se define como la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable para el desarrollo, operación y mantenimiento de software,

es decir, la aplicación de principios de ingeniería a la construcción de software [8]. Es un área transversal que comprende varios campos de conocimiento como: ciencias de la computación, tecnologías de información, ciencias del comportamiento, gestión de calidad y de proyectos, entre otros [27].

Una de las líneas de trabajo derivadas de la aparición de esta área de conocimiento a inicios de los 70's es la Educación en Ingeniería de Software que emerge como una disciplina que busca la formación de profesionales que combinen conocimientos técnicos y habilidades blandas que les permitan cumplir con las exigencias de la industria del software [28]. La educación en ingeniería de software se sustenta en tres principios [29].

- (1) *Pensamiento Divergente*: Tradicionalmente, las matemáticas y las ciencias de la computación se enseñan asumiendo que para cada problema sólo se tiene una solución posible que los estudiantes deben encontrar (“pensamiento convergente”). Sin embargo, en el caso de la ingeniería de software se requiere pensamiento divergente, ya que para un mismo enunciado se pueden tener múltiples soluciones y los estudiantes deben buscar aquella que más se ajuste a las necesidades de los interesados.
- (2) *Aprendizaje colaborativo*: En esta área de la ingeniería resulta fundamental el trabajo en equipo, por lo cual se motiva a los estudiantes a resolver problemas y aprender juntos promoviendo la cooperación por encima de la competencia.
- (3) *Evaluaciones diferenciadas*: En la mayoría de los casos, frente a las actividades evaluativas que se proponen a los estudiantes se define una escala única de evaluación. No obstante, para el caso de la ingeniería, y en especial para ingeniería de software, el éxito de un proyecto depende del contexto relacionado con usuarios, mercado y plataformas de implementación, entre otros. Por esta razón, autores como Offutt [29] sugieren definir una escala de evaluación diferenciada para las tareas de los estudiantes. Esta escala incluye un conjunto de características que debe cumplir el producto de software con un puntaje asociado, de tal forma que el propósito del estudiante sea obtener el mayor puntaje posible, incorporando las características solicitadas a su propuesta de solución informática.

TRABAJO PREVIO

A partir del creciente interés en la utilización de juegos como estrategia de enseñanza, han surgido propuestas de clasificación de juegos educativos, buscando dar lineamientos a los docentes para seleccionar juegos para sus clases, así como para facilitar la comunicación entre clientes y desarrolladores en el proceso de diseño de videojuegos. A continuación, se describen algunas de estas propuestas por orden cronológico.

Michael y Chen [12] proponen una clasificación de juegos basada en el público objetivo (véase la Tabla 1) y presentan algunas guías para el diseño de videojuegos serios.

Por su parte, Susi y otros [13] adoptan la clasificación anterior haciendo énfasis en los juegos orientados al cuidado de la salud que se enfocan no sólo en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades en los pacientes, sino también en los juegos como estrategia de entrenamiento de los médicos para cirugías.

Sawyer y Smith [14] proponen una taxonomía de juegos basada en dos factores: (1) dominio de aplicación o mercado (gobierno, defensa, mercadeo, cuidado de la salud y educación, entre otros) y (2) propósito del juego asociado a juegos para educación, juegos para salud, juegos para ciencia e investigación y juegos para entrenamiento, por mencionar algunos. Para el factor propósito del juego se crea una sub-taxonomía para cada posible valor, por ejemplo, en el caso de la salud los propósitos específicos pueden ser: preventivo, diagnóstico, monitoreo y rehabilitación frente a una enfermedad dada.

Riedel y Hauge [30] desarrollan una categorización de juegos para negocios y entrenamiento empresarial a partir de las siguientes actividades:

- (1) Selección de juegos a analizar: Se toma como muestra un conjunto de 39 juegos identificados a partir de artículos científicos o iniciativas personales que conocen los autores.
- (2) Desarrollo del *framework* de clasificación: Esta actividad se realiza con el propósito de revisar los juegos seleccionados para identificar características relevantes y temáticas que no se abordaron con esta estrategia didáctica. Este *framework* se compone de dos dimensiones:

Tabla 1. Clasificación de Juegos.

Categoría	Descripción
Juegos Militares	Estos juegos se utilizan para entrenamiento de nuevos profesionales de las fuerzas militares, de tal forma que estén mejor preparados para la planeación de las batallas o la operación de tanques y helicópteros.
Juegos para Gobierno	Juegos orientados a las demás agencias del gobierno, como el Departamento del Interior, para el entrenamiento en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de crisis, ataques terroristas o control de tráfico, entre otros.
Juegos Educativos	Los docentes a nivel mundial prestan más atención a estrategias activas de aprendizaje (como los juegos) y alternativas de medición de la efectividad de estos instrumentos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
Juegos Corporativos	Incorporación de juegos para entrenamiento en organizaciones del sector privado. Este entrenamiento se orienta, fundamentalmente, a competencias personales, competencias específicas para el cargo y competencias estratégicas.
Juegos para el Cuidado de la Salud	Los juegos se vienen utilizando en el tratamiento, recuperación y rehabilitación de diferentes enfermedades físicas y mentales.
Juegos Políticos, Religiosos y de Arte	Los juegos orientados a estos temas buscan divulgar un mensaje en lugar de enseñar a los participantes.

Fuente: de Michael y Chen [12].

Nivel de simulación: Se refiere a la “cantidad” de mundo que se simula mediante el juego, partiendo de Mundo/ Universo/Dios presente en juegos como Civilization o Risk, pasando por el nivel de nación, industria, proceso, inter o intra-organizaciones, disciplinas y técnicas, hasta llegar al individuo.

Competencias desarrolladas en el juego: Para esta dimensión, se identifican las competencias involucradas en los juegos a partir de artículos científicos y ponencias en congresos y conferencias internacionales sobre los juegos seleccionados y se concluye que, para el caso de negocios y simulación, los juegos se orientan más a cooperación, comunicación y aplicación de métodos específicos que a competencias técnicas.

