

# Elementos de Gamificación en el Contexto de Ingeniería de Software

Liliana Machuca-Villegas<sup>1,2</sup>, Gloria Piedad Gasca-Hurtado<sup>2</sup>, Luz Marcela Restrepo Tamayo<sup>2</sup>, Solbey Morillo Puente<sup>2</sup>

[liliana.machuca@correounivalle.edu.co](mailto:liliana.machuca@correounivalle.edu.co), [gpgasca@udem.edu.co](mailto:gpgasca@udem.edu.co), [lmrestrepo@udem.edu.co](mailto:lmrestrepo@udem.edu.co), [smorillo@udem.edu.co](mailto:smorillo@udem.edu.co)

<sup>1</sup> Universidad del Valle, Calle 13 # 100-00, 760032, Cali, Valle del Cauca, Colombia.

<sup>2</sup> Universidad de Medellín, Carrera 87 No. 30-65, 50026, Medellín, Colombia.

**Pages: 718–732**

**Resumen:** El potencial de la gamificación en el contexto de la ingeniería de software se basa en la hipótesis de que puede ayudar a enfrentar los desafíos relacionados con el tratamiento de factores sociales y humanos. Algunos de estos desafíos influyen en el compromiso, la comunicación y la motivación de los equipos de desarrollo de software, con impacto en su productividad. Sin embargo, la gamificación es un área de investigación reciente. Por lo tanto, es necesario identificar elementos de gamificación esenciales para la construcción de estrategias de gamificación que ayuden a enfrentar dichos desafíos. En este trabajo se presenta un análisis de los elementos de gamificación, a partir de una revisión sistemática de literatura. El propósito es determinar elementos de gamificación potenciales a pertenecer a un catálogo. Se realiza la selección de elementos utilizando técnicas para identificar los patrones en los elementos de gamificación más utilizados en este contexto.

**Palabras-clave:** Gamificación; Elementos de gamificación; Ingeniería de Software; Productividad; Desarrollo de software.

## *Gamification Elements in Software Engineering Context*

**Abstract:** The potential of gamification in the context of software engineering is based on the hypothesis that it can help to face the challenges related to the treatment of social and human factors. Some of these challenges influence the engagement, the communication and the motivation of software development teams, with an impact on their productivity. However, gamification is a recent research area. Therefore, it is necessary to identify essential gamification elements for the construction of gamification strategies that help to face these challenges. This paper presents an analysis of the gamification elements, based on a systematic literature review. The purpose is to determine viable gamification elements to belong to a catalog. The selection of elements is made using techniques to identify the patterns in the gamification elements most used in this context.

**Keywords:** Gamification; Gamification Elements; Software Engineering; Productivity; Software Development.

## 1. Introducción

El proceso de desarrollo de software enfrenta desafíos relacionados con el tratamiento de factores sociales y humanos (FSH) que influyen en el desempeño de los equipos de trabajo y su repercusión en el éxito de los proyectos de desarrollo de software. Esto como consecuencia de que el proceso de software se caracteriza por ser una actividad social regida por tareas centradas en los humanos (Yilmaz, 2013) (Amrit, Daneva, & Damian, 2014).

Ante este escenario y el interés por encarar dichos desafíos, surge la gamificación como una potencial herramienta para influir en el compromiso, la comunicación y la motivación de los equipos de trabajo en ingeniería de software (Pedreira, García, Brisaboa, & Piattini, 2015). Sin embargo, la gamificación es un área de investigación reciente. Por lo tanto, es necesario identificar elementos de gamificación para la construcción de estrategias que promuevan factores sociales y humanos e incidir en una mejora en el desempeño o en la productividad del equipo de trabajo (Machuca-Villegas & Gasca-Hurtado, 2019a).

En este artículo se presenta un análisis de los elementos de gamificación, a partir de la revisión sistemática de literatura (RSL) (Machuca-Villegas & Gasca-Hurtado, 2019c). Los elementos son estudiados en función de: i) su relación con las áreas de ingeniería de software, ii) los más predominantes, iii) su patrón de uso y iv) los resultados presentados en los estudios primarios. Desde las experiencias que reportan el uso de elementos de gamificación se puede extraer información útil tanto para la industria de software como para la academia. Esta información puede ayudar a plantear iniciativas de gamificación propias y personalizadas para promover la motivación, el compromiso y la colaboración entre sus participantes. Los resultados de este trabajo se suman a los presentados en (Machuca-Villegas & Gasca-Hurtado, 2019b).

