



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Prácticas de ludificación en el desarrollo de software representadas en el núcleo de SEMAT

Juan Carlos Hernández Palencia

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de ingeniería
Departamento de Ciencias de la Computación y de la Decisión
Medellín, Colombia
2018

Prácticas de ludificación en el desarrollo de software representadas en el núcleo de SEMAT

Juan Carlos Hernández Palencia

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería de Sistemas

Director:

Ph.D. Carlos Mario Zapata Jaramillo.

Línea de Investigación:

Ingeniería de software

Grupo de Investigación:

Lenguajes computacionales

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas

Departamento de ciencias de la computación y la decisión.

Medellín, Colombia

2018

A nuestros padres

*A quienes no les interesa si llegas de primero,
solo anhelan que te alimentes bien y seas feliz.*

Agradecimientos

Al profesor Carlos Mario Zapata, por su paciencia, su apoyo como educador, guía y amigo.

Con total seguridad hablo por muchos al afirmar que a pesar de nuestros problemas, defectos y pataletas, él siempre cree que podemos, que somos capaces y que lo lograremos.

Gracias profe.

Resumen

Las prácticas de ludificación son estrategias y elementos característicos de los juegos aplicados en contextos que no son recreativos, con el fin de motivar, incrementar la productividad, lograr objetivos o afianzar el aprendizaje. Los juegos serios son formas de interacción que se diseñan con una intención adicional a la de sólo entretener. La ingeniería del software no es ajena al uso de dichas prácticas y su uso refleja actividades repetitivas, sugiriendo la existencia de patrones en su implementación. SEMAT (*Software Engineering Method and Theory*) es un estándar en la ingeniería de software que provee un lenguaje para representar métodos y prácticas. Diferentes autores definen representaciones de las prácticas de ludificación con diversos propósitos: definir los roles y responsabilidades involucrados, identificar sus elementos y permitir la simulación de dichas prácticas en escenarios virtuales. Algunas de estas representaciones se limitan a una determinada etapa o método del proceso de desarrollo de software y no reflejan el comportamiento de algunos elementos característicos de las estrategias de ludificación. Para solucionar los problemas enunciados, en esta Tesis de Maestría se propone una representación en el núcleo de SEMAT de las prácticas de ludificación usadas en la ingeniería del software: valoración cuantitativa de tareas y entrega de recompensas basadas en objetivos. Esta representación refleja las características que tienen en común las prácticas de ludificación en la ingeniería de software, permitiendo clasificar y comparar dichas prácticas, así como aplicarlas en los distintos métodos de desarrollo de software.

Palabras clave: Ludificación, SEMAT, Desarrollo de software.

Abstract

Gamification practices are strategies and elements of games to be applied in non-gaming contexts. Such strategies are intended to motivate, raise productivity, achieve goals, and improve learning processes. Serious games are ways to interact designed for entertainment and other purposes. Such practices can be also used in software engineering. Such usage reflects repetitive activities and exhibits patterns inside practice implementations. SEMAT (*Software Engineering Method and Theory*) is a software engineering standard which provides a language for representing methods and practices. Some authors represent gamification practices in order to define roles, responsibilities, and other elements for simulating such practices on virtual environments. Some representations are limited to specific activities or methods within software development processes and avoid behaviors of some characteristic elements inside gamification strategies. As a way to solve these problems, in this Master Thesis—by using the SEMAT Kernel—we propose a representation for gamification practices used in software engineering: quantitative task assessment and goal-based reward allocation. This representation exhibits common features gamification practices have within software development. This representation allows for classifying and comparing such practices and applying them on different software development methods.

Keywords: Gamification, SEMAT, Software development

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Abstract.....	X
Lista de ilustraciones.....	XII
Introducción	1
1. Marco teórico.....	5
1.1 Ludificación (<i>Gamification</i>)	5
1.2 Juegos serios (<i>Serious games</i>)	6
1.3 SEMAT.....	8
2. Antecedentes.....	13
2.1 Prácticas de ludificación.....	13
2.2 Representaciones de prácticas de ludificación	15
3. Definición del problema.....	23
4. Solución.....	25
4.1 Entrega de recompensas basada en objetivos	26
4.2 Valoración cuantitativa de tareas.....	27
5. Validación.....	31
5.1 Aplicación en diferentes métodos de desarrollo	31
5.2 Aplicación en ambiente real de trabajo.....	37
5.3 Aplicación en ambiente educativo	41
6. Conclusiones y trabajos futuros.....	45
6.1 Conclusiones.....	45
6.2 Trabajo futuro.....	46
Bibliografía	47

Lista de ilustraciones

	Pág.
Ilustración 1-1: Juegos serios.....	6
Ilustración 1-2: Ludificación y juegos serios.	7
Ilustración 1-3: Alfas, cosas con las que siempre se trabaja.	9
Ilustración 1-4: Espacios de actividad, cosas que siempre se hacen.	10
Ilustración 1-5: Elementos del núcleo de SEMAT.....	11
Ilustración 2-1: <i>Scrum Game</i> , representación entrega de producto con valor.	16
Ilustración 2-2: <i>SimulES-W</i> , representación entrega de productos.....	18
Ilustración 2-3: UAREI, tupla del caso de estudio.....	19
Ilustración 2-4: UAREI, representación formal.....	20
Ilustración 2-5: UAREI, representación no formal.....	21
Ilustración 4-1: Práctica de ludificación, entrega de recompensas basada en objetivos. ..	27
Ilustración 4-2: Práctica de ludificación, valoración cuantitativa de tareas.....	29
Ilustración 5-1: <i>Agile essentials</i>	32
Ilustración 5-2: <i>Agile essentials</i> con prácticas de ludificación.....	33
Ilustración 5-3: RUP <i>best practices</i>	34
Ilustración 5-4: RUP <i>best practices</i> con prácticas de ludificación.	35
Ilustración 5-5: Práctica de gestión de requisitos en el núcleo de SEMAT.	36
Ilustración 5-6: Ludificación en la práctica de gestión de requisitos.....	36
Ilustración 5-7: Formulario actividad de validación en industria.....	38
Ilustración 5-8: Pregunta, ¿Qué tan fácil es crear una práctica de ludificación?	39
Ilustración 5-9: Pregunta, ¿La práctica de ludificación mejoraría el desempeño?	40
Ilustración 5-10: Pregunta, ¿Qué aprendió de esta experiencia?	40
Ilustración 5-11: Pregunta, ¿Cuántos años de experiencia desarrollando software?.....	41
Ilustración 5-12: <i>SmellWare</i> , proyecto de software.....	42
Ilustración 5-13: <i>SmellWare</i> , encuesta de satisfacción y aprendizaje.....	43
Ilustración 5-14: <i>SmellWare</i> , prácticas de ludificación.....	44

Introducción

La ludificación (*gamification*) es cada vez más popular en los ámbitos educativos y de industria, dadas sus bondades para motivar y facilitar procesos de aprendizaje. Algunos autores definen la ludificación como estrategias y elementos característicos de los juegos aplicados en contextos que no son recreativos (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011). Estas estrategias se realizan con el fin de motivar, incrementar la productividad y lograr objetivos que se propone el equipo de trabajo o la organización a la que pertenecen.

Como la ludificación, también existe otro tipo de iniciativas como los juegos serios (*serious games*) que permiten usar los juegos para afianzar procesos de aprendizaje. Los juegos serios se pueden definir como una forma de interacción que se diseña con una intención adicional a la de sólo entretener (Zyda, 2005). Aunque la ludificación y los juegos serios se basan, en diferente medida, en elementos usados en juegos, ambas prácticas hacen uso de la lúdica para lograr objetivos concretos adicionales al hecho de entretener.

En distintas actividades propias de la ingeniería de software es cada vez más común encontrar implementaciones de prácticas de ludificación y juegos serios (Herranz & Colomo, 2012), debido al auge de la ludificación en otros ámbitos como las redes sociales y el *marketing*. (Dubois & Tamburrelli, 2013). La sistematización de un número cada vez mayor de etapas en el proceso de desarrollo de software facilita la implementación de estas prácticas de ludificación en ambientes reales de trabajo (Sheth, Bell, & Kaiser, 2012).

Por otro lado, la Esencia de SEMAT (*Software Engineering Method and Theory*) es un estándar en ingeniería de software que permite a los distintos actores usar prácticas de desarrollo para así componer métodos de trabajo. SEMAT provee un lenguaje para definir métodos y prácticas, con el cual se pueden representar dichas prácticas en un lenguaje transversal a todas las áreas de la ingeniería de software (Jacobson, Ng, McMahon, Spence, & Lidman, 2012).

A medida que se identifican las prácticas de ludificación en la ingeniería de software, estas implementaciones reflejan actividades repetitivas, sugiriendo la existencia de patrones al momento de su implementación. Estos patrones se identifican y plasman en representaciones gráficas. En algunas propuestas (Arnarsson & Jóhannesson, 2015; Fernandes, y otros, 2012; Gkritsi, 2011; Singer & Schneider, 2012; Snipes, Nair, & Murphy-Hill, 2014) no se consignan explícitamente esas prácticas ni se grafican, por lo cual no es posible trasladarlas a otros métodos de desarrollo. Diferentes autores (Gkritsi, 2011; Monsalve, Werneck, & Sampaio do Prado Leite, 2011; Ašeriškis, Blažauskas, & Damaševičius, 2017), definen representaciones de las prácticas de ludificación con diversos propósitos: definir los roles y responsabilidades involucrados, identificar sus elementos y permitir la simulación de dichas prácticas en escenarios virtuales. Todas estas iniciativas permiten la identificación de los actores, actividades y elementos necesarios para la ejecución de actividades de ludificación durante distintas etapas del proceso de construcción del software.

Los actuales modelos que se usan para representar prácticas de ludificación se suelen ligar con una sola etapa del proceso de desarrollo de software (Monsalve, Werneck, & Sampaio do Prado Leite, 2011) o limitan su aplicación únicamente a un método de desarrollo de software (Gkritsi, 2011). Algunos autores proponen representaciones más flexibles (Ašeriškis, Blažauskas, & Damaševičius, 2017), pero no reflejan el comportamiento presente en elementos característicos de las estrategias de ludificación.

Para solucionar los problemas enunciados, en esta Tesis de Maestría se propone una representación en el núcleo de SEMAT de las prácticas de ludificación usadas en la ingeniería del software: valoración cuantitativa de tareas y entrega de recompensas basadas en objetivos. Esta representación refleja las prácticas de ludificación usadas en la ingeniería del software y su aplicación para los distintos métodos de desarrollo de software.

La posibilidad de contar con una representación para describir las prácticas de ludificación usadas en la ingeniería de software, que se pueda ligar de forma transversal con los distintos métodos de desarrollo de software, facilita su implementación en un entorno real. Adicionalmente, sirve como marco de referencia para la comparación, adaptación, mejora y creación de nuevas prácticas. Se procura aumentar la posibilidad de éxito de los objetivos

propuestos para el equipo de trabajo al momento de usar estrategias de ludificación. La importancia de la presente propuesta, además de mostrar los factores comunes en una implementación de ludificación en proyectos de desarrollo de software, radica en que se puede aplicar en cualquier etapa del proyecto mismo e, inclusive, es independiente del método de desarrollo que se esté usando.

Esta Tesis de Maestría se organiza así: en el Capítulo 1 se presenta el marco teórico relacionado con los conceptos de ludificación, juegos serios y SEMAT; en el Capítulo 2 se describen representaciones gráficas de las prácticas de ludificación existentes en la literatura, así como la revisión de propuestas de ludificación aplicadas a la ingeniería de software que son sujetas a estudio; en el Capítulo 3 se describe el problema identificado; en el Capítulo 4 se propone una representación para solucionar el problema; en el Capítulo 5 se presenta la validación de la solución propuesta y, por último, en el Capítulo 6 se planean las conclusiones obtenidas y se presenta el trabajo futuro que se puede derivar de esta Tesis de Maestría.

1. Marco teórico

Para brindar contexto sobre el tema de esta Tesis de Maestría, en este Capítulo se muestran conceptos básicos sobre ludificación, juegos serios y SEMAT (*Software Engineering Method and Theory*).

Una de las técnicas que se usa para mejorar el compromiso, la motivación y el rendimiento de los individuos en un equipo de trabajo es la incorporación de mecanismos y elementos de juegos, de forma que la tarea a realizar sea más atractiva para quienes la deben ejecutar. Diversas propuestas de investigación incluyen la forma de aplicar estos mecanismos en distintas etapas de la ingeniería de software para aumentar el compromiso y los resultados de los equipos de trabajo. Entre estas alternativas cabe diferenciar dos acercamientos que definen la forma de materializar estos mecanismos de los juegos en las distintas actividades concernientes a la ingeniería del software: ludificación y juegos serios.

