

La gamificación en el ámbito de la mejora del proceso software: marco metodológico

Eduardo Herranz Sánchez

en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de
Doctor en Ciencia y Tecnología Informática

Universidad Carlos III de Madrid

Directores:

Ricardo Colomo Palacios

Antonio de Amescua Seco

Tutor:

Antonio de Amescua Seco

Marzo, 2019

Tesis doctoral

La gamificación en el ámbito de la mejora del proceso
software: marco metodológico

Autor:

D. Eduardo Herranz Sánchez

Directores:

Dr. D. Ricardo Colomo Palacios

Dr. D. Antonio de Amescua Seco

Firma del Tribunal Calificador:

Nombre

Firma

Presidente:

Vocal:

Secretario:

Calificación:

En Leganés, de

de 2019

A mis padres, Socorro y Ángel

y a Bea

Resumen

La industria software es una piedra angular en el desarrollo de las sociedades. En las iniciativas de mejora de procesos de software (SPI), la gestión del cambio organizacional se ha identificado como una de las áreas fundamentales a tener en cuenta. El software es altamente dependiente del capital humano y cualquier iniciativa SPI que aspire al éxito debe tener en cuenta los factores humanos, en especial, la motivación y el compromiso de las personas involucradas. De hecho, contar con aspectos motivadores que permitan mejorar el rendimiento de los equipos de desarrollo de software se presenta como uno de los principales retos de la gestión de la Ingeniería del Software en todo el mundo. A pesar de todo esto, se sigue sin prestar la suficiente atención a los aspectos humanos y el alto grado de fracaso en las iniciativas SPI está directamente relacionado con una falta de compromiso de la alta dirección y de motivación.

La base sobre la que se sustenta la gamificación -principios psicológicos y elementos del juego- nos permite definir mecanismos que canalizan la motivación de las personas al desarrollo de tareas de manera más eficiente, además de fomentar y acelerar la aceptación de iniciativas SPI.

Este trabajo de investigación supone un enfoque pionero e innovador dado que aprovecha el carácter transversal de la gamificación y aplica, de manera metodológica, sus fundamentos a la gestión del cambio organizacional de SPI. Esta vinculación de cuerpos de conocimiento cristaliza en el marco metodológico validado por expertos de ambas áreas. A través de la gamificación, se ha validado empíricamente en un entorno productivo cómo el marco permite incrementar el rendimiento en la gestión del cambio organizacional implícita en toda propuesta de SPI, a pesar de no verse afectada la motivación intrínseca.

Lista de palabras clave

Gamificación, Mejora de Procesos Software, Gestión del Cambio Organizacional

Abstract

Software industry is a cornerstone in the development of societies. In software process improvement (SPI) initiatives, organizational change management has been identified as one of the crucial areas to manage. Software is highly dependent on human capital and any SPI initiative that aspires to success must consider human factors, especially motivation and commitment of the people involved. In fact, motivational aspects that improve the performance of software development teams is presented as one of the main challenges of software engineering management worldwide. Despite all this, it still does not pay sufficient attention to the human aspects and the high degree of failure in SPI initiatives is directly related to a lack of commitment and motivation.

The foundations on which gamification is based -psychological principles and game elements-, allows us to define mechanisms that channel the motivation of people to the more efficient development of tasks to promote and accelerate the acceptance of process improvement.

This research is a pioneering and innovative approach that leverages the given transverse nature of gamification and apply, in a methodological way, its fundamentals to SPI organizational change management. This entailment of bodies of knowledge crystallizes in the methodological framework validated by experts from both areas. Through gamification, it was empirically validated in a real software organization that this framework allows to increase performance in managing organizational change in SPI, despite not being affected the intrinsic motivation.

Keywords list

Gamification, Software Process Improvement, Organizational Change Management

Agradecimientos

A todos aquellos que me han apoyado y se han sumado a esta aventura.

Los primeros, a mis padres, gracias por vuestro soporte y apoyo incondicional en todo momento. Sin vosotros, no hubiera sido posible recorrer este camino y mucho menos simultanear el resto de historias en las que he estado involucrado. Os debo todo lo que soy y todo lo que he logrado.

A Bea, gracias por aguantar a un “loco” como yo. Gracias por apoyarme en este viaje aún sabiendo que suponía sacrificios importantes. Pasar poco tiempo juntos, fines de semana, festivos y vacaciones a medio gas... y encima muchas decisiones condicionadas por esta aventura que llega a su fin. Eres mi chica (todavía no sé cómo pude engañarte para serlo ;-)) y espero que siempre lo seas.