También es necesario indicar que los resultados más relevantes de este trabajo constituyen la base para el diseño y construcción de un futuro catálogo de elementos de gamificación que reúna información desde el contexto de ingeniería de software.

El resto del artículo está estructurado así: en la sección 2, se presenta un resumen del marco teórico; en la sección 3, se describe la metodología y los resultados en cada fase; en la sección 4, se discuten los resultados; y, finalmente, en la sección 5 se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

## 2. Marco Teórico

### 2.1. Gamificación

La gamificación puede definirse como el uso de elementos de diseño de juegos en contextos de no juego (Deterring, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011). Su esencia se enfoca en que los participantes encuentren diversión en las tareas que deben realizar (Werbach & Hunter, 2012). Desde un contexto empresarial, la gamificación puede usarse para mejorar la productividad dentro de una organización, fortaleciendo la innovación y el compañerismo dentro del equipo de trabajo. Así mismo, puede usarse para mejorar la relación con los clientes, dirigida entonces, hacia el cumplimiento de objetivos de mercadeo (Werbach & Hunter, 2012).

Existen diferentes ámbitos en donde la gamificación está siendo aplicada, algunos de los más destacados son el comercio, la educación, la salud, los sistemas organizacionales, el trabajo, la innovación, entre otros. La intención de la gamificación es usar los elementos de juego seleccionados para lograr cambios en el comportamiento de un usuario, tales como un mayor compromiso, disfrute y motivación (Engedal, 2015).

## 2.2. Elementos de Gamificación

Los elementos de juego son herramientas a través de las cuales se construye un juego. Constituyen las piezas o partes que lo conforman. Desde el contexto de la gamificación, estos elementos están embebidos en las actividades que se desean gamificar, ya que la idea no es crear un juego completo sino usar algunos elementos para ser aplicados en el mundo real. De esta manera, se brinda más flexibilidad que un juego (Werbach & Hunter, 2012).

Existen diferentes enfoques de clasificación de los elementos de gamificación. Esto indica que no hay una clasificación de elementos de gamificación comúnmente definida y aceptada (Pedreira et al., 2015). (Souza, Veado, Teles, Figueiredo, & Costa, 2018) mencionan tres enfoques de clasificación de elementos de gamificación. El propuesto por (Deterding et al., 2011), en el que define cinco niveles de clasificación: i) patrones de diseño de interfaz del juego; ii) patrones y mecánicas de diseño de juego; iii) principios y heurísticas de diseño de juego; iv) modelos de juego y v) métodos de diseño del juego. El enfoque de (Zichermann & Cunningham, 2011) presenta el marco de trabajo MDA (Mechanics, Dynamics, Aesthetics). La propuesta de (Dicheva, Dichev, Agre, Angelova, & others, 2015) en el contexto de la educación presenta dos niveles de clasificación: i) mecánica del juego y ii) principios de diseño. Por otra parte, (Werbach & Hunter, 2012) distinguen tres categorías de elementos de gamificación: dinámicas, mecánicas y componentes.

Una lista de elementos de gamificación utilizados en el contexto de ingeniería de software se presenta en las siguientes secciones como parte de los resultados de este trabajo.

## 2.3. Factores sociales y humanos en el desarrollo de software

El desarrollo de software es considerado como una actividad centrada en las personas que no solo incluye aspectos de tipo técnico o tecnológico. El producto de software generado a partir de este proceso incorpora habilidades para la resolución de problemas, aspectos cognitivos e interacción social (Fernando Capretz, 2014). Bajo esta perspectiva, el factor social y humano juega un papel importante en la ingeniería de software, en cuyo caso puede influir en el desempeño del equipo de desarrollo. Los factores sociales y humanos pueden considerarse como características propias del ser humano que lo identifican en función de sus comportamientos desde una perspectiva social e individual (Cunha De Oliveira, 2017).

Existen trabajos orientados hacia el estudio de factores que influyen en la productividad del desarrollo de software. Estos trabajos presentan diferentes enfoques y clasificaciones de los factores, por ejemplo, (Wagner & Ruhe, 2008) muestran una lista de factores de productividad clasificados en dos categorías: factores técnicos y factores no técnicos (*soft*) y (Oliveira, Conte, Cristo, & Valentim, 2018) realizan una revisión terciaria acerca

de los factores que influyen en la productividad, clasificados en factores organizacionales y en factores humanos.