1.1 Ludificación (*Gamification*)

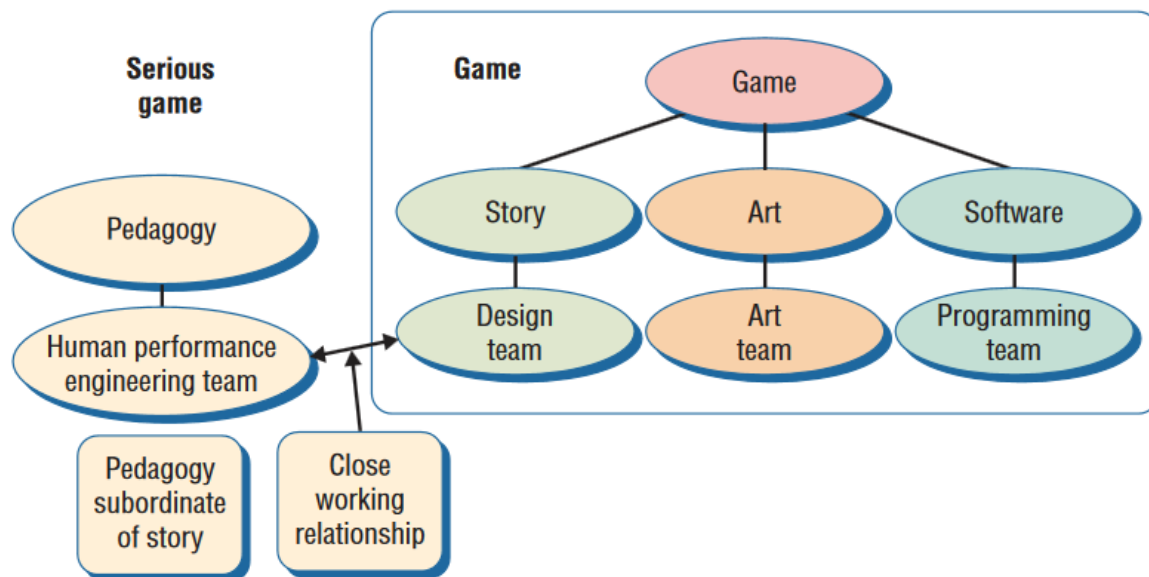
Las prácticas de ludificación son estrategias y elementos característicos de los juegos aplicados en contextos que no son recreativos (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011). Estas estrategias se realizan con el fin de motivar, incrementar la productividad, lograr objetivos que se propone el equipo de trabajo o la organización a la que pertenecen y afianzar el aprendizaje. En la ingeniería de software, existe una variedad de propuestas que evidencian la inquietud por el uso de estas prácticas en actividades afines al desarrollo del software (Herranz & Colomo, 2012). La adopción de estas prácticas de ludificación en la ingeniería de software presenta un auge en los últimos años, impulsado en buena medida por la sistematización de un número cada vez mayor de etapas en el proceso de desarrollo de software (Sheth, Bell, & Kaiser, 2012). Esto facilita la implementación de

estas prácticas en ambientes reales de trabajo, permitiendo que, con un menor esfuerzo humano, se pueda ofrecer una mejor experiencia en términos de lo que ludificación significa.

1.2 Juegos serios (*Serious games*)

Los juegos serios son formas de interacción que se diseñan con una intención adicional a la de sólo entretener (Zyda, 2005). Estos juegos facilitan los procesos de enseñanza y aprendizaje. En el caso de la ingeniería del software, se convierten en buenas herramientas para la enseñanza, al permitir realizar simulaciones del mundo real en un ambiente controlado (Zyda, 2005). En la Ilustración 1-1 se puede visualizar una comparación entre los elementos que aportan la experiencia lúdica cuando se trata de solo juegos y juegos serios.

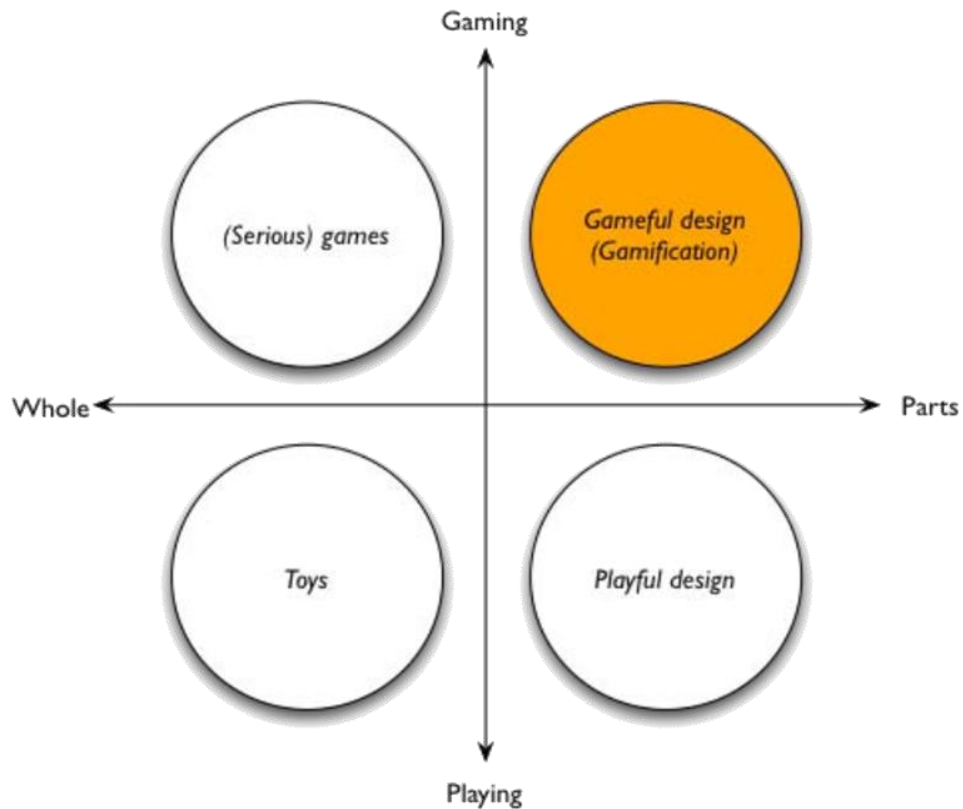
Ilustración 1-1: Juegos serios



Tomado de (Zyda, 2005)

Algunos autores (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011), con el ánimo de definir un marco sobre el cual poder clasificar estas prácticas, definen una separación entre ambos acercamientos: ludificación y juegos serios (véase la Ilustración 1-2).

Ilustración 1-2: Ludificación y juegos serios.



Tomado de (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011)

En este modelo se incluye, en el eje horizontal, lo que corresponden a los juegos en sí mismos o solo parte de ellos como la experiencia que se desea construir y, en el eje vertical, la diferencia entre el comportamiento libre y espontáneo del individuo (*playing*) y el comportamiento estructurado ceñido a reglas y condiciones (*gaming*; Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011). Según Deterding, Dixon, Khaled y Nacke (2011) cada cuadrante se puede interpretar como sigue:

Los juegos serios (*serious games*) se caracterizan por poseer un conjunto de reglas, restricciones y decisiones significativas con las que se trabaja juntas para lograr un

objetivo. Los juegos serios son tipos de juegos cuyo objetivo principal va más allá del juego en sí mismo.

Los juguetes (*toys*) no ofrecen un objetivo específico o reglas, ni ofrecen la posibilidad de tomar decisiones significativas que dirijan al usuario hacia algún objetivo.

El diseño lúdico (*playful design*) no es un juego, sino el análisis de elementos de los juegos que se usan en otros contextos. Al igual que los juguetes, no poseen reglas, objetivos o instrucciones y solo existen como experiencias para entretener a sus usuarios.

La ludificación (*gamification*) no ofrece una experiencia de juego completa, sino que se limita a usar elementos de juegos en contextos diferentes, pero esta vez posee un propósito adicional al de solo entretener.

1.3 SEMAT

SEMAT (*Software Engineering Method and Theory*) es un estándar en la ingeniería de software que permite a los distintos actores usar prácticas de desarrollo para componer métodos de trabajo. SEMAT provee un lenguaje transversal a todas las áreas de la ingeniería de software para definir métodos y prácticas (Jacobson, Ng, McMahon, Spence, & Lidman, 2012).

Entre los objetivos de SEMAT se encuentra resolver uno de los inconvenientes presentes en la ingeniería de software: “la gran cantidad de métodos y variantes de métodos, con diferencias que poco se entienden y que se magnifican artificialmente” (Jacobson y otros, 2013). Los distintos métodos de desarrollo de software poseen prácticas comunes cuya comparación es difícil, por pertenecer a contextos de trabajo diferentes.

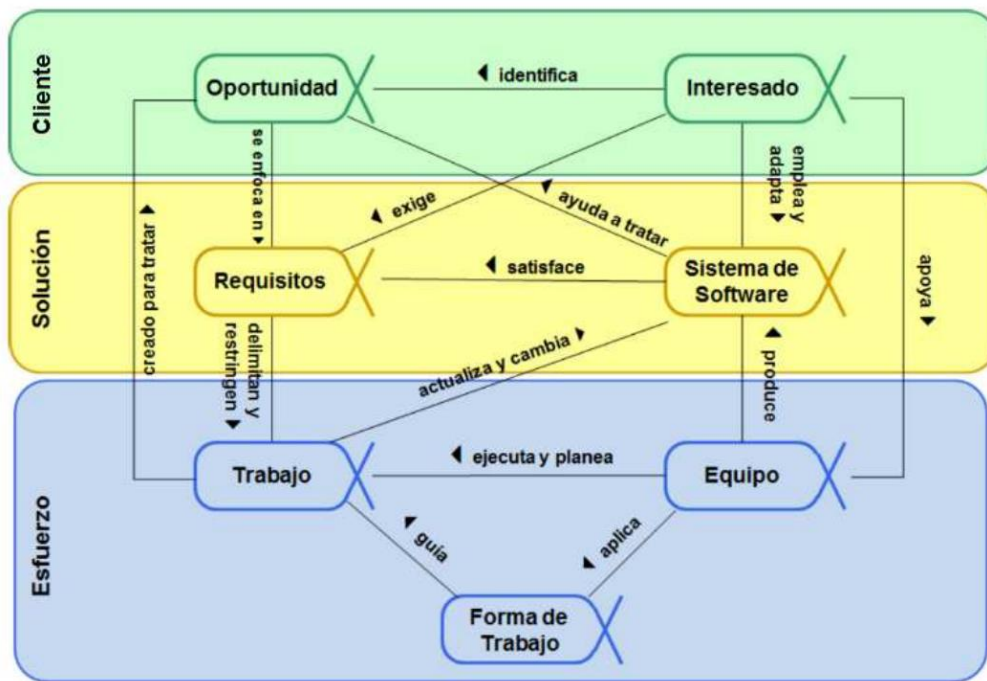
SEMAT ofrece un marco de trabajo para describir acciones y elementos universales en la ingeniería del software para conformar una definición que acepte toda la comunidad de

desarrollo. Esto permite la comprobación de mejores prácticas, así como su discusión, aplicación, evaluación, medición, mejoramiento e intercambio (Jacobson y otros, 2013).

El núcleo de SEMAT incluye los “alfas” que corresponden a “cosas con las que siempre se trabaja” (véase la Ilustración 1-3), seguido de los espacios de actividad: “cosas que siempre se hacen” (véase la Ilustración 1-4) cuando se trabaja en el desarrollo de software (Jacobson y otros, 2013).