En lo que se refiere al doctorado en sí, de aprendiz a maestros:

Ricardo, gracias por compartir mi locura, por tu apoyo y ayuda constante, y por ser mucho más que un director de tesis. Gracias por recordarme más de una vez que la tesis no es una cuestión de mayor o menor trabajo, sino un estado mental. Desde tu pasión, exigencia y tu propio ejemplo he podido entender lo que significa la excelencia en la investigación.

Antonio, gracias por haber creído en mí desde el minuto cero. Tu confianza y disposición -casi paternal- a ayudar me han dado alas y has conseguido hacerme sentir como en casa. Y, sobre todo, gracias por abrirme las puertas a una de mis vocaciones ocultas, la docencia. Todo esto, sin tu ayuda, no hubiera sido posible.

A los dos, es un orgullo absoluto haber podido contar con vuestra calidad humana y profesional. Soy un afortunado. Cerramos una etapa, pero se abre otra en la que seguiremos haciendo cosas juntos.

Para finalizar, no me quiero olvidar de aquellos que con su participación desinteresada han hecho posible esta tesis doctoral. Empezando por los investigadores del tribunal de pre-lectura, continuando por los 29 expertos participantes en esta tesis, y terminando por las empresas y participantes en la validación empírica. Sin ellos no se habría cerrado el círculo.

Desde lo más profundo de mi corazón, mi agradecimiento eterno a todos estos compañeros de aventura.

Contenidos publicados y presentados

Publicaciones en revistas con factor de impacto

Herranz, E., García-Guzmán, J., de Amescua-Seco, A., & Larrucea, X. (2018). **Gamification for Software Process Improvement. A practical Approach.** IET Software. (Impact factor 2017: 0.733; COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING, Q3). <http://dx.doi.org/10.1049/iet-sen.2018.5120>

- Contribución incluida totalmente en la tesis.
- Incluida en Capítulo 7.
- Todo material de esta fuente incluido en la tesis está señalado por medios tipográficos y una referencia explícita.

Herranz, E., Colomo-Palacios, R., de Amescua-Seco, A., & Sánchez-Gordón, M. (2016). **Towards a gamification framework for Software Process Improvement initiatives: Construction and Validation.** Journal of Universal Computer Science, 22(12), 1509-1532. (Impact factor 2016: 0.696; COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING, 90/106, Q4).

- Contribución incluida totalmente en la tesis.
- Incluida en Capítulo 6.
- Todo material de esta fuente incluido en la tesis está señalado por medios tipográficos y una referencia explícita.

Herranz, E., Colomo-Palacios, R., de Amescua-Seco, A., & Yilmaz, M. (2014). **Gamification as a disruptive factor in software process improvement initiatives.** Journal of Universal Computer Science, 20(6), 885-906. (Impact factor 2014: 0.466; COMPUTER SCIENCE, SOFTWARE ENGINEERING, 89/104, Q4).

- Contribución incluida parcialmente en la tesis.
- Incluida en Capítulo 1.
- Todo material de esta fuente incluido en la tesis está señalado por medios tipográficos y una referencia explícita.

Publicaciones en revistas sin factor de impacto

Herranz, E., & Colomo-Palacios, R. (2012). **La Gamificación como agente de cambio en la Ingeniería del Software**. *Revista de Procesos y Métricas*, 9(2), 30-56.

- Contribución incluida parcialmente en la tesis.
- Incluida en el capítulo 1 y a lo largo del Capítulo 2 – Gamificación.
- Todo material de esta fuente incluido en la tesis está señalado por medios tipográficos y una referencia explícita.

Contribuciones a congresos

Herranz, E., & Colomo-Palacios, R. (2018). **Is gamification a way to a softer software process improvement? A preliminary study of success factors**. In *Proceedings of 25rd EuroSPI Conference*, Communications in Computer and Information Science, Volume 896, 2018, pp. 207-218, Bilbao, Spain, September 5-7. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97925-0_17

- Contribución incluida parcialmente en la tesis.
- Incluida en capítulo 7.
- Todo material de esta fuente incluido en la tesis está señalado por medios tipográficos y una referencia explícita.