### 3. Metodología

La metodología que se llevó a cabo en esta investigación está compuesta por tres fases: 1) Parametrización del estudio, 2) Extracción de datos y 3) Tratamiento de elementos. Cada una de estas fases está descrita en términos de sus respectivas tareas que se describen en la Figura 1. La fase de parametrización del estudio consiste en establecer las preguntas de investigación que guían el proceso y elegir los estudios primarios. La segunda fase, donde se realiza el proceso de extracción de datos se basa en la revisión sistemática de literatura (Machuca-Villegas & Gasca-Hurtado, 2019c) conducida con anterioridad. En la fase de tratamiento de elementos de gamificación se realizan tareas asociadas a la clasificación y relación de elementos con: a) las áreas de ingeniería de software más representativas, b) los estudios primarios encontrados, c) la identificación de patrones de uso de los elementos de gamificación utilizando un dendograma y d) los resultados reportados en los estudios primarios.



Figura 1 – Metodología de investigación

#### 3.1. Parametrización del estudio

Esta fase inicia con la RSL (Machuca-Villegas & Gasca-Hurtado, 2019c), a partir de la cual se realiza un nuevo proceso de selección de estudios, aplicando nuevos criterios de exclusión (Tabla 1) con el propósito de identificar explícitamente la función de los elementos de gamificación y los resultados. De esta selección se obtienen 20 estudios primarios, la lista de ellos está disponible en el enlace [https://drive.google.com/file/d/1KsHXNOYVq-POTlw\\_101tBOF-HH41foA4/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1KsHXNOYVq-POTlw_101tBOF-HH41foA4/view?usp=sharing).

ID	CRITERIO
CE1	Estudios que sean secundarios
CE2	Estudios cuya experiencia se implemente con juegos serios
CE3	Estudios en donde no hay suficiente información para identificar elementos de gamificación

ID	CRITERIO
CE4	Estudios cuyo objetivo está dirigido a la búsqueda de conceptos de gamificación y no a la presentación de alguna solución apoyada en ella.
CE5	Estudios con escasa claridad o presentación explícita de la aplicación/utilización de la gamificación

Tabla 1 – Criterios de exclusión de estudios

También se definen las siguientes preguntas de investigación que orientan el trabajo:

- PI1: ¿En qué áreas de ingeniería de software se reporta uso de elementos de gamificación?
- PI2: ¿Cuáles son los elementos de gamificación más destacados?
- PI3: ¿Cuáles son los patrones de uso de los elementos de gamificación?
- PI4: ¿Qué resultados se han obtenido con la aplicación de elementos de gamificación?

### 3.2. Extracción de datos

En esta fase, se extrae información relacionada con los elementos de gamificación como base para responder las preguntas de investigación y llevar a cabo el tratamiento de dichos elementos. Se continúa utilizando el formulario de extracción planteado en (Machuca-Villegas & Gasca-Hurtado, 2019c) y se adicionan nuevos atributos para el análisis de los elementos, tales como i) dificultad o problema identificado; ii) objetivo a alcanzar con el uso de la gamificación; iii) resultados de la implementación y iv) FSH (Factor Social y Humano) relacionado. En la Tabla 2 se presenta un ejemplo del formulario de extracción de datos utilizado en este trabajo de investigación.

ID	EP5
<b>Título</b>	Applying Gamification in the Context of Knowledge Management
<b>Dificultades-problema</b>	Disminución en la participación procesos de gestión del conocimiento
<b>Elemento Gamificación</b>	Puntos, insignias, tabla de posiciones
<b>Objetivo a alcanzar con el elemento de gamificación</b>	Mejorar la participación en procesos de gestión del conocimiento en empresas de desarrollo de software, por medio de la gamificación
<b>Resultados de la implementación</b>	Aumento de la participación y la colaboración del grupo de trabajo. Mejora en los tres factores (participación, colaboración y contribución).
<b>FSH Relacionado</b>	Participación / Colaboración / Contribución

Tabla 2 – Formulario de extracción

### 3.3. Tratamiento de elementos de gamificación

Esta fase tiene como objetivo analizar los datos y responder a los planteamientos de la investigación. Se utilizó la frecuencia de uso para la clasificación de los elementos de gamificación, así como el diagrama de Pareto para determinar los elementos más

utilizados. En el caso de la identificación de patrones de uso de los elementos de gamificación se aplicó la técnica de agrupamiento empleando el índice Jaccard. Este índice mide el grado de similitud entre datos binarios (Real & Vargas, 1996), que corresponden en este caso a los elementos de gamificación incluidos en los artículos.