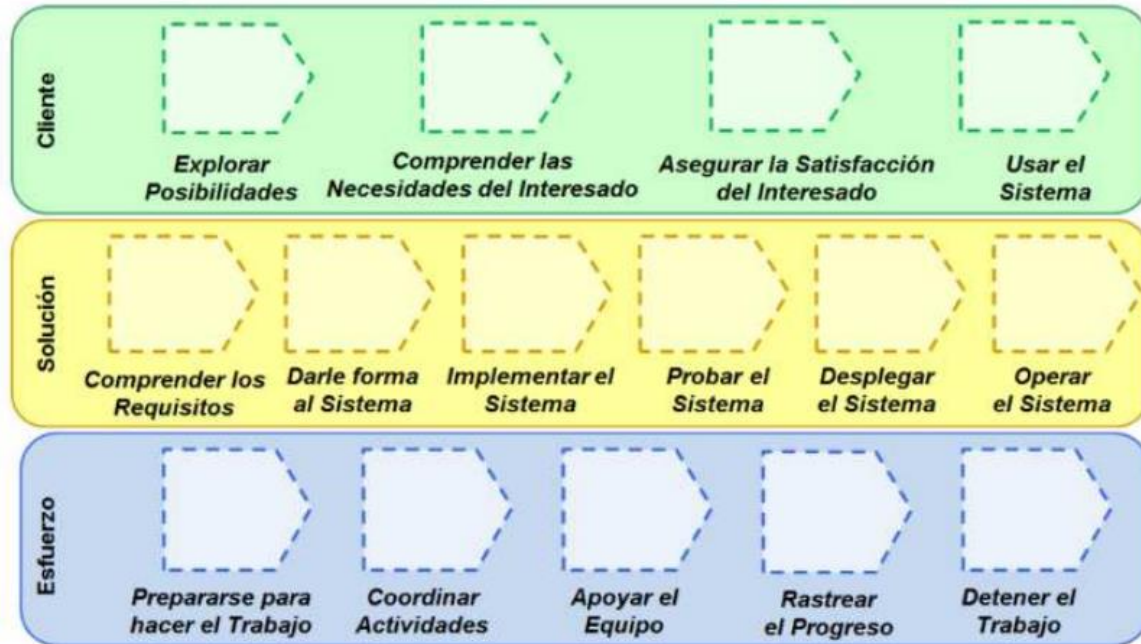
SEMAT incluye tres áreas de interés comunes a la ingeniería de software. A cada una se asigna un color diferente: cliente (verde), solución (amarillo) y esfuerzo (azul). Esto facilita su entendimiento y seguimiento al señalar a cual área de interés corresponden los alfas y espacios de actividad (OMG, 2015; Véanse las Ilustraciones 1-3 y 1-4).

Ilustración 1-3: Alfas, cosas con las que siempre se trabaja.



Tomado de (Jacobson y otros, 2013)

Ilustración 1-4: Espacios de actividad, cosas que siempre se hacen.

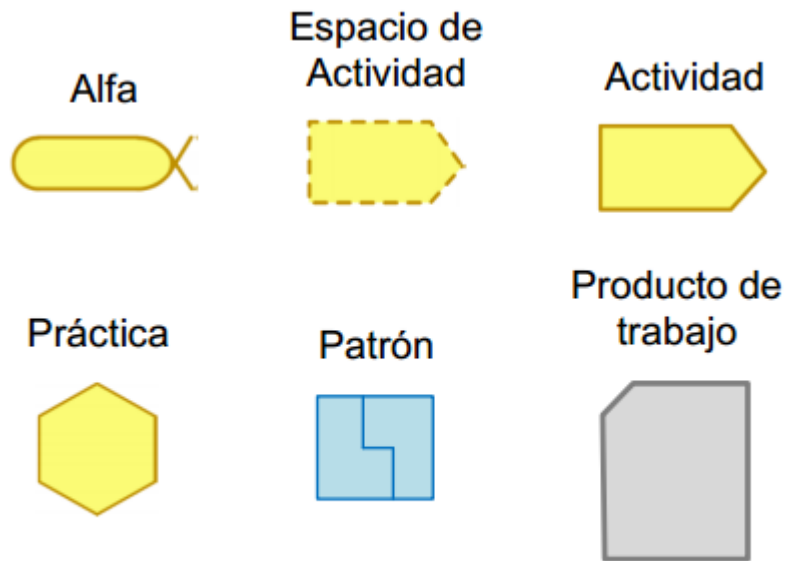


Tomado de (Jacobson y otros, 2013)

SEMAT incluye un conjunto de elementos que sirven para relacionar y referenciar los métodos de desarrollo de software (OMG, 2015). A continuación se resumen dichos elementos (véase la Ilustración 1-5):

- Alfa: define las cosas que el equipo de trabajo debe administrar, producir y usar en el proceso de desarrollo.
- Espacio de actividad: representa las cosas esenciales que se debe hacer para desarrollar un sistema de software.
- Actividad: define tipos de productos de trabajo o tareas y brinda orientación sobre cómo utilizarlos.
- Práctica: grupo de elementos necesarios del núcleo de SEMAT para expresar una guía de trabajo que persigue un objetivo específico.
- Patrón: descripción de la estructura de una práctica o el rol de un actor.
- Producto de trabajo: artefacto de valor en la ingeniería de software. Puede ser un documento o parte de un sistema, entre otros.

Ilustración 1-5: Elementos del núcleo de SEMAT.



Tomado de (OMG, 2015)

2. Antecedentes

En este Capítulo se presentan algunas propuestas de ludificación y juegos serios que se usan en la ingeniería del software y la representación de prácticas de ludificación y propuestas presentes en la literatura.

2.1 Prácticas de ludificación

A continuación algunas propuestas de ludificación y juegos serios identificados durante la revisión de literatura de prácticas de ludificación y juegos serios que se usan en la ingeniería de software.

Improving Unit Testing Practices with the Use of Gamification.

(Arnarsson & Jóhannesson, 2015)

Propuesta de ludificación.

Los autores crean una herramienta llamada GUnit donde se recopila automáticamente información de distintos eventos durante el proceso de creación de pruebas unitarias. La aplicación cuenta con reglas que permiten asignar puntajes al desempeño del desarrollador que crea las pruebas unitarias. Ejemplos de asignación de puntajes: crear 50 pruebas unitarias nuevas y aumentar el porcentaje de cobertura del código fuente. A medida que el desarrollador avanza, la aplicación le asigna medallas y publica un *ranking* con los desarrolladores que más puntaje acumulen a la fecha.

It Was a Bit of a Race: Gamification of Version Control.

(Singer & Schneider, 2012)

Propuesta de ludificación.

Los autores proponen un sistema software que permite realizar el análisis sobre los cambios presentados durante un periodo en el sistema de control de versiones de código fuente de un equipo desarrollador de software. La herramienta únicamente permite realizar conteos de la cantidad de *commits* que realizan los integrantes del equipo de desarrollo. Esta cantidad de *commits* se consolida en una lista y se publica a manera de muro de una red social donde, igualmente, los participantes pueden comentar sobre las actividades que realiza cada integrante.

iThink: A game-based approach towards improving collaboration and participation in requirement elicitation.

(Fernandes y otros, 2012)

Propuesta de ludificación.

Esta herramienta intenta promover la participación y la colaboración entre los usuarios en la etapa de educación de requisitos. Los autores proponen una barra de progreso y una asignación de puntos que los participantes pueden adquirir. Ejemplos de actividades para ganar puntos: un usuario define un nuevo requisito; un usuario revisa un requisito; un usuario comenta un requisito. Estas actividades alimentan una barra de progreso que todos los integrantes del equipo de trabajo pueden percibir.

Experiences Gamifying Developer Adoption of Practices and Tools.

(Snipes, Nair, & Murphy-Hill, 2014)

Propuesta de ludificación.

Esta herramienta consiste en un *plug-in* del entorno de desarrollo Visual Studio^(TM). Con esta herramienta se hace seguimiento de las actividades que realiza el desarrollador durante la sesión en la que desarrolla. En este *plug-in* se identifica cuando el desarrollador ejecuta ciertos comandos que representan las buenas prácticas para navegar en el código fuente, por ejemplo: abrir el archivo que define una clase usando los atajos rápidos, ubicar

rápidamente un método de una clave o dirigirse a una línea de código en particular. Cada vez que el desarrollador ejecuta un patrón de navegación identificado como una buena práctica, también aumenta el puntaje del desarrollador. Con los puntajes de un grupo de desarrolladores se genera un *ranking* que se publica para que todos los desarrolladores conozcan el progreso de sus pares.

El uso de prácticas de ludificación en la ingeniería de software refleja actividades repetitivas, sugiriendo la existencia de patrones al momento de la implementación de dichas prácticas.

Sin embargo, en las propuestas de esta Sección, las prácticas de ludificación no son explícitas y no se representan gráficamente, lo que dificulta su aplicación sistemática en métodos de desarrollo diferentes.

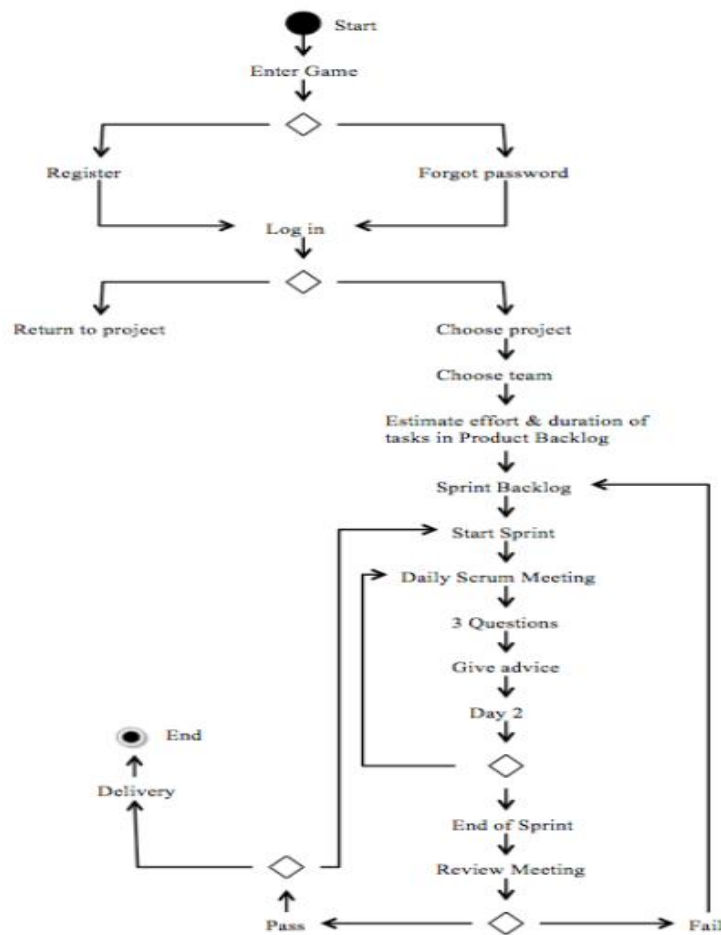
2.2 Representaciones de prácticas de ludificación

Las representaciones de prácticas de ludificación existentes en la literatura presentan, en general, las actividades y elementos propios de las prácticas de ludificación, con el fin de señalar el funcionamiento de la práctica de forma general. Sin embargo, estas representaciones se enfocan únicamente en algunas etapas del proceso de desarrollo de software o se ligan directamente con un método de trabajo. A continuación, se analizan algunas propuestas donde se representan prácticas de ludificación.

Scrum Game: an agile software management game.

El autor (Gkritsi, 2011) propone una representación de la implementación de un proyecto de software en forma de un juego. En esta representación (véase la Ilustración 2-1) se muestran las etapas del ciclo de vida de un proyecto de desarrollo de software basado en el método de desarrollo ágil *SCRUM*. En ella se ilustran las actividades y los productos de dichas actividades que son necesarios para lograr el objetivo. No se definen explícitamente en el diagrama, pero la propuesta incluye algunas etapas donde se asignan puntos a los participantes que realicen actividades que se desean estimular. Este acercamiento se puede adaptar únicamente a proyectos de desarrollo que implementen el método *SCRUM*.