Herranz-Sánchez, E., Colomo-Palacios, R., & Al-Barakati, A. (2017). **Deploying a Gamification Framework for Software Process Improvement: Preliminary Results**. In *Proceedings of 24rd EuroSPI Conference*, Communications in Computer and Information Science, Volume 748, 2017, pp. 213-240, Ostrava, Czech Republic, September 6-8. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_18

- Contribución incluida parcialmente en la tesis.
- Incluida en capítulo 6.
- Todo material de esta fuente incluido en la tesis está señalado por medios tipográficos y una referencia explícita.

Herranz Sánchez, E., Colomo-Palacios, R., & de Amescua-Seco, A. (2015). **Gamiware: A gamification platform for software process improvement**. In *Proceedings of 22nd EuroAsiaSPI Conference*, Communications in Computer and Information Science, Volume 543, 2015, pp. 127-139, Ankara, Turkey, September 30, October 1-2. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-24647-5_11

- Contribución incluida totalmente en la tesis.
- Incluida a lo largo del capítulo 6.
- Todo material de esta fuente incluido en la tesis está señalado por medios tipográficos y una referencia explícita.

pográficos y una referencia explícita.

Herranz, E., Colomo-Palacios, R., & de Amescua-Seco, A. (2013). **Towards a New Approach to Supporting Top Managers in SPI Organizational Change Management**. In Proceedings of CENTERIS 2013 - Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN 2013 - International Conference on Project Management, Procedia Technology, Volume 9 , 2013, pp. 1-1372, Lisbon, Portugal, October 23-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.014>

- Contribución incluida parcialmente en la tesis.
- Incluida en el capítulo 2 y a lo largo del capítulo 3.
- Todo material de esta fuente incluido en la tesis está señalado por medios tipográficos y una referencia explícita.

Otros méritos de investigación

Contribuciones a congresos

Sánchez-Gordón, M.L., Colomo-Palacios, R., & Herranz-Sánchez, E. (2016). **Gamification and Human Factors in Quality Management Systems: Mapping from Octalysis Framework to ISO 10018**. In Proceedings of 23rd EuroSPI Conference, Communications in Computer and Information Science, Volume 633, 2016, pp. 234-241, Graz, Austria, September 14-16. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-44817-6_19

Índice general

Resumen	ix
Abstract	xi
Agradecimientos	xiii
Contenidos publicados y presentados	xv
Otros méritos de investigación	xix
Índice general	xxi
Índice de figuras	xxv
Índice de tablas	xxvii
Parte I Introducción y Objetivos	1
Capítulo 1 Introducción	3
1.1. Contexto	3
1.2. Objetivos e hipótesis de investigación	5
1.3. Metodología de la investigación.....	7
1.4. Aproximación a la solución y resultados preliminares publicados.....	8
1.5. Estructura del documento.....	11
Parte II Estado de la Cuestión	13
Capítulo 2 Gamificación	15
2.1. La gamificación como disciplina	15
2.1.1. Definición y objetivos.....	16
2.1.2. Ventajas vs Dificultades y Retos.....	16
2.1.3. Historia	19
2.1.4. Ámbitos de aplicación y tareas.....	20
2.2. Fundamentos de la gamificación.....	21
2.2.1. Factores psicológicos.....	21
2.2.2. Elementos de gamificación	26
2.3. Frameworks de gamificación.....	39
2.4. Gamificación en la Ingeniería del Software	47
Capítulo 3 La gestión del cambio organizacional en SPI	53

3.1. Introducción.....	53
3.2. Factores de éxito en SPI: compromiso y motivación	54
3.2.1. Compromiso de la alta dirección	54
3.2.2. Motivación del personal SPI	57
3.3. Aspectos esenciales en la gestión del cambio organizacional dentro de SPI.....	62
Capítulo 4 Resumen del Estado de la Cuestión	71
Parte III Problema y propuesta de solución	73
Capítulo 5 Planteamiento del Problema	75
5.1. Descripción del problema	75
5.2. Proceso de resolución del problema	77
5.3. Amenazas de la validez	82
5.3.1. Amenazas de la validez en la validación de expertos	83
5.3.2. Amenazas de la validez en la validación en entorno productivo.....	85
Capítulo 6 Resolución del Problema	91
6.1. Fase 1: Preparación.....	91
6.1.1. Correspondencia de grupos de profesionales, roles SPI y sus factores motivacionales.....	92
6.1.2. Método de establecimiento de técnicas de gamificación en SPI.....	97
6.2. Fase 2: Construcción marco metodológico.....	105
6.2.1. Factores diferenciales del marco metodológico.....	106
6.2.2. Marco metodológico preliminar.....	108
6.2.3. Validación de expertos del marco	115
6.2.4. Marco metodológico definitivo	132
6.2.5. Trazabilidad de acciones en el marco metodológico.....	139
6.2.6. Integración del marco en SPI.....	142
6.3. Herramienta de apoyo a la implementación	148
6.3.1. Motivación de la herramienta	149
6.3.2. Descripción funcional	150
6.3.3. Estudio piloto.....	156
6.4. Beneficios complementarios de aplicar gamificación en SPI	161
6.4.1. Incremento de la productividad, el engagement y la competitividad.....	162
6.4.2. Reducción de la resistencia al cambio	163
Capítulo 7 Validación empírica	165
7.1. Objetivos.....	165
7.2. Caso de estudio XYZ.....	167