A continuación, se describen los resultados en función de la clasificación y relación de elementos con: a) las áreas de ingeniería de software más representativas (PI1), b) los estudios primarios encontrados y los elementos predominantes (PI2), c) la identificación de patrones de uso de los elementos de gamificación utilizando un dendograma (PI3), y d) los resultados de los estudios primarios (PI4).

### *Relación de elementos de gamificación y la ingeniería de software*

En la Tabla 3 se presenta una relación entre los elementos de gamificación y su frecuencia de uso en el contexto de ingeniería de software identificados en los estudios primarios.

Elemento	Contexto de gestión de proyectos de software o ingeniería de software							Frecuencia
	Riesgos	Seguimiento y control	Gestión del conocimiento	Proceso desarrollo de software	Requisitos de software	RH	Trazabilidad pruebas	
Restricciones	1							1
Emociones	1							1
Narración	1							1
Progresión	1			1		1		3
Relaciones	1			2				3
Retos	2			2	1	2	1	8
Opciones	1							1
Competición	2			1		1		4
Cooperación	1			1				2
Retroalimentación	2			3			1	6
Adquisición de recursos	1				1			2
Recompensas	1	1		1	2	3		8
Estados de victoria	1							1
Logros	1			2				3
Avatars	1				1	1	1	4
Combate	1							1
Desbloqueo de contenido	1							1
Tabla de posiciones	1		1	1	2	2		7
Niveles	2			3	1	2		8
Puntos	1	1	1	3	6	3	1	16
Gráficos	1							1
Misión o búsqueda	1					2		3

Elemento	Contexto de gestión de proyectos de software o ingeniería de software							Frecuencia
	Riesgos	Seguimiento y control	Gestión del conocimiento	Proceso desarrollo de software	Requisitos de software	RH	Trazabilidad pruebas	
Equipos	1				1			2
Bienes virtuales	1							1
Personalización	1							1
Propósito	1							1
Clasificaciones				1	1	1		3
Insignias	1		1	3	2	2		9
Tablero de control		1						1
Reputación							1	1
Tiempo invertido							1	1
Herramienta AUCD*					1			1
Roles					1			1
Exploración					1			1
Aprobaciones					1			1
Puntajes					2	1		3
Método 6 sombreros					1			1
Barra de progreso					2			2
Actividad					1			1
Incorporación					1	1		2
video de animación					1			1
Animación facial					1			1
Guion					1			1
Maestro de juego					1			1
Cuestionario					1			1
Cronómetro					1			1
Me gusta					1			1
Premio					1			1
Reglas claras						1		1
TOTAL	27	3	3	13	27	14		

Tabla 3 – Elementos de gamificación y contexto de ingeniería de software

### *Relación de elementos de gamificación identificados y estudios primarios*

El principio de Pareto sugiere que, en muchos fenómenos, el 80% de las consecuencias es producido por el 20% de las causas (Dunford, Su, Tamang, & Wintour, 2014). Con esta definición es posible focalizar el análisis en aquellos aspectos más relevantes, y su representación gráfica es conocida con el nombre de Diagrama de Pareto. Enmarcado en este estudio, dicho diagrama permite identificar los elementos de gamificación más

utilizados en los estudios primarios (Figura 2). Los elementos que se agruparon en ‘OTROS’, con frecuencia igual a 1, son personalización, propósito, tablero de control, reputación, tiempo invertido, herramienta AUCD, roles, exploración, aprobaciones, método 6 sombreros, actividades, video animación, animación facial, guion, maestro de juego, cuestionario, cronómetro, me gusta, premio, y reglas claras.



Figura 2 – Elementos de gamificación predominantes

### Patrones de elementos de gamificación

Los patrones de elementos de gamificación permiten la identificación de grupos de elementos más utilizados en estrategias de gamificación. El objetivo de la identificación de estos patrones es establecer los elementos potenciales a incluir en una estrategia de gamificación en el marco de la productividad de equipos de desarrollo de software. El propósito de este trabajo es identificar la relación de elementos más utilizados conjuntamente, para facilitar el diseño de estrategias de gamificación. Para este propósito, se ha generado un dendograma que sugiere los elementos relacionados en conjunto que deben ser parte de una estrategia de gamificación en virtud de su amplio uso y relación (Figura 3).