En el área de la salud, también se cuenta con una clasificación de juegos serios [31] donde se consideraron 108 juegos con tres propósitos fundamentales: (1) entrenamiento de médicos, (2) familiarización de los pacientes con su enfermedad y (3) motivación hacia hábitos saludables como el ejercicio o una nutrición balanceada. En este estudio se incluyeron juegos con pares académicos a cargo de su evaluación, juegos comerciales, juegos en línea y plataformas especializadas utilizadas en clínicas y hospitales.

La clasificación propuesta consta de cinco dimensiones que se resumen en la Tabla 2:

En la Figura 1 se puede observar la propuesta de clasificación de juegos para salud teniendo en cuenta las cinco dimensiones anteriores y las variables asociadas con cada una.

Por otro lado, Laamarti y otros [15] plantean una clasificación de juegos serios basada en cinco criterios:

- Área de aplicación:* Educación / Bienestar / Entrenamiento/ Salud / Publicidad/ Otros.
- Actividad:* Psicológica/ Mental.
- Modalidad:* Visual / Auditivo/ Háptico/ Olor/ Otro.
- Estilo de interacción:* Teclado o mouse / Trazabilidad de movimiento/ Interfaces tangibles / Interfaz cerebral / Otro.
- Ambiente:* Presencia social / Realidad mixta / Ambiente virtual / 2D o 3D / Móvil/ En línea.

En esta misma línea Uskov y Sekar [16] proponen un modelo de clasificación de juegos compuesto por tres dimensiones:

- Dinámica del juego:* En esta dimensión se especifica el tipo del juego, su objetivo general (evitar, construir, destruir) así como los medios de los que dispone el jugador o acciones posibles (crear, administrar, mover, escribir, entre otros).

Tabla 2. Dimensiones de la clasificación de juegos serios para salud.

Dimensión	Descripción
Propósito del juego	El propósito de un juego para salud puede ser entretenimiento, promoción de hábitos saludables o desarrollo de competencias médicas especializadas.
Funcionalidad	En esta dimensión se incluyen propiedades asociadas con el dominio de aplicación del juego, el número de jugadores (individual/grupal) y el género del juego, que puede ser aventura, deportes, estrategia o simulación, entre otros.
Estado de la enfermedad	Según los diferentes estados de una enfermedad los juegos se pueden orientar al diagnóstico, monitoreo o rehabilitación posterior a un incidente de salud.
Experiencia de los participantes	Los juegos se pueden dirigir al desarrollo de competencias de los profesionales del área de la salud o a personas interesadas en el cuidado de su salud.
Bienestar	Según su bienestar se tienen pacientes, donde los juegos buscan monitorear, diagnosticar o tratar determinada enfermedad; también existen los no pacientes que acuden a los juegos para mejorar su salud y bienestar o desarrollar competencias médicas específicas.

Fuente: Wattanasoontorn y otros [31].

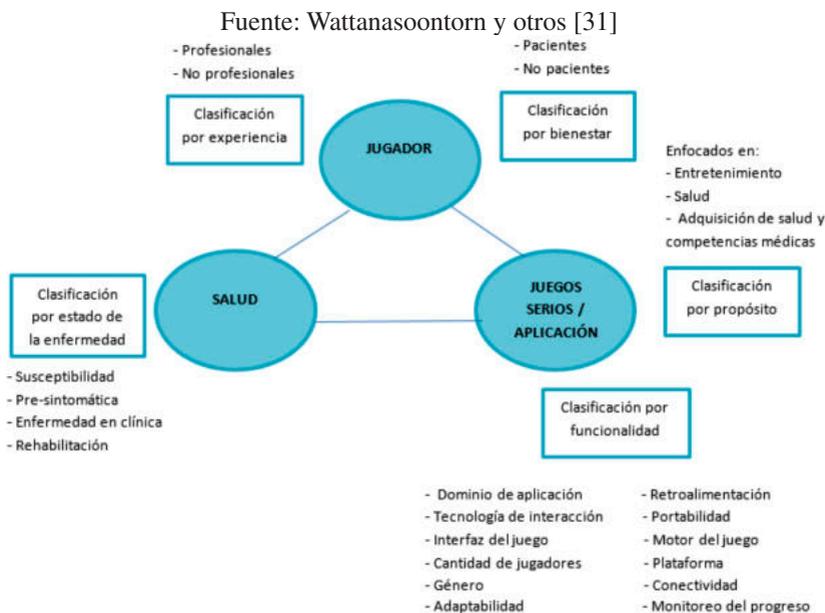


Figura 1. Clasificación de Juegos Serios para salud.

- b) *Propósito:* Existen diferentes propósitos tales como toma de decisiones, simulación, compartir conocimiento, persuasión, motivación, entrenamiento y recolección de datos.
- c) *Alcance:* El alcance hace referencia al dominio o mercado del juego, como es el caso de gobierno, salud, educación, medio ambiente, por mencionar algunos; así como al público objetivo quienes pueden ser profesionales, estudiantes o público en general.

Otra propuesta interesante es la que presentan Katsaliaki and Mustafee [32] quienes identificaron 17 variables de clasificación de juegos educativos a partir de una revisión sistemática de literatura que los condujo a la selección y análisis de 49 juegos. Algunas de estas variables son: tema, roles de los jugadores, propósito de los jugadores durante el juego, tipo de juego, disponibilidad del juego, número de jugadores, edad objetivo, entre otras.

Adicionalmente, Prieto de Lope y Medina-Medina [17] presentan una taxonomía de juegos serios que incorpora características particulares del proceso de diseño e implementación de videojuegos, así como aspectos operativos para su uso como es el caso de la plataforma en que se ejecuta el videojuego, la cantidad de jugadores permitida y las reglas de juego básicas. La taxonomía propuesta consta de 16 criterios de clasificación agrupados en seis categorías: (1) Desarrollo del juego, (2) Plataforma del juego, (3) Diseño del juego, (4) Uso del juego, (5) Características de los jugadores y (6) Modelo de negocio del juego. Al aplicar la taxonomía propuesta a 22 juegos serios obtenidos de bases de datos científicas los autores evidencian la utilidad de ésta para clasificar, comparar y analizar diferentes juegos existentes para su potencial uso en el proceso de enseñanza e igualmente proponen un repositorio con estos juegos como recurso de apoyo para la actividad docente.