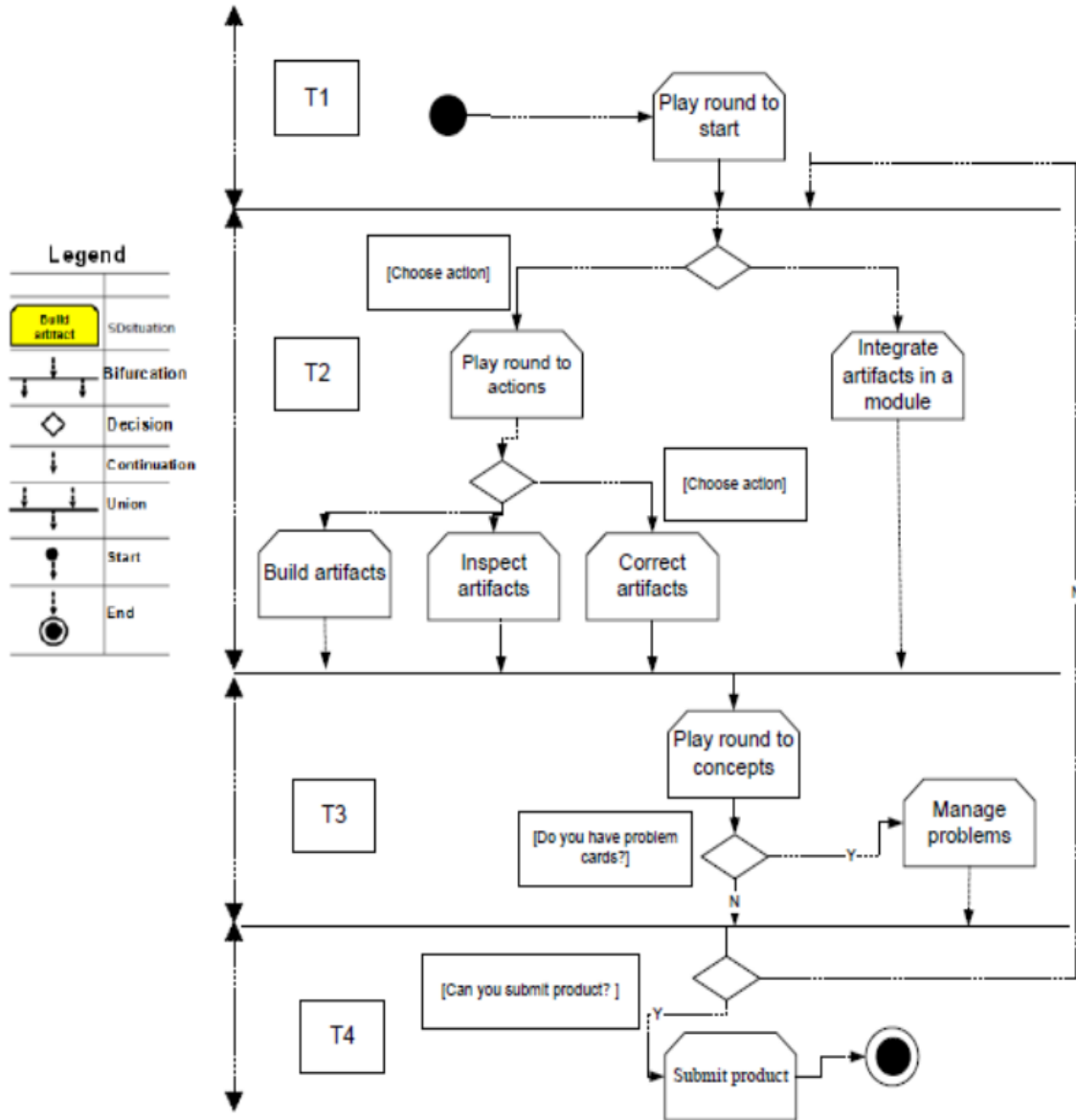
Ilustración 2-1: *Scrum Game*, representación entrega de producto con valor.



Tomado de: (Gkritsi, 2011)

Teaching software engineering with SimuES-W.

Los autores (Monsalve, Werneck, & Sampaio do Prado Leite, 2011) proponen una representación (véase la Ilustración 2-2) para describir el proceso de entrega de artefactos, haciendo uso de lo que los autores llaman situaciones se representan eventos propios del proceso de desarrollo de ingeniería del software. En esta representación se ilustran las acciones que se deben realizar para la construcción y entrega de artefactos que son resultado de un esfuerzo de los equipos de trabajo en proyectos de desarrollo de software. Esta representación puede abarcar el proceso de construcción de los distintos productos de software que puede generar un equipo de desarrollo, pero sólo aplica para la parte del equipo encargada de generar dichos artefactos, dejando por fuera otras áreas de interés en el proceso de desarrollo de software. En términos de SEMAT, esta propuesta contempla el área de interés de la solución, pero deja de lado al cliente y el esfuerzo.

Ilustración 2-2: *SimulES-W*, representación entrega de productos.

Tomado de (Monsalve, Werneck, & Sampaio do Prado Leite, 2011)

UAREI: A model for formal description and visual representation /software gamification.

Los autores (Ašeriškis, Blažauskas, & Damaševičius, 2017) proponen una especificación formal para la ludificación asistida con un sistema software. Los autores parten de la definición de un sistema de ludificación como la tupla: $G = \{U, A, R, E, I\}$, donde:

- U: representa los usuarios que interactúan con el sistema.
- A: representa las acciones que disparan comportamientos del sistema.
- R: representa las reglas que encapsulan la lógica interna del sistema.
- E: representa las entidades de datos o almacenes de información.
- I: representa las interfaces que definen la forma como se visualizan los datos.

Luego, mediante la definición de reglas y relaciones entre estos elementos, se logra la representación formal de la práctica de ludificación en cuestión.

Para explicar el funcionamiento del modelo, los autores muestran un caso de estudio de un sistema de ludificación llamado Trogon PMS. En este caso, los valores para cada variable de la tupla $G = \{U, A, R, E, I\}$ son (véase Ilustración 2-3):

- U: empleados.
- A: finalizar una tarea.
- R: recibir puntos, recibir medalla.
- E: usuarios, medallas, tareas y puntos.
- I: tabla de clasificación.

Ilustración 2-3: UAREI, tupla del caso de estudio.

$$\left\{ \begin{array}{l} \{U_{employee}\}, \\ \{A_{finishtask}\}, \\ \{R_{recievepoints}, R_{recievebadge}\}, \\ \{E_{user}, E_{badges}, E_{tasks}, E_{points}\}, \\ \{I_{leaderboard}\} \end{array} \right\}$$

Tomado de (Ašeriškis, Blažauskas, & Damaševičius, 2017)

Paso seguido, los autores crean las reglas y relaciones derivadas de la tupla UAREI, generando la representación formal que luego se puede interpretar en un computador (véase la Ilustración 2-4).

Ilustración 2-4: UAREI, representación formal.

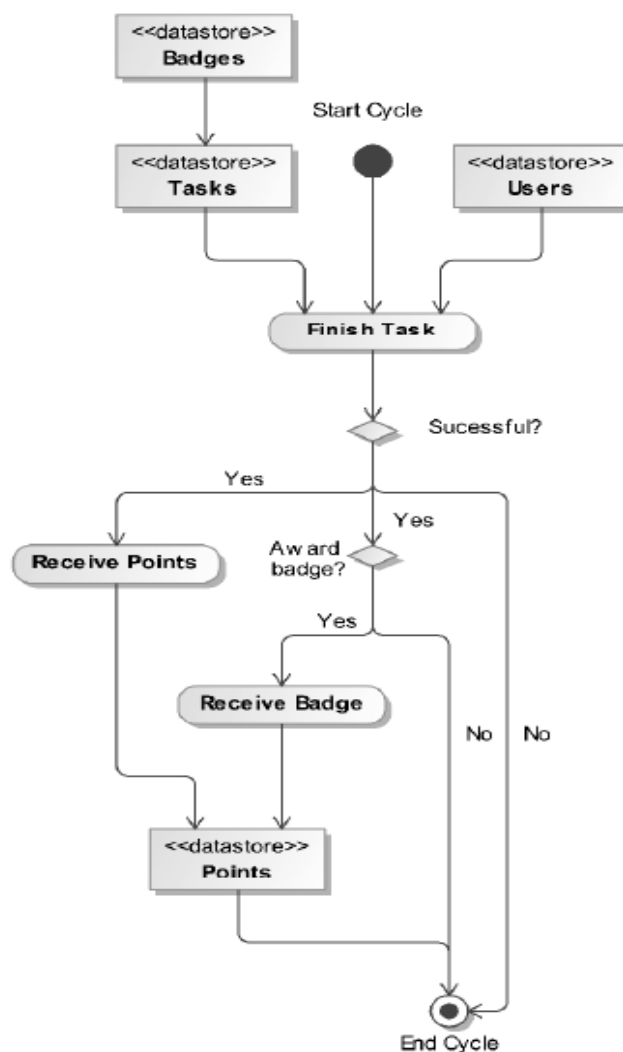
$$\begin{aligned}
 G_{TROGON} = & \left\{ \begin{array}{l} U_{employee} = \{\{L_{finishtask}\}, S_{random}\} \\ A_{finishtask} = \{\{L_{recievepoints}, L_{recievebadge}\}, S_{random}\} \\ R_{recievepoints} = \{\{L_{points}\}, r_{recievepoints}(C, M) = 5\} \\ R_{recievebadge} = \{\{L_{points}\}, r_{recievebadge}(C, M) \\ = \left\{ \begin{array}{l} \sum_i^{E_{points_{B_i}}} (E_{points_i} \cdot 1.2) + r_{recievepoints}(C, M) \cdot 1.4, \text{if } E_{task_i} \xrightarrow{\text{badge}} B_i \text{ and count}(E_{points_{B_i}}) = 5 \\ r_{recievepoints}(C, M) \cdot 1.4, \text{if } E_{task_i} \xrightarrow{\text{badge}} B_i \text{ and count}(E_{points_{B_i}}) > 5 \\ r_{recievepoints}(C, M) \cdot 1.2, \text{if } E_{task_i} \xrightarrow{\text{badge}} B_i \text{ and count}(E_{points_{B_i}}) < 5 \\ 0, \text{if } E_{task_i} \xrightarrow{\text{badge}} \emptyset \end{array} \right. \\ \\ E_{user} = \{S_{user}, \{D_{john}\}, \{L_{users}\}\} \\ E_{badges} = \{S_{badges}, \{D_1, \dots, D_9\}, \{L_{tasks}\}\} \\ E_{tasks} = \{S_{tasks}, \{D_{B_1}, \dots, D_{B_9}, D_1, \dots, D_4\}, \{L_{finishtask}\}\} \\ E_{points} = \{S_{points}, \{\emptyset\}, \{L_{leaderboard}\}\} \\ l_{leaderboard} = \{\{L_{users}\}, Q_{leaderboard}\} \\ \\ R_{recievebadge} = \{\{L_{points}\}, r_{recievebadge}(C, M) = \\ \left\{ \begin{array}{l} \sum_i^{E_{points_{B_i}}} (E_{points_i} \cdot 1.2) + r_{recievepoints}(C, M) \cdot 1.4, \text{if } E_{task_i} \xrightarrow{\text{badge}} B_i \text{ and count}(E_{points_{B_i}}) = 5 \\ r_{recievepoints}(C, M) \cdot 1.4, \text{if } E_{task_i} \xrightarrow{\text{badge}} B_i \text{ and count}(E_{points_{B_i}}) > 5 \\ r_{recievepoints}(C, M) \cdot 1.2, \text{if } E_{task_i} \xrightarrow{\text{badge}} B_i \text{ and count}(E_{points_{B_i}}) < 5 \\ 0, \text{if } E_{task_i} \xrightarrow{\text{badge}} \emptyset \end{array} \right. \} \text{here } S_{user}, S_{badges}, S_{tasks}, \\ S_{points} \text{ define data schema.} \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Tomado de (Ašeriškis, Blažauskas, & Damaševičius, 2017)

Las prácticas de ludificación se reducen a la tupla que proponen por los autores, con lo cual se puede modelar el funcionamiento del sistema de ludificación, permitiendo incluso la simulación del comportamiento del sistema.

Por otro lado, los autores muestran un modelo no formal de la propuesta (véase la Ilustración 2-5).

Ilustración 2-5: UAREI, representación no formal.



Tomado de (Ašeriškis, Blažauskas, & Damaševičius, 2017)

En su versión formal y la no formal, esta representación se puede aplicar a cualquier proceso o método de desarrollo de software. Permite asignar puntajes y medallas en función de las actividades que se finalicen durante el ejercicio de ludificación. Considerando su flexibilidad, esta propuesta carece de la definición del objetivo de la experiencia de ludificación, qué se quiere lograr al finalizar la experiencia y cómo se determina si es exitosa. Adicionalmente, este modelo sólo considera que la finalización de tareas es la única forma de recompensar a los participantes, dejando de lado ejemplos de

ludificación en la ingeniería de software donde no se recompensa una actividad sino cuando un producto cumple ciertas características.

Las prácticas de ludificación de esta Sección, si bien tienen representaciones gráficas relativamente independientes del método en que se aplican, representan una simbología propia, que no se puede combinar con representaciones de prácticas de desarrollo de software, lo cual dificulta su aplicación.

3. Definición del problema

En la medida en que las experiencias de ludificación y juegos serios se adoptan en los proyectos de desarrollo de software, surgen cada vez nuevas propuestas sobre la forma como estas experiencias se implementan. Cuando se desea recurrir a estas alternativas lúdicas no existe una forma de referenciar y modelar estas prácticas e identificar sus patrones de uso y contextos en los que se aplican.

En la Sección 2-1, se analiza una muestra de prácticas de ludificación usadas en la ingeniería de software (Arnarsson & Jóhannesson, 2015; Fernandes, y otros, 2012; Gkritsi, 2011; Singer & Schneider, 2012; Snipes, Nair, & Murphy-Hill, 2014). Allí se identifica que ninguna de las propuestas hace explícitas las prácticas de ludificación empleadas, así como tampoco poseen una representación gráfica de las mismas.

En la Sección 2-2, se analizan representaciones de prácticas de ludificación disponibles en la literatura donde se identifica que permiten modelar una sola etapa del proceso de desarrollo de software (Monsalve, Werneck, & Sampaio do Prado Leite, 2011) y su aplicación se limita únicamente a un método de desarrollo de software (Gkritsi, 2011). A pesar de contar con propuestas que proponen representaciones más flexibles (Ašeriškis, Blažauskas, & Damaševičius, 2017), capaces de considerar diferentes procesos y métodos de desarrollo, no logran reflejar el comportamiento presente en algunos elementos característicos de las estrategias de ludificación. Además, el uso de símbolos propios dificulta la aplicación de estas prácticas en conjunción con prácticas propias del desarrollo de software.