### Elementos de gamificación y su relación con los resultados de los estudios primarios

De acuerdo con el propósito de la estrategia de gamificación planteada en los estudios primarios se identifican resultados tales como los presentados en la Tabla 4. Se destaca el uso de más de un elemento de gamificación en el diseño de las estrategias. En la Tabla

5 se presenta un ejemplo de una fracción del formato de extracción de datos, donde se registró la relación establecida entre resultados y elementos de gamificación.

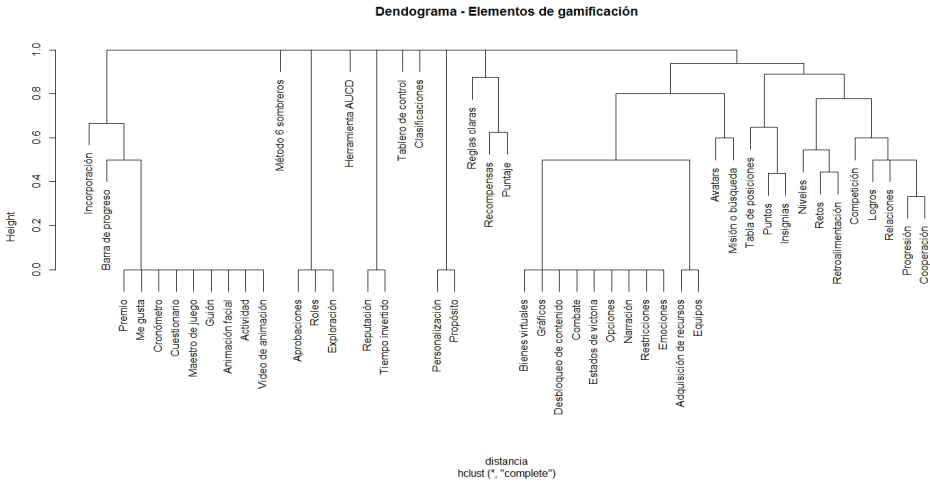


Figura 3 – Patrón de uso elementos de gamificación

ID	Resultado	FSH
R1	Incremento en la colaboración y participación de las actividades relacionadas con la elicitación de requisitos	Colaboración Participación
R2	Motiva en el desarrollo de actividades de elicitación de requisitos	Motivación
R3	Ayuda a identificar más requisitos	Desempeño Capacidad analista
R4	Mejora la productividad, calidad y creatividad en el proceso de elicitación de requisitos	Innovación Desempeño
R5	Incremento en la colaboración de las actividades relacionadas con la gestión de proyectos	Colaboración
R6	Adiciona diversión o hace la experiencia más agradable	Diversión Satisfacción
R7	Incremento en la velocidad del sprint	Desempeño
R8	Incremento en la participación, colaboración y contribución de actividades de gestión de conocimiento	Participación Colaboración
R9	Incremento en la motivación respecto a las actividades de SPI	Motivación
R10	Mejora el compromiso para el desarrollo de las tareas	Compromiso
R11	Motiva y orienta a los recién llegados a participar en el proyecto OSS	Motivación
R12	Mejora el cumplimiento/adopción de la convención de codificación	Capacidad Experiencia
R13	Mejora la productividad personal y organizacional	Desempeño
R14	Aumenta la motivación y el compromiso de los profesionales de software dentro del proceso.	Motivación Compromiso

ID	Resultado	FSH
R15	Aumento del compromiso y disposición de los participantes a utilizar las prácticas aprendidas	Compromiso
R16	Mejora el aprendizaje de estudiantes	Experiencia
R17	Manera divertida para aprender	Diversión
R18	Apertura para compartir el conocimiento de una manera divertida con los compañeros de trabajo	Compartir Conocimiento
R19	Motivación para adoptar buenas prácticas y herramientas	Motivación

Tabla 4 – Lista de resultados estudios primarios según su estrategia de gamificación y su relación con los FSH

Elemento	Resultados																
	R1	R2	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	
Progresión								1		1	1						
Relaciones	1			1	1			1									
Retos	2		1	1	1			1				1	1	1	1		
Competencia								1						1	1		
Cooperación								1									
Retroalimentación	1			1	1			1									
Adquisición de recursos		1			1												
Recompensas	1					1		1	1			1	1	1	1		
Logros								1									
Avatars	1		1							1	1						
Tabla de posiciones	1	1	1		1		1	1	1							1	
Niveles	2		1	1	1											1	
Puntos	4	2	1	1	2	1	1	1		1	1					1	
Gráficos								1									
Misión o búsqueda										1	1						
Equipos		1			1												
Clasificaciones	2			1	1												
Insignias	2		1	1	1		1	1		1	1					1	

Tabla 5 – Elementos de gamificación y su relación con los resultados de los estudios primarios

#### 4. Discusión

Se han encontrado 49 elementos de gamificación (Tabla 3) los cuales constituyen herramientas para el diseño de estrategias dedicadas a enfrentar desafíos relacionados

con el tratamiento de factores sociales y humanos asociados a el compromiso, la comunicación y la motivación de los equipos de desarrollo de software. A continuación, se presentan los hallazgos.