En el ámbito específico de ingeniería de software se identifica la propuesta de clasificación de juegos con propósito educativo presentada por Calderón y otros [18] que consiste en un método de evaluación de juegos serios existentes para su incorporación en la enseñanza de gestión de proyectos de software. Esta propuesta se basa en el estándar ISO/IEC 12207 para identificar las fortalezas y debilidades de un juego educativo a partir de la valoración de sus perspectivas pedagógica, lúdica y técnica. En la perspectiva pedagógica se incluyen criterios de evaluación como especificación de objetivos y que el juego incluya indicadores de progreso y seguimiento de los jugadores. En la perspectiva lúdica se valoran criterios como motivación, interactividad y probabilidad de ser jugado nuevamente. En cuanto a la perspectiva técnica se incluyen características del juego como la inclusión de una guía o instrucciones para los jugadores y la calidad del material de apoyo.

PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE JUEGOS CON PROPÓSITO EDUCATIVO PARA INGENIERÍA DE SOFTWARE

Los juegos con propósito educativo se vienen aplicando en la enseñanza de la ingeniería de software, buscando involucrar a los estudiantes de manera activa en su proceso de formación para la asimilación de conceptos y el desarrollo de habilidades de negociación, trabajo en equipo y comunicación, entre otras.

Con el objetivo de brindar a los docentes una herramienta para facilitar la incorporación de este tipo de instrumentos en su proceso de enseñanza, se propone una clasificación para juegos educativos de esta disciplina basada en cinco dimensiones. Estas dimensiones fueron identificadas como resultado de tres actividades clave:

- (1) Revisiones de propuestas de clasificación de juegos (trabajos previos) donde se identifican tres dimensiones comunes a diferentes trabajos como son propósito del juego, las características o conocimientos previos de los participantes y la mecánica del juego que se refiere fundamentalmente al tipo de juego seleccionado (juego de tablero, juego de rol, entre otros) así como al género al que pertenece.
- (2) Identificación de características propias de un juego con propósito educativo, como es el caso de la temática, objetivos del juego y retroalimentación dada a los participantes.
- (3) Selección de elementos propios del dominio específico de Ingeniería de Software: En esta primera versión de la propuesta se incluye la fase dentro del ciclo de vida del software que aborda el juego (de manera genérica), según estándares como SWEBOK o ISO/IEC 12207 sin dejar de lado que se pueden incorporar otros elementos como modelos de proceso de desarrollo, hitos o entregables, roles en los equipos de desarrollo, por mencionar algunos.

A continuación, se describen las cinco dimensiones que incluye la propuesta de clasificación de juegos con propósito educativo para la enseñanza de ingeniería de software (véase la Figura 2):

- a) *Propósito del juego*: Cualquier juego educativo tiene por lo menos uno de los siguientes propósitos [16]:
 - Enseñanza: Presentar la temática del juego por primera vez a los participantes.
 - Refuerzo: El juego se convierte en una herramienta para afianzar conceptos de la temática presentados previamente.
 - Comprobación: Por medio del juego es posible evaluar si los participantes tienen un buen nivel de conocimiento de la temática.
 - Medición: Los juegos educativos, al simular una parte de la realidad, permiten analizar los procesos de toma de decisiones para caracterizar el comportamiento de los participantes del juego.

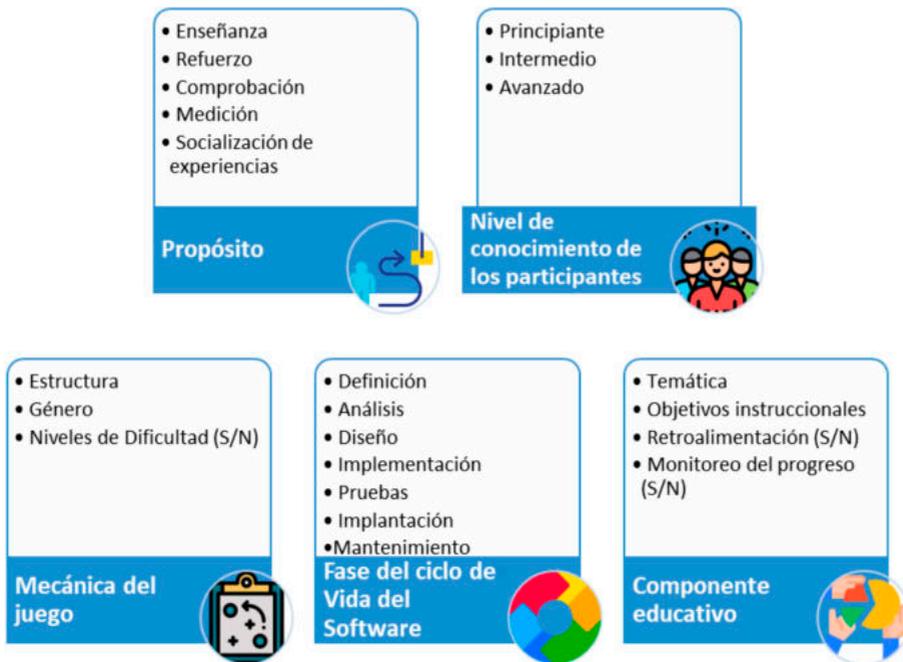


Figura 2. Clasificación de juegos con propósito educativo para ingeniería de software.