De aquí que no existe una representación de las prácticas de ludificación en el desarrollo de software que permita identificar sus patrones de aplicación en las distintas etapas y distintos métodos de desarrollo de software.

4. Solución

Se usan las fortalezas de SEMAT que, como marco de trabajo, permite representar, comparar y combinar prácticas empleadas en el desarrollo de software. SEMAT brinda la posibilidad de crear una representación para las prácticas de ludificación en metodologías de desarrollo de software, logrando así abordar las experiencias de ludificación como una práctica que se podría emplear en distintos métodos de desarrollo.

Partiendo de la revisión descrita en el Capítulo 2, se identifican dos prácticas comunes a las distintas prácticas de ludificación que se describen a continuación. Igualmente, entre estas características que se repiten en las distintas propuestas de ludificación se encuentran:

- Objetivo: qué se desea lograr con la experiencia de ludificación.
- Recompensa: la motivación de los participantes luego de terminar la actividad.
- Premiar públicamente: el reconocimiento en público complementa la recompensa como factor motivacional.
- Lista ordenada de puntajes: método de medición del cumplimiento de la actividad o el objetivo.
- Tareas o productos que se desean estimular: qué acciones o artefactos y con qué características son los que se desean recompensar.
- Revisión de tareas y productos que se desean estimular: Monitoreo frecuente y retroalimentación constante de las tareas y productos que se desean estimular.

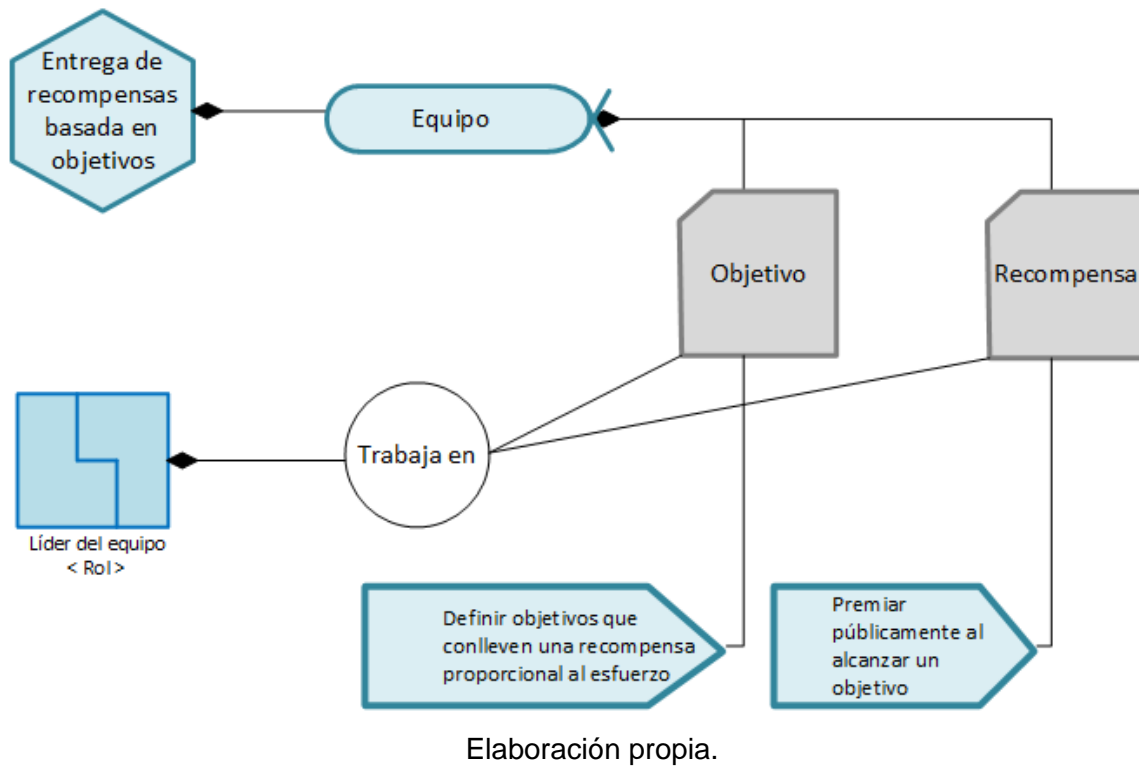
4.1 Entrega de recompensas basada en objetivos

La entrega de recompensas es uno de los ejes motivacionales de las prácticas de ludificación, siendo estas recompensas de diversos tipos. En última instancia, este mecanismo permite motivar a los participantes a hacer parte de la experiencia. Si esta motivación se canaliza en la ejecución de actividades que permitan el logro de un objetivo deseado. Es allí donde se materializa el potencial de las prácticas de ludificación.

Lo anterior se complementa con la definición explícita de los objetivos que se desea lograr durante la experiencia y las recompensas que se ofrecen para lograr dichos objetivos. Una característica identificada en las prácticas de ludificación en la ingeniería del software tiene que ver con la relación objetivo-recompensa: las recompensas deben ser proporcionales al esfuerzo realizado para lograr el objetivo (Snipes, Nair, & Murphy-Hill, 2014). Esto permite que, ante retos mayores, los participantes se mantengan motivados. De igual modo, otra propiedad de las recompensas es el reconocimiento. El reconocimiento en público del logro realizado es, en ciertos contextos, la recompensa en sí misma, como se logra evidenciar cuando se hace uso de las listas de puntajes (*leaderboards*) en algunas de las prácticas de ludificación (Singer & Schneider, 2012).

Llevando este acercamiento a su representación en el núcleo de SEMAT, se propone una representación para ilustrar la práctica de entrega de recompensas basada en objetivos (véase la Ilustración 4-1). Haciendo parte del área de interés del esfuerzo (azul) y del alfa de equipo, se plantea el rol de líder del equipo de trabajo que debe definir dos productos de trabajo: los objetivos y las recompensas.

Ilustración 4-1: Práctica de ludificación, entrega de recompensas basada en objetivos.



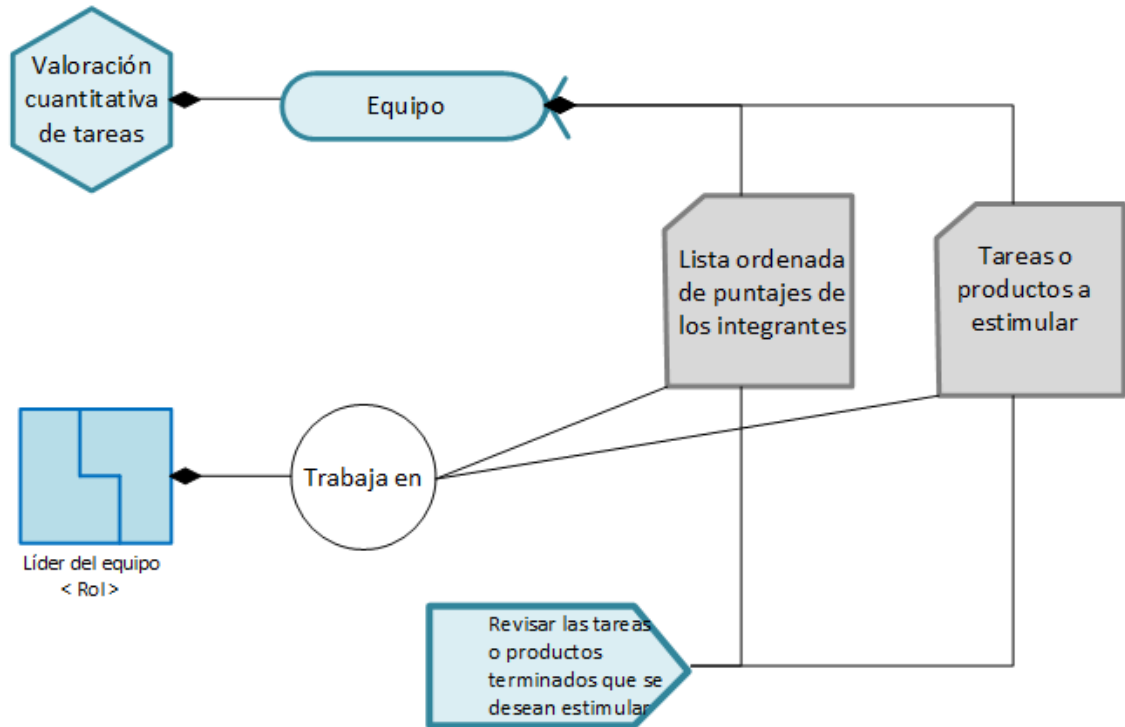
4.2 Valoración cuantitativa de tareas

Como complemento a la definición de objetivos y la entrega de recompensas, las prácticas de ludificación presentan gran interés en mantener la atención de los participantes. Un mecanismo común en las distintas prácticas es mantener una lista de puntajes (*leaderboard*). Este mecanismo permite mostrar el avance de los participantes y estimular la competencia entre ellos. Existen varias implementaciones de estas listas de puntajes,

tales como conteos numéricos (Arnarsson & Jóhannesson, 2015) y acumulación de medallas (Fernandes, y otros, 2012), pero todas tienen en común la misión de representar el avance del participante. Las prácticas de ludificación muestran que estos puntajes se asignan de diversas formas, por ejemplo al finalizar una actividad (Arnarsson & Jóhannesson, 2015) y al terminar un artefacto con ciertas características (Fernandes, y otros, 2012). También, se evidencia que no necesariamente una actividad o producto terminado es requisito para la asimilación de puntos. En algunas prácticas la ejecución parcial de actividades y productos también permite al participante obtener un puntaje proporcional al avance realizado (Fernandes, y otros, 2012).

Se propone, en el núcleo de SEMAT, una representación de la práctica valoración cuantitativa de tareas, con el ánimo de resumir las características de las listas de puntajes. Igualmente hace parte del área de interés del esfuerzo (azul) y del alfa equipo. Se plantea el rol de líder del equipo de trabajo, quién debe definir la lista ordenada de puntajes de los integrantes, así como su mecanismo de actualización. De igual forma, también debe definir las tareas o productos que se desea estimular, estableciendo una escala de puntuaciones para las tareas o productos terminados o parcialmente terminados.

Ilustración 4-2: Práctica de ludificación, valoración cuantitativa de tareas.



Elaboración propia.

5. Validación

La validación de la solución propuesta se realiza de tres formas. En la primera se muestra cómo las prácticas se pueden adaptar a varios métodos de desarrollo de software; en la segunda se muestra una manera de incorporar estas prácticas en un ambiente real de trabajo; en la tercera se valida la aplicación de la representación propuesta en un contexto educativo.

5.1 Aplicación en diferentes métodos de desarrollo

Haciendo uso de una de las características de SEMAT, que es un terreno común y universal para todos los esfuerzos de desarrollo de software (Jacobson y otros, 2013), es posible aplicar las prácticas de ludificación propuestas junto con cualquier otro método de desarrollo usado en la ingeniería de software y que también se represente usando el núcleo de la Esencia de SEMAT como lenguaje estándar.

En el caso de los métodos de desarrollo ágiles (véase la Ilustración 5-1), se pueden acoplar las prácticas de ludificación a cualquiera de las prácticas que allí se representan. Todo depende del objetivo que se desee lograr con la experiencia de ludificación. Como ejemplo, para el caso de usar las prácticas de ludificación para mejorar algún aspecto del uso de los bloques de tiempo ágiles, su representación basta con asociar las nuevas prácticas e instanciar los productos de trabajo propios de cada una de las prácticas, como se muestra en la Ilustración 5-2.