#### **4.1. Áreas de ingeniería de software asociadas con los elementos de gamificación**

Los elementos de gamificación identificados han sido utilizados para el planteamiento de propuestas de gamificación en contextos de ingeniería de software (Tabla 3), tales como: la gestión de riesgos, el seguimiento y control de proyectos de software, la gestión del conocimiento, el ciclo de vida del proceso de desarrollo, los requisitos de software, los recursos humanos (RH) y las pruebas, en algunos casos orientados hacia ambientes académicos y otros hacia la industria de software. La mayoría de los trabajos se dirigen hacia la gestión de requisitos, la gestión de RH y hacia un enfoque general dentro del proceso de desarrollo de software. Aunque el área de gestión de riesgos tiene un valor predominante de elementos de gamificación utilizados en las propuestas realizadas, dichos estudios primarios se enfocan en la propuesta sin relevancia evidente de su implementación.

Desde la gestión de riesgos de software se plantea motivar a los estudiantes y ayudar en el logro de las metas de aprendizaje del curso, en tanto que los elementos mayormente empleados son retos, competición, retroalimentación y niveles. Respecto al seguimiento y control, se propone incentivar la entrega rápida de historias de usuarios al recompensar a los equipos para que terminen antes de cada iteración, empleando elementos como recompensas, puntos y tablero de control. De igual manera, en la gestión del conocimiento se pretende motivar la participación y colaboración del equipo de trabajo, usando puntos, insignias y tabla de posiciones.

A nivel general, desde el proceso de desarrollo de software los objetivos planteados están dirigidos hacia el incremento en la motivación y el compromiso de los participantes en las tareas del desarrollo de software, destacándose los elementos retroalimentación, niveles, puntos e insignias. En el caso de la elicitación de requisitos de software predomina mejorar la comunicación, la participación y la colaboración entre los participantes del proyecto, para tal fin, los elementos más utilizados son puntos, recompensas, tabla de posiciones, insignias, puntuación y barras de progreso.

Desde el plano de la gestión del recurso humano se persigue motivar y comprometer a estudiantes y desarrolladores en la adopción de prácticas y herramientas. También, se identifican objetivos de mejora asociados a la interacción social entre los integrantes del equipo y la promoción de actividades de entrenamiento, implementando elementos, tales como: retos, recompensas, tabla de posiciones, niveles, puntos, misión o búsqueda e insignias. Finalmente, desde el contexto de las pruebas se busca generar motivación en el desarrollo de las tareas de trazabilidad de prueba-código influyendo en el compromiso de los participantes. En esta área se han utilizado los elementos retos, retroalimentación, avatar, puntos, entre otros.

Por otra parte, el elemento de gamificación puntos es el más utilizado y empleado en todos los contextos de ingeniería de software identificados, seguido por insignias y niveles que aparecen en casi todas las áreas mencionadas (Tabla 3). Mientras que el

elemento tabla de posiciones se emplea con frecuencia en contextos como requisitos de software y gestión del recurso humano. De igual manera, aparecen frecuentemente utilizados retos y recompensas, siendo recompensas el más utilizado en la mayoría de los contextos estudiados. Por su parte, los retos se emplean particularmente en la gestión de riesgos, el proceso de desarrollo de software y en la gestión de RH. Adicionalmente, se identifican dos grupos de elementos que se utilizan de manera aislada. Por un lado, están elementos como: restricciones, emociones, narración y progresión usados en el contexto de gestión de riesgo. Por otro lado, elementos como: roles, puntuación, barras de progreso, actividad usados en el contexto de gestión de requisitos, entre otros.