- Socialización de experiencias: Los juegos se convierten en un espacio para resolver problemas específicos y discutir las diferentes soluciones que plantean los estudiantes.
- b) *Nivel de conocimiento de los participantes:* Los jugadores se clasifican según su nivel de conocimiento de la temática a abordar en el juego en principiante, intermedio y avanzado. Con esto se logra orientar al docente en la adopción de un juego teniendo en cuenta las características (nivel de formación) del público objetivo.
- c) *Mecánica del juego:* En la aplicación de juegos educativos es fundamental no perder de vista que su propósito fundamental es combinar lúdica con aprendizaje. Por esta razón es importante categorizar los juegos educativos teniendo en cuenta sus reglas o instrucciones para los jugadores, el género al que pertenece (aventura, estrategia y juego de rol, entre otros) y si plantea diferentes niveles de dificultad para los participantes, generando motivación con retos y desafíos. En la Figura 3 se presentan los posibles valores asociados con las variables estructura y género del juego.
- d) *Fases del ciclo de vida del software:* Como los juegos educativos se enfocan en el desarrollo de productos de software, se incorpora el dominio de aplicación mediante la asociación del juego con una o varias de las fases del ciclo de vida del software. A partir del cuerpo de conocimiento de la ingeniería de software (SWEBOK por sus siglas en inglés) [8] y el estándar ISO/IEC 12207 [33] se identifican como fases del ciclo de vida del software: (1) Ingeniería de Requisitos que se subdivide en Definición y

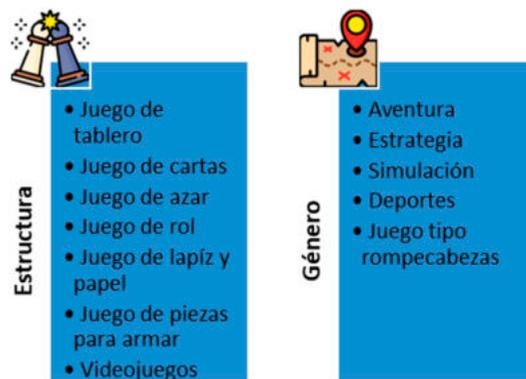


Figura 3. Valores de las variables estructura y género de la dimensión mecánica del juego.

Análisis de Requisitos, (2) Implementación o codificación de software, (3) Pruebas como parte de aseguramiento de la calidad del software, (4) Implantación o salida en vivo del software y (5) Mantenimiento o ajustes posteriores a su salida en vivo.

e) *Componente Educativo*: Al analizar sólo juegos con propósito educativo es posible identificar características propias de este tipo de juegos tales como:

- *Temática*: Un juego con propósito educativo siempre parte de la necesidad de buscar otras herramientas para la presentación de un conjunto de conceptos relacionados con una temática.
- *Objetivos instruccionales o de aprendizaje*: Los objetivos instruccionales de un juego responden a los siguientes interrogantes:
 - ¿Qué es lo que se espera que los participantes aprendan del juego?
 - ¿Acerca de qué ideas se va a generar reflexión en el juego?
 - ¿Qué tipo de habilidades se busca despertar y/o desarrollar durante la aplicación del juego?
- *Retroalimentación*: Al aplicar un juego con propósito educativo es importante evaluar el nivel de cumplimiento de los objetivos de aprendizaje en los participantes, pero también conocer su opinión sobre el juego en cuanto a dificultad, grado de realismo y factor de diversión, entre otros.
- *Monitoreo del progreso*: En algunos juegos, se establecen mecanismos para evaluar la evolución de los participantes a lo largo de la aplicación del juego, tales como registro de defectos o de las decisiones tomadas en diferentes iteraciones o fases del juego.

Estas dimensiones están alineadas con los tres principios de la educación en ingeniería de software, ya que los juegos educativos entre sus propósitos plantean la socialización de experiencias favoreciendo el pensamiento divergente (principio 1) que conduce a varias posibles soluciones frente a un problema, así como el aprendizaje colaborativo (principio 2). Adicionalmente en la dimensión componente educativo se incluyen las características retroalimentación y monitoreo del progreso como una alternativa para avanzar en el tercer principio denominado evaluaciones diferenciadas.

RESULTADOS

La clasificación propuesta se aplicó a un conjunto de diecisiete juegos con propósito educativo para la enseñanza de Ingeniería de Software publicados en artículos de revista y/o eventos científicos de manera similar a otras propuestas de clasificación de juegos que utilizaron como mecanismo de validación la selección y categorización de juegos existentes en la literatura [17, 18, 30, 31, 32].

Es importante anotar que los juegos no fueron seleccionados con ningún criterio particular, sino buscando que abordaran diferentes temáticas de la disciplina tales como: Gestión de proyectos de software, gestión de riesgos, educación de requisitos de software, marcos ágiles de trabajo, buenas prácticas en el desarrollo de software, entre otros.

En las Tabla 3 y Tabla 4 se presenta el resultado de la clasificación de los juegos seleccionados siguiendo la propuesta presentada anteriormente:

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Los juegos con propósito educativo se utilizan en la enseñanza de ingeniería de software por su capacidad de involucrar al estudiante como agente activo de su proceso de aprendizaje. Adicionalmente, mediante esta estrategia de enseñanza-aprendizaje es posible, simultáneamente, presentar o reforzar conceptos de una temática y promover el desarrollo de habilidades interpersonales como comunicación, negociación y liderazgo, entre otros.

Los docentes, para introducir juegos en el proceso de enseñanza, requieren herramientas que les permitan determinar su pertinencia, según los conceptos a impartir o los conocimientos previos de los estudiantes, para evitar hacer uso de actividades que no le aporten a este proceso. Por esta razón surgen las clasificaciones o taxonomías de juegos educativos, donde se evalúan variables clave para la aplicación del juego como su propósito (de cara a los participantes) o el público al que va dirigido. Estas clasificaciones caracterizan los juegos y brindan a los docentes criterios de decisión acerca de la aplicación o no de un juego para una temática particular.

En el caso de ingeniería de software, en el presente artículo se propuso un mecanismo de clasificación

Tabla 3. Clasificación de los juegos seleccionados para las dimensiones propósito del juego, nivel de conocimiento, mecánica del juego y fase del ciclo de vida del software.