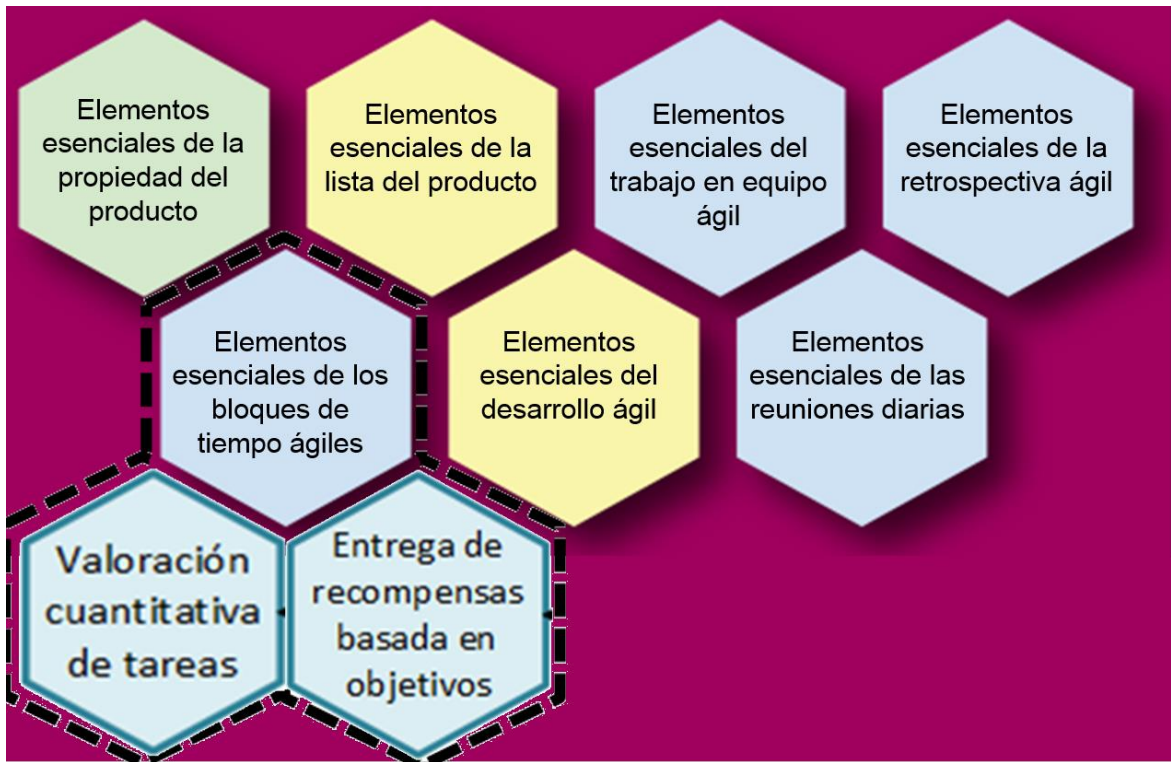
Lo mismo sucede con otros métodos de desarrollo como el caso de RUP (véase la Ilustración 5-3). Para representar su práctica de ludificación se asocian las prácticas de ludificación propuestas con la práctica que se desea mejorar. Por ejemplo a la gestión de requisitos (véase la Ilustración 5-4) y, posteriormente, se instancian los productos de

trabajo definidos para cada práctica. En este ejemplo se ilustran también los productos de trabajo de la práctica de gestión de requisitos (véase la ilustración 5-5) con el fin de mostrar que las prácticas de ludificación se pueden orientar a la mejora de cualquiera de las actividades o productos de trabajo propias de otras prácticas presentes en la ingeniería de software. Por ejemplo, teniendo como objetivo incentivar la completitud de la lista de riesgos en el proyecto de desarrollo, se podría asignar puntos individualmente a los integrantes del equipo que definan y documenten riesgos. La lista de puntajes sería pública y una vez finalice la etapa de educación de requisitos se procede a reconocer y premiar al participante que obtenga el puntaje más alto (véase la Ilustración 5-6).

Ilustración 5-1: *Agile essentials*.

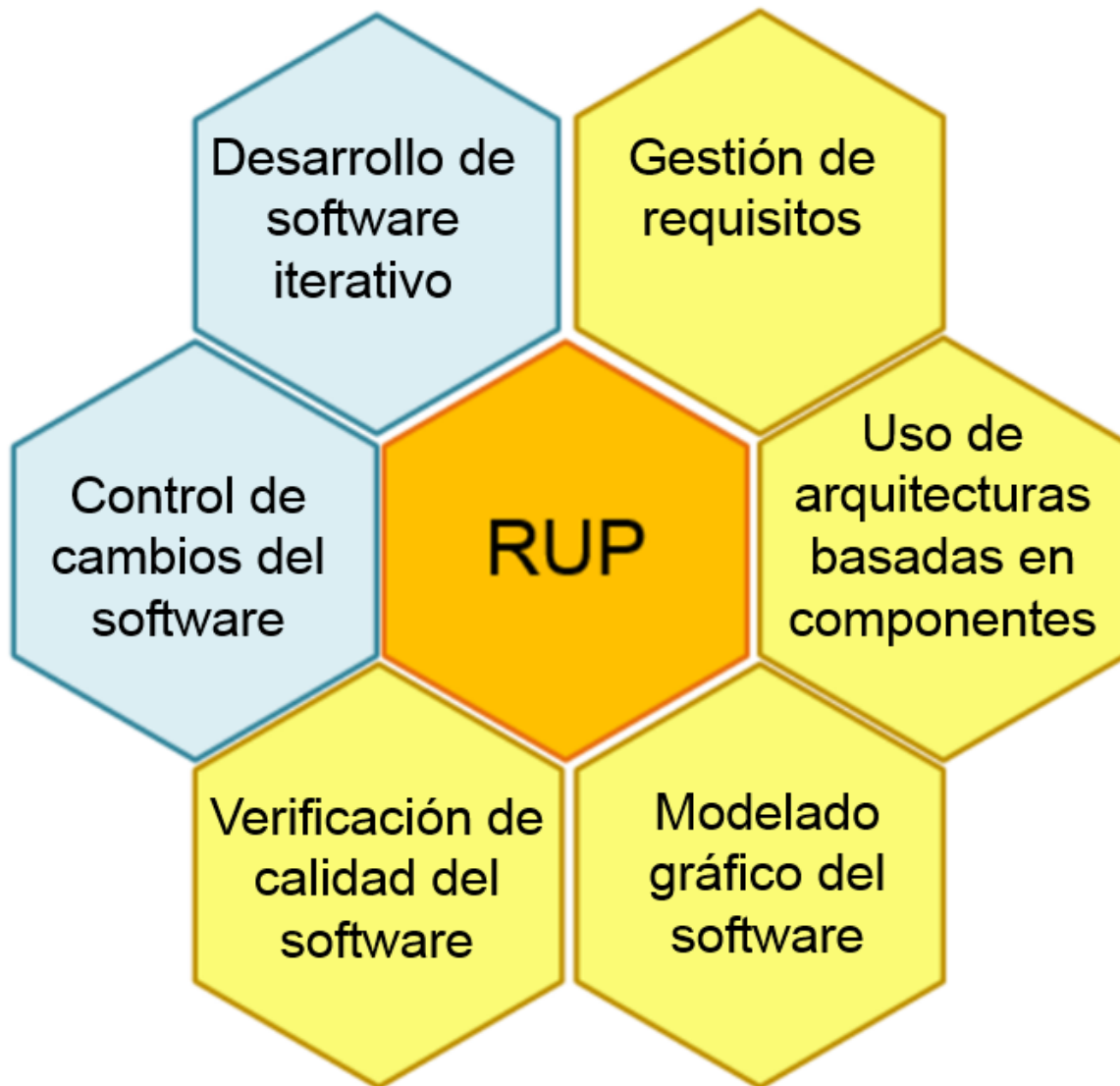


Traducido de (Jacobson, Spence, & Seidewitz, 2016)

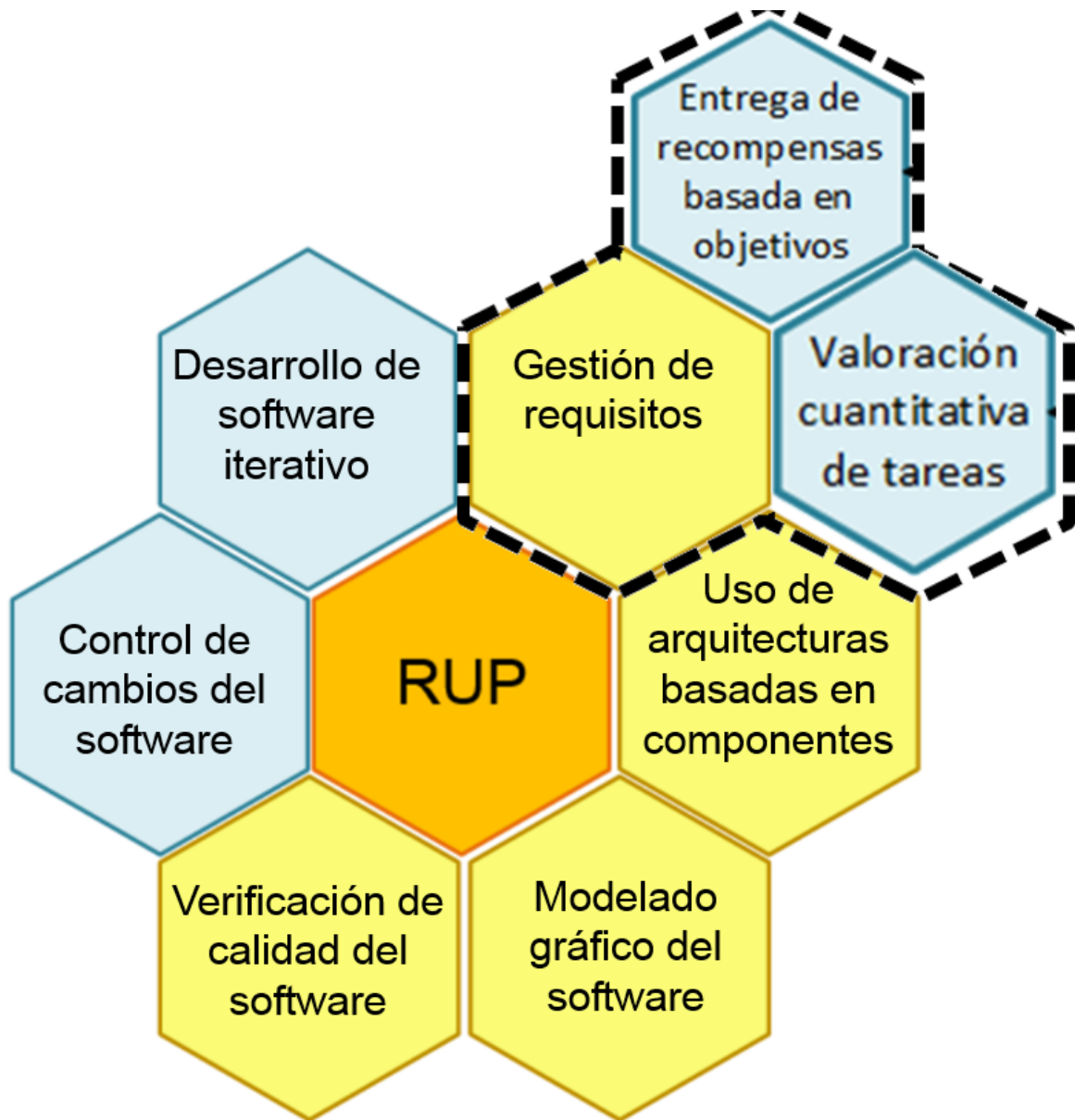
Ilustración 5-2: *Agile essentials* con prácticas de ludificación.

Modificado de (Jacobson, Spence, & Seidewitz, 2016)

Ilustración 5-3: RUP *best practices*.

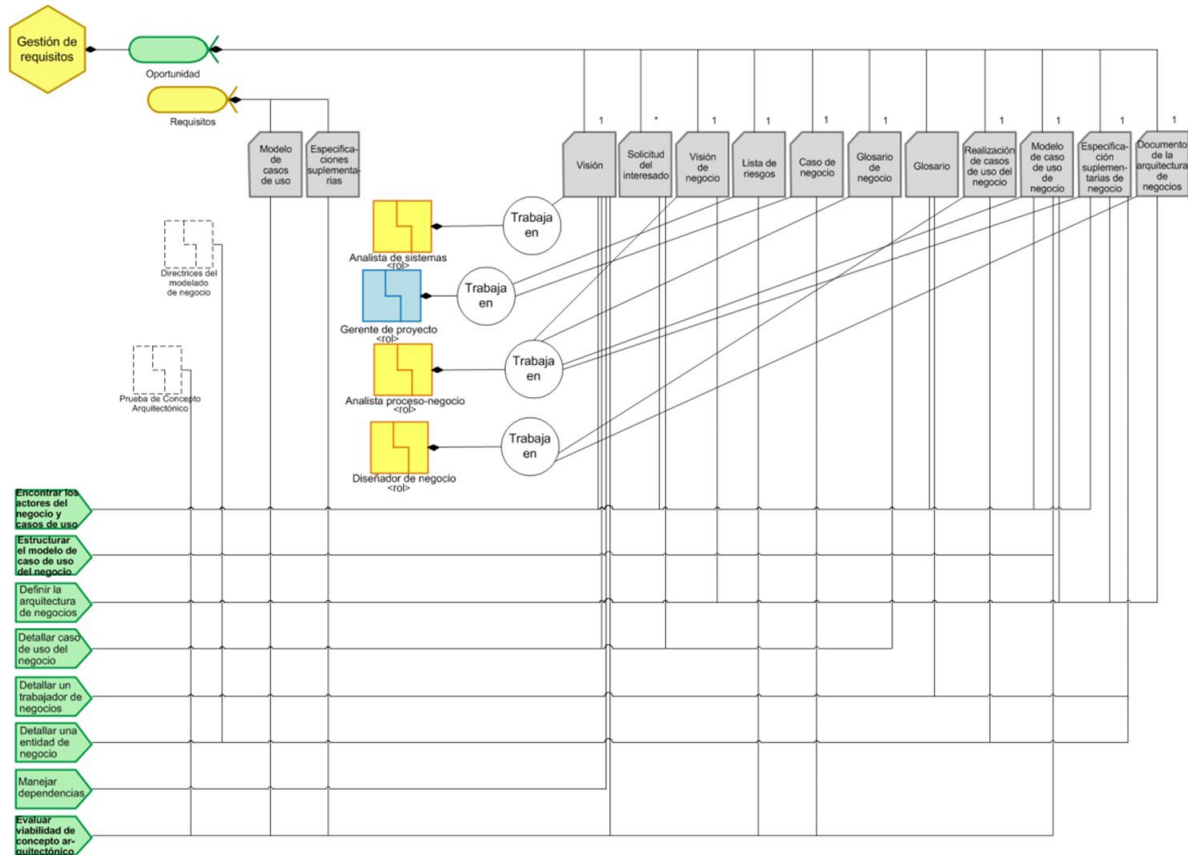


Traducido de (González, Zapata, & Gonzalez, 2013)

Ilustración 5-4: RUP *best practices* con prácticas de ludificación.