7.2.1. Descripción de la organización. Proceso de trabajo.....	167
7.2.2. Objetivos de negocio y SPI	168
7.2.3. Tareas SPI	171
7.2.4. Participantes	171
7.2.5. Definición del experimento.....	174
7.2.6. Recopilación de datos	185
7.2.7. Resultados.....	186
7.2.8. Discusión del experimento.....	195
7.2.9. Conclusiones parciales	201
7.3. Otros casos de estudio	203
7.3.1. Caso de estudio ABC.....	203
7.3.2. Caso de estudio DEF	205
7.4. Conclusiones de la validación empírica	206
7.4.1. Limitaciones y recomendaciones	206
7.4.2. Contraste de hipótesis	209
7.4.3. Discusión y conclusiones de la validación empírica	211
Parte IV Conclusiones	215
Capítulo 8 Conclusiones	217
8.1. Revisión de objetivos de investigación e hipótesis.....	217
8.2. Principales contribuciones de la investigación	219
8.3. Beneficios del marco propuesto.....	220
8.4. Líneas futuras	221
Parte V Apéndices	223
Apéndice A Manual de Gamiware	225
Apéndice B Guías de investigación de entrevistas para la validación de expertos	231
B.1. Guía para entrevistas semi-estructuradas con Grounded Theory.....	231
B.2. Guía para entrevistas semi-estructuradas a modo de revisión por pares.....	233
B.3. Cuestionario de entrevistas estructuradas.....	234
Apéndice C Guías de investigación de entrevistas para la validación empírica	237
C.1. Cuestionarios de motivación intrínseca para ingenieros software	237
C.2. Guía para entrevista abierta al director de operaciones.....	240
Apéndice D Análisis estadístico motivación intrínseca	241
Certificación de validación empírica	247
Bibliografía	249

Índice de figuras

Figura 1.1.	Metodología de investigación	7
Figura 1.2.	Principales objetos de estudio de esta tesis doctoral	9
Figura 2.1.	Representación del modelo de Fogg	24
Figura 2.2.	Necesidades de la Teoría de la Autodeterminación.....	25
Figura 2.3.	Matriz de la Teoría de Flow	26
Figura 2.4.	Jerarquía de Dinámicas, Mecánicas y Componentes de juego.....	27
Figura 2.5.	Fases del Player Journey de Amy Jo Kim	36
Figura 2.6.	Ciclo de actividad en sistemas gamificados.....	37
Figura 2.7.	Representación visual de Octalysis	44
Figura 2.8.	Espacio de trabajo del Gamification Model Canvas	45
Figura 5.1.	Fases de aproximación a la resolución del problema.....	78
Figura 5.2.	Esquemas modelo JD-R y Hay Group	81
Figura 6.1.	Método de establecimiento de técnicas de gamificación en SPI	99
Figura 6.2.	Ejemplo desequilibrio motivacional con herramienta Octalysis	105
Figura 6.3.	Marco metodológico gamificador de SPI	109
Figura 6.4.	Descripción de la metodología de investigación	117
Figura 6.5.	Tema principal, categorías principales y categorías.....	126
Figura 6.6.	Representación gráfica del marco metodológico definitivo	139
Figura 6.7.	Resumen de trazabilidad de las acciones del marco metodológico.....	141
Figura 6.8.	Correspondencia entre modelo IDEAL y marco metodológico	142
Figura 6.9.	Integración del marco en modelo de cambio organizacional	144
Figura 6.10.	Esquema de integración de Gamiware en el marco.....	150
Figura 6.11.	Funcionalidades del rol Admin	153
Figura 6.12.	Funcionalidades del rol Gamification Master.....	154
Figura 6.13.	Funcionalidades del rol User	154
Figura 7.1.	Proceso de desarrollo software de XYZ.....	167