Nombre	Autor	Propósito	Nivel de conocimiento	Mecánica del Juego			Fase del ciclo de vida del software
				Estructura	Género	Niveles de dificultad (S/N)	
Problemas y programadores	Baker <i>et al.</i> , 2003 [34]	Enseñanza	Intermedio	Juego de cartas	Simulación	NO	Todas, en especial la fase de implementación
Juego de los requisitos	Zapata y Awad, 2007 [35]	Refuerzo y Comprobación	Intermedio	Juego de rol	Simulación	SI	Todas
Juego de Gestión Riesgos	Taran, 2007 [36]	Refuerzo	Avanzado	Juego de tablero	Simulación	NO	Todas
Juego de la consistencia	Zapata y Duarte, 2008 [37]	Comprobación	Avanzado	Juego de piezas para armar	Juego tipo rompecabezas	NO	Definición, Análisis y Diseño
El juego del diálogo de educación de requisitos	Zapata y Giraldo, 2009 [38]	Refuerzo	Intermedio	Juego de lápiz y papel	Simulación	NO	Definición
SimULES	Suescún <i>et al.</i> , 2011 [39]	Enseñanza	Principiante	Juego de tablero	Simulación	NO	Todas, en especial la fase de definición
SimSoft	Caulfield <i>et al.</i> , 2012 [40]	Refuerzo y Comprobación	Intermedio	Videojuego	Simulación	NO	No aplica
Riskware	Zapata, Gómez y González, 2013 [41]	Enseñanza y Refuerzo	Principiante e Intermedio	Juego de tablero	Estrategia Simulación	NO	Todas
ProDec	Calderón y Ruiz, 2013 [42]	Comprobación	Avanzado	Videojuego	Simulación	SI	Todas
SCRUMIA	Von Wangenheim <i>et al.</i> , 2013 [43]	Enseñanza y Refuerzo	Intermedio	Juego de lápiz y papel	Simulación	NO	Todas
Hard Choices	Ganesh, 2014 [44]	Enseñanza	Intermedio y Avanzado	Juego de tablero	Simulación Estrategia	NO	Todas, en especial la fase de implementación
Anukama	Atal y Sureka, 2015 [45]	Refuerzo y comprobación	Avanzado	Videojuego	Simulación	NO	Implementación y Puebas
GetKanban	Heikkilä <i>et al.</i> , 2016 [46]	Enseñanza y Refuerzo	Intermedio y Avanzado	Juego de tablero	Simulación	SI	Todas
Floors	Aydan <i>et al.</i> , 2017 [47]	Enseñanza	Principiante	Videojuego	Simulación	NO	Todas
The Ethics Game	Mihalits y Vasiliiki, 2018 [48]	Refuerzo y comprobación	Principiante	Videojuego	Simulación	NO	Todas
Back to Penelope	Marrín <i>et al.</i> , 2019 [49]	Enseñanza y Refuerzo	Principiante e Intermedio	Videojuego	Aventura Estrategia	SI	Todas
SMELLWARE	Zapata <i>et al.</i> , 2020 [50]	Enseñanza y Refuerzo	Intermedio	Juego de tablero	Simulación Estrategia	NO	Implementación

Tabla 4. Clasificación de los juegos para la dimensión componente educativo.

Nombre	Componente Educativo			
	Temática	Objetivos instruccionales	Retroalimentación (S/N)	Monitoreo del progreso (S/N)
Problemas y programadores	Buenas prácticas en el proceso de construcción de software.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enseñar lecciones generales y específicas sobre el proceso de construcción de software. 2. Promover buenas prácticas en el proceso de construcción de software. 	Sí, encuesta al finalizar el juego.	NO
Juego de los requisitos	Gestión de proyectos de software con requisitos previamente definidos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resaltar la importancia de la asignación de roles y responsabilidades en los equipos de desarrollo de software. 2. Identificar variables relevantes en el proceso de toma de decisiones del equipo como definición de la estrategia o identificación de las competencias de los participantes. 	Sí, encuesta al finalizar el juego.	Sí, evaluación de los resultados de cada ciclo.
Juego de Gestión Riesgos	Gestión de riesgos en proyectos de desarrollo de software.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enseñar conceptos de gestión de riesgos, así como la importancia de la gestión de riesgos en proyectos de software y sus costos asociados. 2. Tomar decisiones basadas en riesgos en un proyecto de software y entender los impactos asociados. 3. Entender la complejidad asociada con los proyectos de desarrollo de software, el problema de la limitación de recursos y su efecto en la toma de decisiones del proyecto. 	Sí, encuesta al finalizar el juego.	NO
Juego de la consistencia	Consistencia entre diagramas UML de un producto de software.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocer el lenguaje UML como el estándar para el análisis y diseño de sistemas de información. 2. Identificar la importancia de la consistencia entre los diferentes diagramas UML de un proyecto de Software. 3. Aplicar reglas de consistencia entre los diferentes diagramas involucrados en el juego. 	Sí, encuesta al finalizar el juego.	NO
El juego del diálogo de educación de requisitos	Educación de requisitos de software.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Concientizar a los participantes sobre la importancia del diálogo asertivo y preciso en la educación de requisitos. 2. Interiorizar de forma práctica la transición entre el diálogo y un lenguaje gráfico para la especificación de requisitos (esquemas preconceptuales). 	Sí, encuesta al finalizar el juego.	NO
SimulES	Técnicas de educación de requisitos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar la importancia de las técnicas de educación de requisitos al inicio del desarrollo de un proyecto de software y, en general, para la captura de nuevo conocimiento. 2. Aplicar las técnicas de educación de requisitos observación y cuestionarios para construir los modelos intencionales para la implementación del juego SimulES. 	Sí, encuesta al finalizar el juego.	NO

(Continúa en página siguiente)