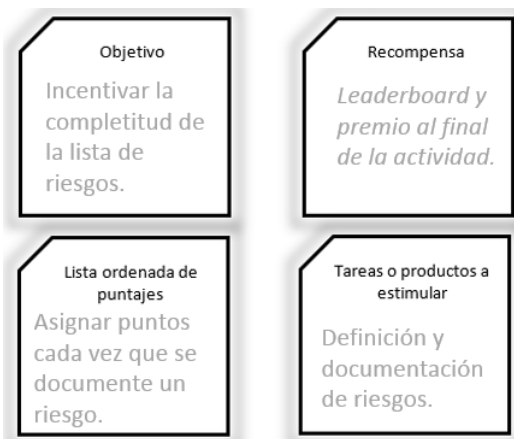
Modificado de (González, Zapata, & Gonzalez, 2013).

Ilustración 5-5: Práctica de gestión de requisitos en el núcleo de SEMAT.



Tomado de (Jiménez, 2016)

Ilustración 5-6: Ludificación en la práctica de gestión de requisitos.



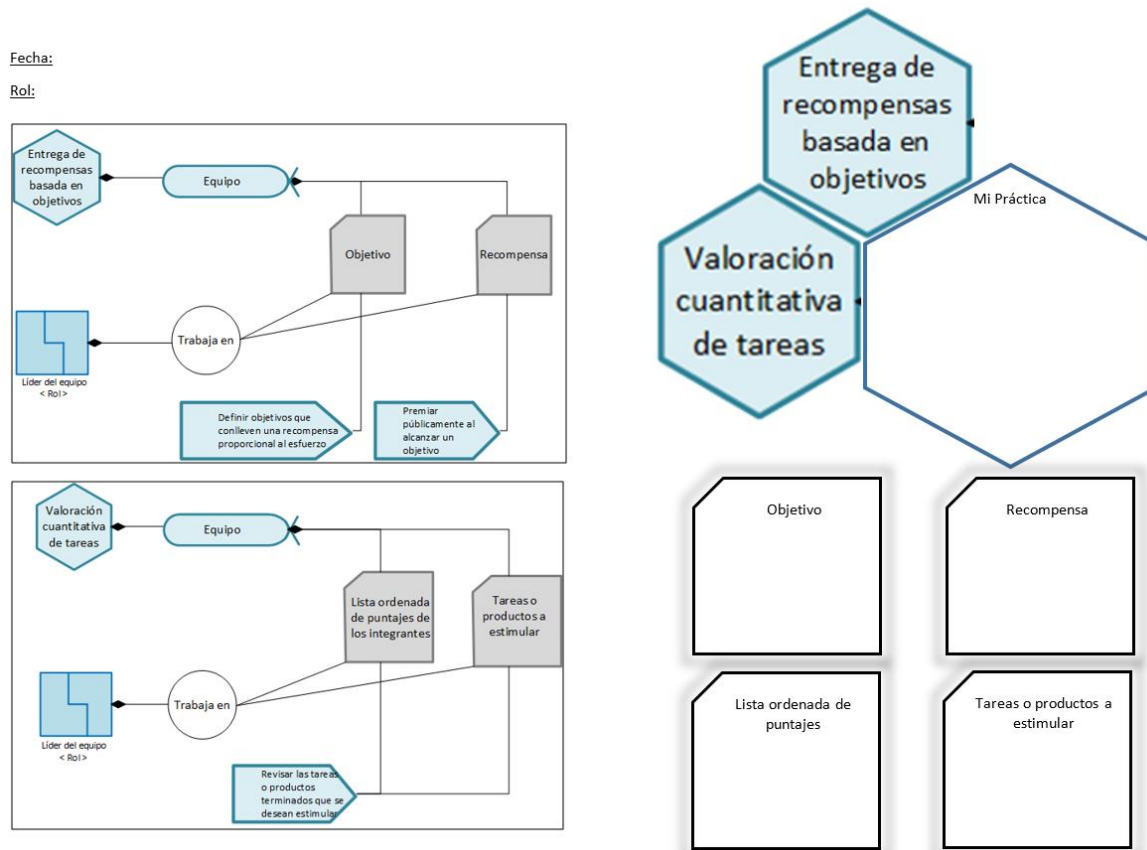
Elaboración propia.

5.2 Aplicación en ambiente real de trabajo

Con el ánimo de validar las prácticas de ludificación propuestas en ambientes reales de trabajo, se establecieron tres sesiones de trabajo de 45 minutos cada una, en las cuales se citó un total de 15 actores reales de industria, entre analistas, desarrolladores y un usuario de negocio. En cada una de estas sesiones se mostraron los conceptos de ludificación y se presentaron las dos prácticas de ludificación representadas en el núcleo de SEMAT.

En este mismo espacio se distribuyó entre los asistentes un formulario guía para el registro de las prácticas y productos de trabajo de ludificación (véase la Ilustración 5-7). Posteriormente se les solicitó de manera individual que consideraran una actividad que realizaran en su día a día que fuera susceptible de mejora y, con base en los principios de ludificación, crearan una práctica de ludificación para mejorar el desempeño de dicha actividad. Luego de 10 minutos, una vez todos los asistentes finalizaron esta actividad, cada participante expuso a los demás compañeros su práctica de ludificación, enunciando cómo se llamaba la práctica que desea implementar, cuáles eran los objetivos que deseaba lograr con dicha práctica, cuál sería la recompensa para los participantes, cómo funcionaba su lista de puntajes y cuáles productos o tareas deseaba estimular. Los demás participantes aportaron sus comentarios y, al finalizar la actividad, respondieron un cuestionario relacionado con la actividad.

Ilustración 5-7: Formulario actividad de validación en industria.



Elaboración propia.

Para una población de 15 individuos, entre analistas y desarrolladores de software con una media de 30 años de edad y con un promedio de seis años de experiencia en la industria, este ejercicio arrojó los siguientes resultados:

- Luego de entender los conceptos de ludificación, se reconoce que el éxito de este tipo de prácticas depende de muchas variables y del contexto donde se aplican. No hay una tendencia que señale si es fácil o difícil implementar este tipo de prácticas (véase la Ilustración 5-8).

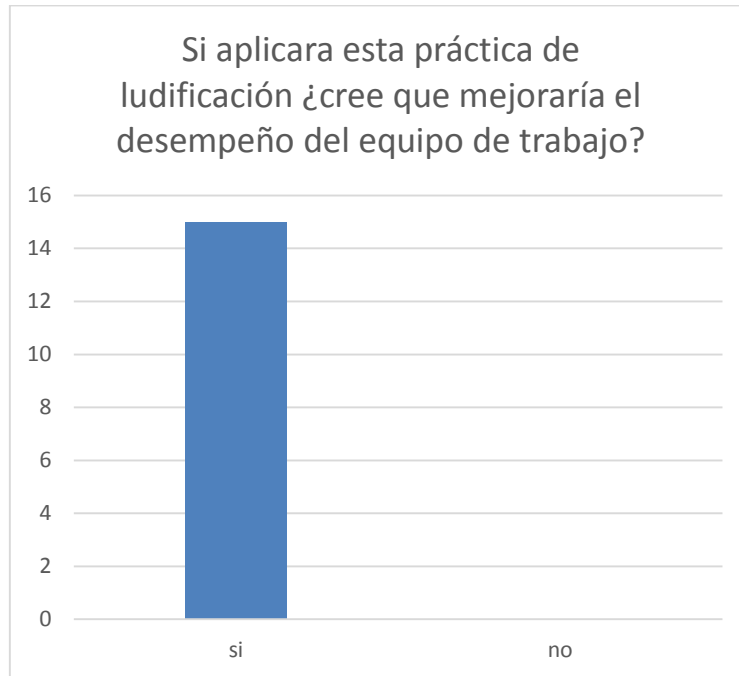
- La totalidad de los participantes considera que las prácticas de ludificación son alternativas viables para mejorar el desempeño del equipo de trabajo (véase la Ilustración 5-9).
- Durante el ejercicio, los participantes asimilaron los conceptos de ludificación y fueron capaces de ponerlos en práctica apoyados en las representaciones de ludificación en el núcleo de SEMAT (véase la Ilustración 5-10).
- En una de las sesiones participó un usuario de negocio (médico) ajeno a los procesos de ingeniería de software. Igualmente pudo participar de la actividad aunque no tenía ningún tipo de experiencia en el desarrollo de software (véase la ilustración 5-11).

Ilustración 5-8: Pregunta, ¿Qué tan fácil es crear una práctica de ludificación?



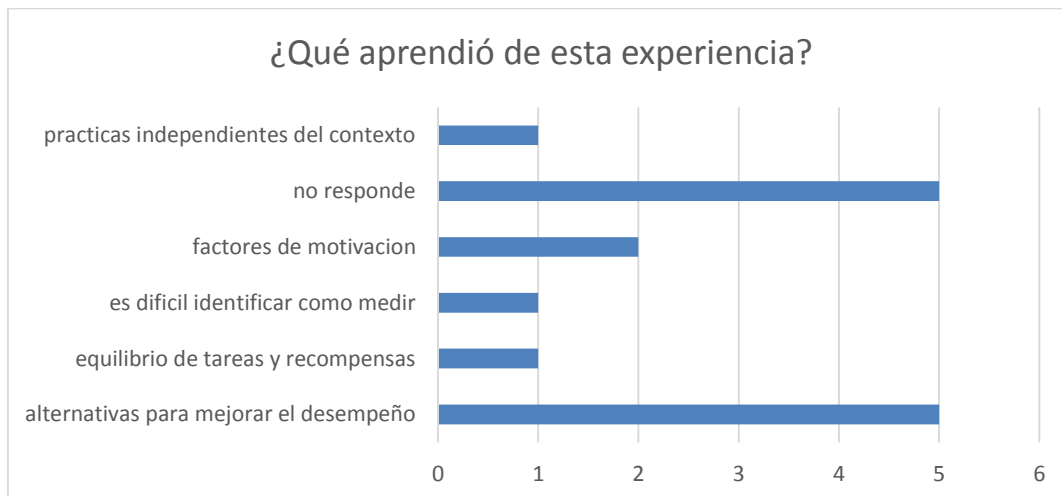
Elaboración propia.

Ilustración 5-9: Pregunta, ¿La práctica de ludificación mejoraría el desempeño?