Figura 7.2.	Fases del experimento en XYZ	175
Figura 7.3.	Análisis equilibrio motivacional propuesta de XYZ	179
Figura 7.4.	Niveles de referencia de rendimiento establecidos	181
Figura 7.5.	Ejemplo de registro de tareas en XYZ	184
Figura 7.6.	Timing semanal de la implementación en XYZ	185
Figura 7.7.	Diagrama de subescalas IMI antes/después del experimento	188
Figura 7.8.	Evolución de la competencia de los participantes.....	191
Figura 7.9.	Evolución ratio de tareas correctamente identificadas sin desglose.....	192
Figura 7.10.	Evolución ratio de tareas con variación mayor al 10%	193
Figura 7.11.	Evolución ratio de esfuerzo estimado y real de las tareas.....	194
Figura 8.1.	Clasificaciones participantes según subescala “Interés/Disfrute”	243
Figura 8.2.	Clasificaciones participantes según subescala “Competencia percibida”	244
Figura 8.3.	Clasificaciones participantes según subescala “Elección percibida”	244
Figura 8.4.	Clasificaciones participantes según subescala “Presión / Tensión”	245
Figura 8.5.	Clasificaciones participantes según subescala “Valor / Utilidad”	245

Índice de tablas

Tabla 2.1.	Ejemplo de motivadores intrínsecos y extrínsecos en gamificación.....	23
Tabla 3.1.	Factores motivacionales en la ingeniería software.....	58
Tabla 3.2.	Elementos motivadores SPI para grupos de profesionales software.....	60
Tabla 3.3.	Elementos desmotivadores SPI para grupos de profesionales software.....	61
Tabla 3.4.	Medidas de efectividad organizacional y métricas propuestas	70
Tabla 3.5.	Categorías de beneficios en CMMI y métricas propuestas.....	70
Tabla 5.1.	Peso en fases de validación de métodos cualitativos y cuantitativos.....	82
Tabla 5.2.	Resumen amenazas de validez en validación de expertos	85
Tabla 5.3.	Resumen amenazas de validez en validación en entorno productivo	90
Tabla 6.1.	Correspondencia motivadores específicos para grupos de profesionales y roles de SPI	94
Tabla 6.2.	Correspondencia motivadores comunes para grupos de profesionales y roles de SPI	95
Tabla 6.3.	Correspondencia desmotivadores específicos para grupos de profesionales y roles de SPI.....	96
Tabla 6.4.	Correspondencia desmotivadores comunes para grupos de profesionales y roles de SPI.....	96
Tabla 6.5.	Principales dinámicas, mecánicas y componentes de juego de Werbach y Hunter.....	101
Tabla 6.6.	Correspondencia entre dinámicas de Werbach y Hunter y <i>Core-drives</i> y <i>Game Elements</i> de Octalysis	103
Tabla 6.7.	Adaptación del criterio de selección de expertos de Fehring para expertos en gamificación	119
Tabla 6.8.	Caracterización de los expertos en gamificación	120
Tabla 6.9.	Frecuencias, medias y desviación estándar de las preguntas cerradas a expertos SPI	131
Tabla 6.10.	Resumen de las sucesivas modificaciones del marco metodológico	134
Tabla 6.11.	Mapping entre SPI Manifiesto y marco metodológico gamificador de SPI.....	147

Tabla 6.12.	Correspondencia entre roles y sus funcionalidades en Gamiware	152
Tabla 6.13.	Frecuencias y puntuaciones para los valores de la escala de Likert.....	160
Tabla 7.1.	KPIs de los objetivos de negocio de XYZ.....	169
Tabla 7.2.	Métricas de los objetivos SPI de XYZ	170
Tabla 7.3.	Relación entre objetivos de negocio y SPI en XYZ	170
Tabla 7.4.	Correspondencia entre roles XYZ en iniciativa SPI, grupos de profesionales y roles de SPI	173
Tabla 7.5.	Perfil de Bartle de los ingenieros software de XYZ.....	174
Tabla 7.6.	Propuesta de gamificación de alto nivel para XYZ.....	177
Tabla 7.7.	Esquema de recompensas.....	180
Tabla 7.8.	Evolución esperada de puntos por semana.	181
Tabla 7.9.	Evolución de los participantes en el test de motivación intrínseca.	187
Tabla 7.10.	Evolución de la competencia de los participantes.	190
Tabla 7.11.	Ratio de tareas correctamente identificadas sin necesidad de ser desglosadas.	191
Tabla 7.12.	Ratio de tareas que han tenido una variación de tiempo mayor de un 10% frente a la estimación.....	193
Tabla 7.13.	Ratio de esfuerzo estimado y real de las tareas.....	194
Tabla 7.14.	Perfil de Bartle de los ingenieros software de ABC.	204
Tabla 7.15.	Limitaciones encontradas en la validación empírica	209
Tabla 7.16.	Resumen de hipótesis a evaluar, métodos de evaluación y aceptación de hipótesis.	211
Tabla 8.1.	Guía de investigación y justificación para Grounded Theory	233
Tabla 8.2.	Guía de investigación y justificación para revisión por pares	234
Tabla 8.3.	Cuestionario y justificación para expertos SPI	235
Tabla 8.4.	Cuestionario IMI inicial y escala de medición	239
Tabla 8.5.	Guía de entrevista abierta a Director de Operaciones y justificación	240
Tabla 8.6.	Estadísticos correspondientes subescalas del test IMI en cada fase.....	242