#### 4.2. Elementos de gamificación predominantes

El Diagrama de Pareto presentado en la Figura 2 indica que la mención de los elementos de gamificación identificados en los estudios primarios oscila entre 1 y 16 de los 49 elementos identificados. Se evidencia que 23 de dichos elementos representan el 79.53% de la frecuencia de utilización. Considerando que el propósito es identificar aquellos elementos más representativos en estudios de esta naturaleza, el elemento más frecuente es puntos con 16 ocurrencias, representando el 12.6%. A su vez, insignias ocupa la segunda posición con 9 ocurrencias (7.1%). Los elementos retos, recompensas y niveles tienen 8 ocurrencias cada uno, con un porcentaje de 6.3%. El elemento tabla de posiciones tiene 7 ocurrencias (5.5%) y el elemento retroalimentación tiene 6 (4.7%). Bajo este escenario, la atención de la investigación hacia los elementos de gamificación debería orientarse, principalmente, en el 79.53% de los elementos identificados. Estos elementos representan los más empleados en el contexto de ingeniería de software. Sin embargo, esto no significa que el 20% restante no serían considerados como elementos base para el catálogo.

#### 4.3. Patrones de uso de los elementos de gamificación

El dendograma de la Figura 3, construido utilizando el índice de Jaccard, indica si los elementos son estudiados de manera conjunta en un mismo estudio primario. De esta manera, los elementos premio, me gusta, cronómetro, cuestionario, maestro del juego, guión, animación facial, actividad y video de animación, fueron utilizados solamente en una fuente primaria, al igual que los elementos aprobaciones, roles y exploración.

En el lado derecho del dendograma se relacionan los elementos más mencionados en los estudios primarios. De acuerdo con el diagrama de Pareto, los elementos más mencionados son puntos e insignias, los cuales se consideran de manera conjunta en nueve estudios, y por ello están en el mismo árbol en el dendograma. De la misma manera, los elementos niveles, retos y retroalimentación se consideran de manera conjunta en cuatro estudios, sin embargo, retos y retroalimentación se estudian de manera conjunta en un estudio más. Por su parte, los elementos competición, logros, relaciones, progresión y cooperación pertenecen al mismo árbol en el dendograma porque se consideran en dos estudios. Finalmente, los elementos *avatars* y misión o búsqueda, se consideran de manera conjunta en dos estudios.

De los resultados mencionados, se identifican tres grupos que constituyen los patrones predominantes. A partir de estos patrones se establecerá la base del catálogo de

elementos de gamificación y su aprovechamiento para la definición de estrategias de gamificación a partir de su compatibilidad.

#### **4.4. Resultados de los estudios primarios y su relación con la aplicación de los elementos de gamificación**

Desde el contexto de los resultados y su relación con los elementos de gamificación, se percibe una tendencia a motivar a los participantes en la realización de cualquier tipo de tarea, así como de influir en la participación y la colaboración en actividades de trabajo. Esta relación de elementos y resultados prevé una función de los elementos en situaciones específicas en el área de ingeniería de software, es decir, situaciones en donde un elemento de juego ha sido utilizado.

Con el fin de proyectar la función de elementos de gamificación hacia la promoción de FSH que influyen en la productividad del desarrollo de software, se pueden identificar FSH en el contexto de la gamificación (Tabla 4). Dentro de los FSH predominantes está la motivación, la colaboración y la participación en las diferentes actividades del proceso de desarrollo. Otros FSH que se logran identificar con menos dominio son el compromiso, el desempeño, la innovación, la experiencia, el compartir conocimiento y el factor relacionado con la diversión, rasgo intrínseco de la gamificación. Los FSH mencionados han sido promovidos en su gran mayoría por los elementos retos, recompensas, tabla de posiciones, puntos e insignias.

### **5. Conclusiones**

Se identifica un conjunto de elementos de gamificación que pueden ser empleados en el diseño de un sistema gamificado, para cualquier contexto de la ingeniería de software, tanto a nivel educativo como industrial. Los resultados indican que hay una tendencia hacia la implementación de experiencias gamificadas en la gestión de requisitos y la gestión de RH principalmente.

Aunque los elementos puntos, insignias, retos, recompensas, niveles, tabla de posiciones y retroalimentación son los elementos más destacados, es necesario proponer el uso de otros elementos en el diseño de estrategias de gamificación con el fin proyectar mejores resultados. Además, es pertinente buscar la efectividad de su implementación.

Resultados acerca de la compatibilidad entre elementos de gamificación reflejan que la combinación de elementos PBL (Puntos, Insignias, Tabla de posiciones) sigue predominando aun cuando estos no son suficientes y se recomienda ir más allá de ellos (Werbach & Hunter, 2012).

Factores sociales y humanos como la motivación, la colaboración, la participación y el compromiso en las diferentes actividades del desarrollo de software se han encontrado dentro de los resultados de las estrategias implementadas en los estudios primarios. Se percibe la motivación como un factor transversal e inherente a desarrollarse en cualquier propuesta gamificada.