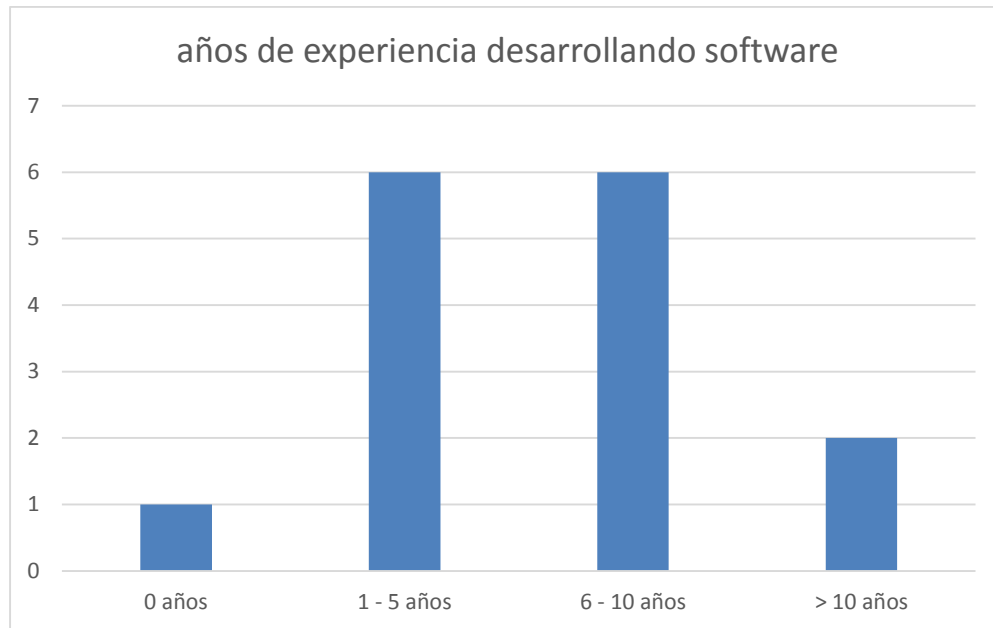
Elaboración propia.

Ilustración 5-10: Pregunta, ¿Qué aprendió de esta experiencia?



Elaboración propia.

Ilustración 5-11: Pregunta, ¿Cuántos años de experiencia desarrollando software?



Elaboración propia.

5.3 Aplicación en ambiente educativo

Con el ánimo de validar las prácticas de ludificación propuestas en ambientes educativos, en el marco de la presente Tesis de Maestría, se desarrolla y analiza un juego serio llamado *SmellWare*.

El juego representa un proyecto de desarrollo de software, donde los participantes divididos en equipos de trabajo, deben planear la ejecución del proyecto y durante la ejecución misma deben sortear una serie de impedimentos que generan las malas prácticas presentes en la construcción del software (*smells*). El juego cuenta con un tablero que forma la metáfora de la ejecución del proyecto (véase la Ilustración 5-12) y a medida que avanzan por turnos, los equipos continúan hacia la finalización del proyecto. En la dinámica del juego, si un equipo de trabajo no gestiona correctamente sus impedimentos

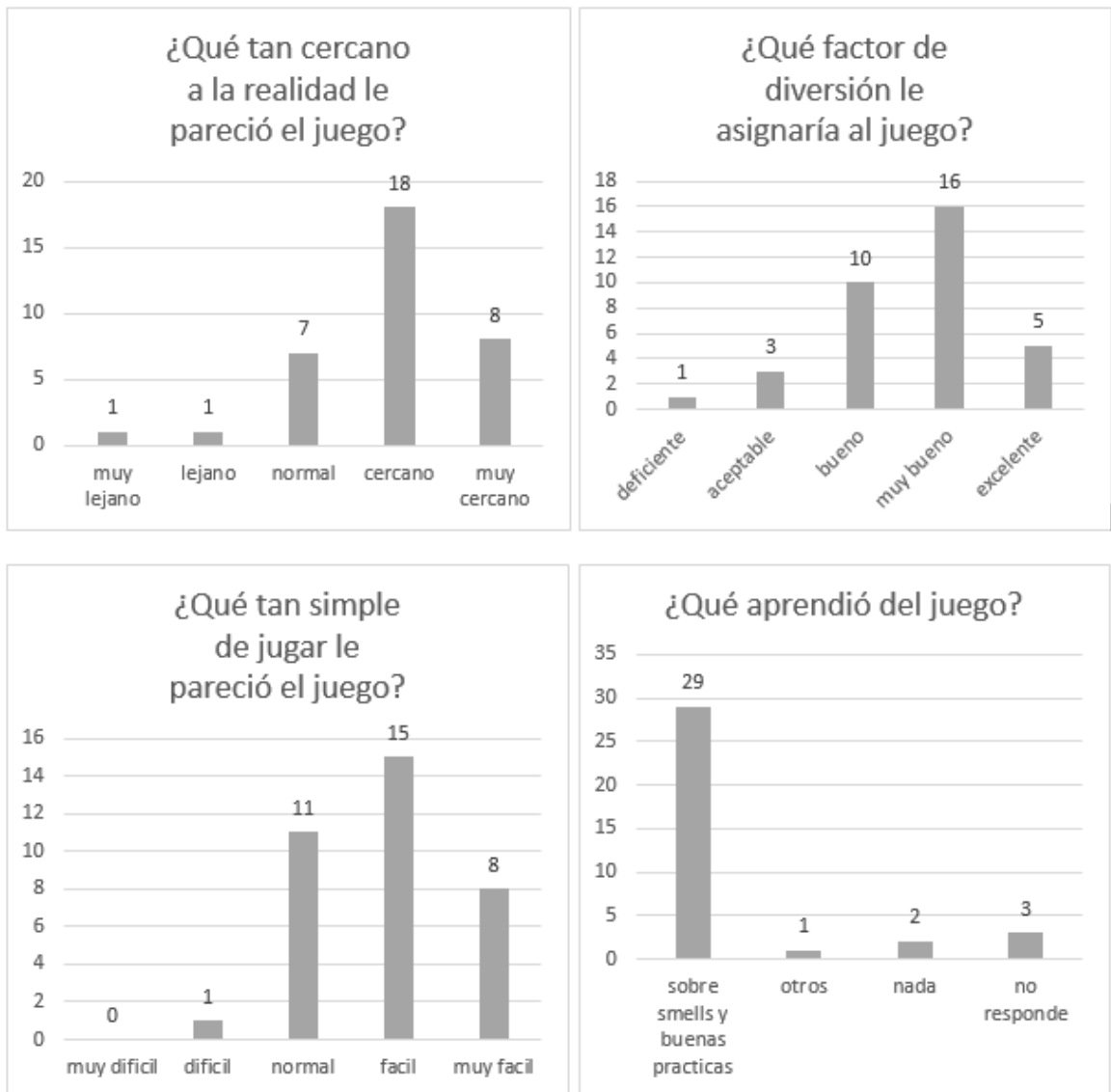
se asignan puntos negativos y queda temporalmente relegado, los demás equipos tienen la oportunidad de adelantarlo. Al final, gana el equipo que primero finalice su proyecto.

Ilustración 5-12: *SmellWare*, proyecto de software.



Elaboración propia.

El juego *Smellware* se aplicó a dos grupos de estudiantes de ingeniería de sistemas para un total de 35 personas. Una vez finalizado el juego, se diligenció una encuesta como instrumento de evaluación para medir el nivel de satisfacción y aprendizaje. La encuesta generó los resultados que se pueden observar en la Ilustración 5-13:

Ilustración 5-13: *SmellWare*, encuesta de satisfacción y aprendizaje.

Elaboración propia.

Desde esta perspectiva, las prácticas de ludificación presentes en el juego *SmellWare* se pueden instanciar como se muestra en la Ilustración 5-14. Como particularidades cabe anotar que en esta oportunidad se trata de un juego serio que simula un proyecto de desarrollo de software, pero donde igualmente aplican los conceptos de ludificación previamente definidos.

Ilustración 5-14: *SmellWare*, prácticas de ludificación.



Elaboración propia.

6. Conclusiones y trabajos futuros

6.1 Conclusiones

En esta Tesis de Maestría se hizo una revisión de las prácticas de ludificación que se realizan en la ingeniería del software y se comprobó que existen actividades comunes entre las distintas propuestas de ludificación en la ingeniería de software: valoración cuantitativa de tareas y entrega de recompensas basadas en objetivos.

Se propuso, mediante el uso del núcleo de la esencia de SEMAT, una representación de las prácticas de ludificación que refleja las características que tienen en común dichas prácticas en la ingeniería de software.

En la Sección 5-1, se analizó la forma de representar las prácticas de ludificación en dos métodos de desarrollo diferentes y etapas distintas dentro de dichos métodos haciendo uso de la representación propuesta en este trabajo de Tesis de Maestría. Esto refleja el potencial del núcleo de la esencia de SEMAT para representar las prácticas de la ingeniería de software de forma transversal a los métodos de desarrollo. Esta representación facilita la creación de nuevas prácticas, al identificar explícitamente los elementos que las componen y, principalmente, sirve como referencia para adaptar, comparar y mejorar prácticas que se usan en un método de desarrollo en particular y exportarlas a otro método diferente.

En la Sección 5-2, se analizó un caso de estudio donde se aplicó la representación en el núcleo de SEMAT para familiarizar los conceptos de las prácticas de ludificación con actores reales de industria. Al hacer el caso de estudio se evidenció que la representación de prácticas de ludificación presentada en esta Tesis de Maestría permite clasificar y comparar las prácticas de ludificación en la medida en la que los participantes se

retroalimentaban unos a otros en términos de los productos de trabajo definidos en sus respectivas prácticas de ludificación. Incluso, uno de los participantes no era ingeniero de software y pudo participar activamente definiendo su respectiva práctica de ludificación y retroalimentando a los demás participantes.

Por último en la Sección 5-3, se analizó un caso de estudio en el ámbito educativo, evidenciando que la representación de prácticas de ludificación propuestas en esta Tesis de Maestría tiene la capacidad de abarcar también prácticas de ludificación en los ámbitos de enseñanza en la ingeniería de software.

6.2 Trabajo futuro

Como líneas de trabajo futuro se propone:

- La detección de nuevos patrones de prácticas de ludificación.
- Elaboración de nuevos casos de estudio más detallados que permitan ratificar los resultados.
- Diseño de estrategias de aplicación de las prácticas de ludificación en otros contextos.

Bibliografía

- Arnarsson, D., & Jóhannesson, I. (2015). Improving Unit Testing Practices with the Use of Gamification (Tesis de Maestría). Chalmers University of Technology, Gothenburg, Suecia.
- Ašeriškis, D., Blažauskas, T., & Damaševičius, R. (2017). UAREI: A model for formal description and visual representation /software gamification. *Dyna*, 84(200), 326-334.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, (págs. 9-15). Tampere, Finland.
- Dubois, D., & Tamburrelli, G. (2013). Understanding gamification mechanisms for software development. *9th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*, (págs. 659-662). San Petersburgo, Russia.
- Fernandes, J., Duarte, D., Ribeiro, C., Farinha, C., Madeiras Pereira, J., & Mira da Silva, M. (2012). iThink: A Game-Based Approach Towards Improving Collaboration. *Procedia Computer Science*, 15, 66-77.
- Gkritsi, A. (2011). Scrum Game: an agile software management game (Tesis de Maestría). University of Southampton, Southampton, Inglaterra.
- González, M., Zapata, C., & Gonzalez, L. (2013). Toward a standardized representation of RUP best practices of project management in the SEMAT kernel. En *Software Engineering: Methods, Modeling, and Teaching* (Vol. 3, págs. 47-52). Medellín, Colombia: Centro Editorial de la Facultad de Minas.
- Herranz, E., & Colomo, R. (2012). La Gamificación como agente de cambio en la Ingeniería del Software. *Revista de Procesos y Métricas*, 9, 30-56.
- Jacobson, I., Ng, P.-W., McMahon, P., Spence, I., Lidman, S., & Zapata, C. (2013). La Esencia de la Ingeniería de Software: El Núcleo de Semat. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 1(3), 71-78.
- Jacobson, I., Spence, I., & Seidewitz, E. (2016). Industrial Scale Agile - from Craft to Engineering. *ACM Queue*, 14(5), 10.

- Jacobson, Ng, P.-W., McMahon, P., Spence, I., & Lidman, S. (2012). The essence of software engineering: the SEMAT kernel. *Communications of the ACM*, 55(12), 42-49.
- Jiménez, L. (2016). Representación en el núcleo de SEMAT de practicas de métodos de desarrollo basados en planes (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Monsalve, E., Werneck, V., & Sampaio do Prado Leite, J. (2011). Teaching software engineering with SimUES-W. *Software Engineering Education and Training (CSEE&T), 2011 24th IEEE-CS Conference on*, (págs. 31-40). Honolulu, Estados Unidos.
- OMG. (2015). *About the Essence Specification Version 1.1*. Obtenido de OMG | Object Management Group: <http://www.omg.org/spec/Essence/>
- Sheth, S., Bell, J., & Kaiser, G. (2012). Increasing Student Engagement in Software Engineering with Gamification. *Columbia University Computer Science Technical Reports*.
- Singer, L., & Schneider, K. (2012). It Was a Bit of a Race: Gamification of Version Control. *International Workshop on Games and Software Engineering: Realizing User Engagement with Game Engineering Techniques (GAS)*, (págs. 5-8). Zurich, Switzerland.
- Snipes, W., Nair, A., & Murphy-Hill, E. (2014). Experiences Gamifying Developer Adoption of Practices and Tools. *Companion Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering*, (págs. 105-114). Hyderabad, India.
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32.