Continuación Tabla 4

Nombre	Componente Educativo			
	Temática	Objetivos instruccionales	Retroalimentación (S/N)	Monitoreo del progreso (S/N)
SimSoft	Gestión de riesgos en proyectos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Describir el proceso de gestión de riesgos en proyectos. 2. Aplicar el conocimiento y competencias en gestión de riesgos en proyectos en el escenario propuesto. 3. Desarrollar competencias interpersonales de comunicación y colaboración. 	Sí, encuesta antes y después del juego	Sí, según las respuestas que seleccionan los estudiantes a partir del escenario propuesto, se indica si son correctas o incorrectas con su justificación.
Riskware	Gestión de riesgos en proyectos de desarrollo de software.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocer la importancia de planear los riesgos a mitigar en un proyecto de desarrollo de software. 2. Identificar los riesgos asociados con un proyecto de desarrollo de software, junto con los recursos y controles necesarios para mitigarlos. 3. Enumerar los elementos a tener en cuenta al seleccionar los riesgos a mitigar en un proyecto de desarrollo de software: probabilidad de ocurrencia y magnitud del impacto. 	Sí, encuesta al finalizar el juego, donde se pregunta por el nivel de diversión y facilidad de aplicación del juego	NO
ProDec	Gestión de proyectos de software.	Gestionar exitosamente proyectos de desarrollo de software.	Sí, evaluación a los participantes a partir de rúbricas	NO
SCRUMIA	Marco ágil de trabajo Scrum.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fortalecer la comprensión de los conceptos de Scrum. 2. Ejercitar la aplicación de Scrum como marco ágil de trabajo para la gestión de proyectos de software. 	Sí, encuesta al finalizar el juego.	NO
Hard Choices	Deuda técnica en el proceso de desarrollo de software.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asociar la importancia del proceso de desarrollo de software con la restricción de tiempo de mercado para un producto de software. 2. Inferir que saltarse un paso en el proceso de desarrollo de software no es una decisión acertada. 3. Identificar la deuda técnica. 4. Trabajar en asuntos/ problemas del mundo real 	Sí, encuesta antes y después del juego.	NO
Anukarna	Revisión de código por pares.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comentar el código fuente antes de comenzar la revisión. 2. Usar listas de chequeo ayuda a mejorar los resultados de autores y revisores. 3. Verificar que los defectos pueden ser ajustados después de la revisión. 	Sí, encuesta al finalizar el juego.	Sí, Sistema o Tablero de puntos permanente
GetKanban	Kanban y Lean en la gestión de proyectos de software.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender el proceso completo de Kanban. 2. Aprender cómo interpretar un diagrama de flujo acumulado. 3. Identificar los efectos de los cuellos de botella en el flujo de trabajo. 	Sí, encuesta antes y después del juego.	NO

Continuación Tabla 4

Nombre	Componente Educativo			
	Temática	Objetivos instruccionales	Retroalimentación (S/N)	Monitoreo del progreso (S/N)
Floors	Estándar ISO/IEC 12207 sobre el ciclo de vida del software.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los elementos y fundamentos del estándar (procesos, buenas prácticas, etc). 2. Discutir e implementar diferentes procesos incluidos en el estándar. 	Si, encuesta al finalizar el juego.	NO
The Ethics Game	Ética en Ingeniería de Software.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocer la importancia de la ética en el quehacer del ingeniero de software. 2. Exponer a los participantes a dilemas éticos reales y evaluar el impacto de sus decisiones. 	SI, encuesta al finalizar el juego.	NO
Back to Penelope	Estimación de esfuerzo en ingeniería de software mediante el método COSMIC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocer la importancia de la estimación de esfuerzo en el desarrollo de software 2. Comprender el método COSMIC para la estimación de esfuerzo en el desarrollo de software. 	Si, encuesta al finalizar el juego	NO
SMELLWARE	Buenas prácticas en el desarrollo de software	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar smells, así como algunas de las mejores prácticas para resolverlos. 2. Reconocer los riesgos que representan los <i>code smells</i> en una solución informática. 	Sí, encuesta al finalizar el juego	NO

de juegos educativos, que tiene como ventaja no sólo incorporar variables asociadas con el propósito o público objetivo del juego, sino que se cuenta con una dimensión *componente educativo* donde se describe la temática, objetivos instruccionales y si el juego ofrece esquemas de retroalimentación y monitoreo del progreso de los participantes durante su aplicación. Esta dimensión constituye el principal aporte de esta clasificación, pues le informa al docente la temática a abordar, si es un juego para enseñar o comprobar un conocimiento previamente adquirido y, aún sin conocer el detalle del juego, los objetivos instruccionales le dan una idea de qué se puede lograr con los estudiantes al aplicarlo en el proceso de enseñanza.

Los resultados de la aplicación de la clasificación propuesta a 17 juegos publicados en artículos científicos permiten evidenciar que los juegos para ingeniería de software se enfocan básicamente en la simulación de una parte de la realidad (es decir, su género es la simulación) empleando materiales como cartas, tableros, piezas para armar y, en menor medida, videojuegos. Frente al nivel de conocimiento de los participantes, en la mayoría de los casos se requiere intermedio o avanzado, lo que implica que los participantes

deben tener ciertos conocimientos previos sobre la temática a abordar en el juego. Esto es consecuente con la variable *propósito* de la dimensión componente educativo, ya que su valor más frecuente es refuerzo y/o comprobación y, en menor medida, enseñanza (presentar por primera vez una temática).

Finalmente, se observa que todos los juegos revisados tienen mecanismos para obtener retroalimentación de los participantes respecto de su percepción del juego y aprendizaje logrado, que incluyen la aplicación de una encuesta al finalizar el juego, la realización de encuestas antes y después del juego y la definición de rubricas de evaluación de estudiantes. No obstante, sólo tres juegos cuentan con mecanismos para monitorear el progreso de los estudiantes durante su ejecución, lo que evidencia un desafío para los juegos de esta área respecto a la búsqueda de mecanismos eficientes para hacer seguimiento en tiempo real a las decisiones que toman y el aprendizaje alcanzado por los participantes.

A partir de estos resultados se proponen como líneas de trabajo futuro:

- 1) Refinar la clasificación propuesta incluyendo más elementos propios de la ingeniería de

software, como son modelos de procesos de desarrollo, hitos o entregables, roles en los equipos de desarrollo, buenas prácticas, entre otros.