Los elementos de gamificación retos, recompensas, tabla de posiciones, puntos e insignias son candidatos a emplearse en la implementación de estrategias que promuevan FSH.

Finalmente, para dar continuidad a esta investigación se propone el diseño y construcción de un catálogo de elementos de gamificación utilizados en el contexto de ingeniería de software. Este catálogo podrá utilizarse en el contexto académico y empresarial como una guía descriptiva de elementos de gamificación para facilitar el proceso de selección de elementos en el diseño de una estrategia de gamificación.

## Referencias

- Amrit, C., Daneva, M., & Damian, D. (2014). Human factors in software development: On its underlying theories and the value of learning from related disciplines. A guest editorial introduction to the special issue. *Information and Software Technology*, 56(12), 1537–1542. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.07.006>
- Cunha De Oliveira, E. C. (2017). Factores de influência na produtividade dos desenvolvedores de organizações de software, (Figura 1), 0–99. <https://doi.org/616.89-008.47:616->
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness. *Schriften Zur Soziotechnischen Integration, Band 3*, 15(2), 2797. <https://doi.org/10.1081/E-ELIS3-120043942>
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., Angelova, G., & others. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75–88.
- Dunford, R., Su, Q., Tamang, E., & Wintour, A. (2014). The Pareto Principle. *The Plymouth Student Scientist*, 7(1), 140–148.
- Engedal, J. Ø. (2015). Gamification - a study of motivational affordances. *Department of Computer Science and Media Technology*, 1, 81.
- Fernando Capretz, L. (2014). Bringing the human factor to software engineering. *IEEE Software*, 31(2), 0–2. <https://doi.org/10.1109/MS.2014.30>
- Machuca-Villegas, L., & Gasca-Hurtado, G. P. (2019a). Aproximación de un modelo basado en gamificación para influir en la productividad de equipos de desarrollo de software Toward a Model based on Gamification to Influence the Productivity of Software Development Teams. In *CISTI 2019*.
- Machuca-Villegas, L., & Gasca-Hurtado, G. P. (2019b). Estrategias de gamificación con fines de mejora de procesos software en la gestión de proyectos. *Revista Ibérica de Sistemas E Tecnologias de Informação*.
- Machuca-Villegas, L., & Gasca-Hurtado, G. P. (2019c). Gamification for Improving Software Project Management Processes: A Systematic Literature Review. In J. Mejía, M. Muñoz, Á. Rocha, A. Peña, & M. Pérez-Cisneros (Eds.), *Trends and Applications in Software Engineering. CIMPS 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing* (pp. 41–54). Springer, Cham. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-01171-0\\_4](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-01171-0_4)

- Oliveira, E., Conte, T., Cristo, M., & Valentim, N. (2018). Influence Factors in Software Productivity - A Tertiary Literature Review. *Proceedings of the 30th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, 2018*, 68–103. <https://doi.org/10.18293/seke2018-149>
- Pedreira, O., García, F., Brisaboa, N., & Piattini, M. (2015). Gamification in software engineering - A systematic mapping. *Information and Software Technology, 57*(1), 157–168. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.08.007>
- Real, R., & Vargas, J. M. (1996). The Probabilistic Basis of Jaccard's Index of Similarity. *Systematic Biology, 45*(3), 380–385. <https://doi.org/10.1093/sysbio/45-3-380>
- Souza, M. R. D. A., Veado, L., Teles, R., Figueiredo, E., & Costa, H. (2018). A systematic mapping study on game-related methods for software engineering education. *Information and Software Technology, 95*(September 2017), 201–218. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.09.014>
- Wagner, S., & Ruhe, M. (2008). A Systematic Review of Productivity Factors in Software Development. *Software Productivity Analysis and Cost Estimation (SPACE 2008)*, 1–6. <https://doi.org/10.1.1.149.5309>
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking can Revolutionize your Business*. Philadelphia: Wharton Digital Press.
- Yilmaz, M. (2013). *A Software Process Engineering Approach to Understanding Software Productivity and Team Personality Characteristics: An Empirical Investigation Murat*. <https://doi.org/10.1145/291712.291759>
- Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps* (First Edit). O'Reilly Media, Inc. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

© 2020. This work is published under <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>(the “License”). Notwithstanding the ProQuest Terms and Conditions, you may use this content in accordance with the terms of the License.