- 2) Validar formalmente la clasificación propuesta a través de un experimento en el que docentes de ingeniería de software lo usen como instrumento de selección de juegos para la enseñanza y la valoración del nivel de aprendizaje alcanzado por los participantes en comparación con las estrategias tradicionales de enseñanza.
- 3) Construir un repositorio o herramienta de software disponible para los docentes de ingeniería de software, no sólo para consultar los juegos ya clasificados, sino para incluir otros juegos existentes en esta clasificación. Esta línea de trabajo futuro se complementa con la aplicación de la clasificación propuesta a un conjunto más amplio de juegos educativos divulgados en artículos y eventos científicos.
- 4) Diseñar juegos educativos que exploren otros géneros, además de simulación, como son estrategia o juegos tipo rompecabezas.
- 5) Enfocar el diseño de juegos educativos para ingeniería de software no sólo en temáticas de gestión de proyectos sino en otras áreas técnicas como diseño de software, arquitecturas de software o pruebas funcionales y no funcionales, por mencionar algunos. Igualmente, plantear juegos introductorios cuyo propósito sea enseñanza y no se requieran conocimientos previos de los participantes, como mecanismo de motivación a estudiantes en los primeros semestres de los programas relacionados con la ingeniería de software.

REFERENCIAS

- [1] Z.Y. Liu, Z. Shaikh and F. Gazizova. "Using the concept of game-based learning in education". *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*. Vol. 15 N° 14, pp. 53-64. 2020. e-ISSN: 1863-0383.
- [2] G. Haoran, E. Bazakidi and N. Zary. "Serious games in health professions education: review of trends and learning efficacy". *Yearbook of medical informatics*. Vol. 28 N° 1, pp. 240-248. 2020.
- [3] T.M. Leitão, L. Navarro, R.F. Cameira and E.R. Silva. "Serious games in business process management: a systematic literature review". *Business Process Management Journal*. Vol. 27 N° 3, pp. 685-721. 2021. e-ISSN: 1863-0383. DOI 10.1108/BPMJ-07-2020-0346.
- [4] M. Sousa. "Modern Serious Board Games: modding games to teach and train civil engineering students". 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 197-201. Porto, Portugal. April, 2020.
- [5] C.L. Goi. "The use of business simulation games in teaching and learning". *Journal of Education for Business*. Vol. 94 N° 5, pp. 342-349. 2019. ISSN: 1940-3356.
- [6] H.E. Vidergor. "Effects of digital escape room on gameful experience, collaboration, and motivation of elementary school students". *Computers & Education*. Vol. 166, pp. 104-118. 2021. ISSN: 0360-1315.
- [7] J. Kasvi. "Not Just Fun and Games: Internet Games as Training Medium". In: *Cosiga - Learning with Computing Simulation*. TKK, pp. 22-33. Espoo, Finland. 2000.
- [8] P. Bourque. "The SWEBOK Guide-More Than 20 Years down the Road". 2020 IEEE 32nd Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T), pp. 1-2. Munich, Germany. November, 2020. DOI: 10.1109/CSEET49119.2020.9206209.
- [9] V. Garousi, G. Giray, E. Tuzun, C. Catal and M. Felderer. "Closing the gap between software engineering education and industrial needs". *IEEE Software*. Vol. 37 N° 2, pp. 68-77. 2019. ISSN: 0740-7459.
- [10] T.M. Connolly, E.A. Boyle, E. MacArthur, T. Hainey and J.M., Boyle. "A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games". *Computers & Education*. Vol. 59 N° 2, pp. 661-686. 2012. DOI: 10.1016/j.compedu.2012.03.004.
- [11] N. Flores, A. Paiva and N. Cruz. "Teaching Software Engineering Topics Through Pedagogical Game Design Patterns: An Empirical Study". *Information*. Vol. 11 N° 3. 2020. ISSN: 2078-2489.
- [12] D. Michael and S. Chen. "Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform". Cengage Learning. 2005.
- [13] T. Susi, M. Johansson and P. Backlund. "Serious Games - An overview". *E-learning*. Vol. 73 N° 10, pp. 10-18. 2007.

- [14] B. Sawyer and P. Smith. "Serious Games Taxonomy". Game Developers Conference 2008.
- [15] F. Laamarti, M. Eid and A.E. Saddik. "An overview of serious games". International Journal of Computer Games Technology. Vol. 11. 2014.
- [16] A. Uskow and B. Sekar. "Serious games, gamification and game engines to support framework activities in engineering: Case studies, analysis, classifications and outcomes". 2014 IEEE International Conference on Electro/Information Technology (EIT), pp. 618-623. June, 2014.
- [17] R. Prieto de Lope and N. Medina-Medina. "A Comprehensive Taxonomy for Serious Games". Journal of Educational Computer Research. Vol. 55 N° 5, pp. 629-672. 2017. DOI: 10.1177/0735633116681301.
- [18] A. Calderón, M. Trinidad, M. Ruiz and R.V. O'Connor. "Towards a standard to describe and classify serious games as learning resources for software project management". European conference on software process improvement (EuroSPI 2018). Bilbao, Spain, pp. 229-239. September, 2018.
- [19] D. Rumeser and M. Emsley. "Can serious games improve project management decision making under complexity?". Project Management Journal. Vol. 50 N° 1, pp. 23-39. 2019.
- [20] D. Burgos, C. Tattersall and R. Koper. "Re-purposing existing generic games and simulations for e-learning". Computers in Human Behaviour. Vol. 23 N° 6, pp. 2656-2667. 2007. DOI: /10.1016/j.chb.2006.08.002.
- [21] F. Almeida and J. Simoes. "The role of serious games, gamification and Industry 4.0 tools in the Education 4.0 paradigm". Contemporary Educational Technology. Vol. 10 N° 2, pp. 120-136. 2019. e-ISSN: 1309-517X. DOI:10.30935/cet.554469.
- [22] G.P. Papanastasiou, A.S. Drigas and C. Skianis. "Serious Games in Preschool and Primary Education: Benefits and Impacts on Curriculum Course Syllabus". International Journal of Emerging Technologies in Learning. Vol. 11 N° 1, pp. 44-56. 2017. e-ISSN: 1863-0383.
- [23] M.T. Azizan, N. Mellon, R.M. Ramli and S. Yusup. "Improving teamwork skills and enhancing deep learning via development of board game using cooperative learning method in Reaction Engineering course". Education for Chemical Engineers. Vol. 22, pp. 1-13. 2018. ISSN: 1749-7728.
- [24] A. Santos, M. Souza, M. Dayrell and E. Figueiredo. "Game Elements for Learning Programming: A Mapping Study". 10th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU). Madeira, Portugal, pp. 89-101. March, 2018.
- [25] M.M. Alhammad and A.M. Moreno. "Gamification in Software Engineering Education: A Systematic Mapping". Journal of Systems and Software. Vol. 114, pp. 131-150. 2018. ISSN: 0164-1212.
- [26] M. J. Sousa and A. Rocha. "Leadership styles and skills developed through game-based learning". Journal of Business Research. Vol. 94, pp. 360-366. 2019. ISSN: 0148-2963.
- [27] A. Clear, A.S. Parrish, J. Impagliazzo and M. Zhang. "Computing Curricula 2020: introduction and community engagement". 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE'19), pp. 653-654. Minneapolis, USA. March, 2019.
- [28] N.M. Devadiga. "Software engineering education: Converging with the startup industry". 2017 IEEE 30th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T'17), pp. 192-196. Savannah, USA. 2017.
- [29] J. Offutt. "Putting the engineering into software engineering education". IEEE Software. Vol. 30 N° 3. 2013. ISSN: 0740-7459.
- [30] J.C. Riedel and J.B. Hauge. "State of the art of serious games for business and industry". 17th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE 2011), pp. 1-8. Aache, Germany. June, 2011.
- [31] V. Wattanasoontorn, I. Boada, R. García and M. Sbert. "Serious games for health". Entertainment Computing. Vol. 4 N° 4, pp. 231-247. 2013. ISSN: 1875-9521.
- [32] K. Katsaliaki and N. Mustafee. "Edutainment for sustainable development a survey of games in the field". Simulation & Gaming. Vol. 46 N° 6, pp. 647-672. 2015.
- [33] ISO/IEC. "ISO/IEC 12207: 2017 Systems and Software Engineering - Software life cycle processes". 2017. URL: www.iso.org/standard/63712.html

- [34] A. Baker, E.O. Navarro and A. Van der Hoek. "An experimental card game for teaching software engineering". 16th Conference on Software Engineering Education and Training. (CSEE&T 2003). Madrid, Spain, pp. 216-223. March, 2003.
- [35] C. Zapata and G. Awad. "Requirements Game: Teaching Software Projects Management". CLEI Electronic Journal. Vol. 10 N° 1, pp. 3-14. 2007. ISSN 0717-5000.
- [36] G. Taran. "Using games in software engineering education to teach risk management". Software Engineering Education & Training, 2007 (CSEET'07), pp. 211-220. Dublin, Ireland. July, 2007.
- [37] C. Zapata y M. Duarte. "El juego de la consistencia: Una estrategia didáctica para la ingeniería de software". Revista Técnica Ingeniería Universidad de Zulia. Vol. 31 N° 1, pp.1-10. 2008. e-ISSN: 2477-9377.
- [38] C. Zapata y G. Giraldo. "El juego del diálogo de educación de requisitos". Revista Avances en Sistemas e Informática. Vol. 31 N° 1, pp. 1-10. 2009. ISSN: 1657-7663.
- [39] E. Suescún, V. Werneck and J. do Prado-Leite. "Teaching software engineering with SimULES-W". 2011 24th IEEE-CS Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T'11). Honolulu, USA, pp. 31-40. 2011.
- [40] C. Caulfield, J. Xia, D. Veal and S.P. Maj. "A Systematic Survey of Games Used for Software Engineering Education". Modern Applied Science. Vol. 5 N° 6, pp. 28-43. 2011. ISSN: 1913-1844.
- [41] C. Zapata, M.C. Gómez-Álvarez and G. González-Calderón. "Riskware: a game for teaching software project risk management". Developments in Business Simulation and Experiential Learning: Proceedings of the Annual ABSEL conference. Vol. 40. Oklahoma, USA. 2013.
- [42] A. Calderón and M. Ruiz. "ProDec: a Serious Game for Software Project Management Training". The Eighth International Conference on Software Engineering Advances (ICSEA 2013), pp. 565-570. Venice, Italy. November, 2013.
- [43] C. Von Wangenheim, R. Savi and A. Ferreti. "SCRUMIA-An educational game for teaching SCRUM in computing courses". Journal of Systems and Software. Vol. 86, pp. 2675-2687. 2013. DOI: /10.1016/j.jss.2013.05.030.
- [44] L. Ganesh. "Board game as a tool to teach software engineering concept-Technical debt". 2014 IEEE Sixth International Conference on Technology for Education, pp. 44-47. Amritapuri, India. December, 2014.
- [45] R. Atal and A. Sureka. "Anukarna: A Software Engineering Simulation Game for Teaching Practical Decision Making in Peer Code Review". QuASoQ/WAWSE/CMCE@ APSEC, pp. 63-70. 2015.
- [46] V. T. Heikkilä, M. Paasivaara and C. Lassenius. "Teaching university students Kanban with a collaborative board game". 38th international conference on software engineering companion, pp. 471-480. Astin, USA. May, 2016.
- [47] U. Aydan, M. Yilmaz, P. Clarke and R. O'Connor. "Teaching ISO/IEC 12207 Software Lifecycle Processes: A Serious Game Approach". Computer Standards & Interfaces. Vol. 54, pp. 129-138. 2017. ISSN: 0920-5489.
- [48] M. Xenos and V. Vasiliki. "A Serious Game for Introducing Software Engineering Ethics to University Students". 21st International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL2018. Kos, Greece, pp. 263-274. September, 2018.
- [49] B. Marín, M. Vera and G. Giachetti. "An Adventure Serious Game for Teaching Effort Estimation in Software Engineering". IWSM-Mensura. pp. 71-86. 2019.
- [50] C.M. Zapata Jaramillo, M.C. Gómez-Álvarez y J.C. Hernández Palencia. "SMELLWARE: un juego para la enseñanza de buenas prácticas en el proceso de desarrollo de software". Ingeniare. Revista chilena de ingeniería. Vol. 28 N° 4, pp. 645-653. 2020. DOI: 10.4067/S0718-33052020000400645.