Parte I
Introducción y Objetivos

Capítulo 1

Introducción

1.1. Contexto

La industria del software es uno de los sectores más importantes en el mundo (Colomo-Palacios, Fernandes, Sabbagh, & de Amescua Seco, 2012). Por tanto es así, que se ha convertido en un potenciador del crecimiento contribuyendo de forma significativa al incremento del Producto Interior Bruto (PIB), el desarrollo y las exportaciones (Sharma & Gupta, 2012). Por ello, para garantizar que el software cumple las expectativas organizacionales, las organizaciones de todo el mundo han realizado esfuerzos considerables en mejoras de procesos software (SPI) (García et al., 2012). SPI es un enfoque sistemático que permite incrementar la eficiencia y la efectividad de las organizaciones de desarrollo software y mejorar sus productos software (Unterkalmsteiner et al., 2012). En pocas palabras, SPI aspira a cambiar cómo los profesionales software piensan y actúan en sus actividades diarias (Colomo-Palacios, Casado-Lumbreras, Tovar, & Soto-Acosta, 2011; Korsaa et al., 2013). Además, cuenta con métodos que ayudan a refinar y ajustar continuamente el rendimiento de la mejora de procesos en términos de tiempo, calidad y otros parámetros relevantes (Petersen & Wohlin, 2010).

Normalmente, los proyectos SPI son iniciativas de cambio complejas y a gran escala a lo largo de toda la organización, y requieren considerables inversiones en personal, tiempo y dinero (Lumbreras, Palacios, Berbis, & Crespo, 2009). Además, implican un impacto en casi todos los aspectos de las empresas de software (Ngwenyama & Nørbjerg, 2010). Por lo tanto, se ha dedicado una cantidad considerable de literatura a estudiar sus problemas y facilitadores. Centrándose en el primer grupo de publicaciones, destacan varios aspectos que incluyen, entre otros, la gestión del cambio organizacional como uno de los principales problemas para hacer frente a las iniciativas SPI (Beecham, Hall, & Rainer, 2003; Iversen, Mathiassen, & Nielsen, 2004; Mathiassen, Ngwenyama, & Aaen, 2005; Stelzer & Mellis, 1998). Estudios de la gestión del cambio tradicional sugieren que para obtener los resultados de las iniciativas se deben cambiar cuatro elementos organizativos: el proceso, la estructura, la gestión y las personas (Applegate, 1994). En cuanto a este últi-

mo aspecto, las personas puede ser vistas como el principal factor de SPI que debe ser alentado y apoyado en una organización (O'Connor & Basri, 2012). Este factor humano es uno de los elementos clave que impactan de manera directa en la productividad de los equipos software y en la efectividad de todo el proceso software (Colomo-Palacios, Soto-Acosta, García-Peñalvo, & García-Crespo, 2012; Garcia-Crespo, Colomo-Palacios, Gomez-Berbis, & Mencke, 2009). De hecho, se puede afirmar que la industria software es altamente dependiente del capital humano (Colomo-Palacios, Casado-Lumbreras, Soto-Acosta, García-Peñalvo, & Tovar-Caro, 2013; Colomo-Palacios, Fernandes, et al., 2012; Polančič, Heričko, & Pavlič, 2011). Por lo tanto, los entornos donde cambian todas las personas de la organización se tiene la obligación de (i) cambiar su actitud, y (ii) adquirir y practicar nuevas conductas y habilidades orientadas a la mejora y un mejor rendimiento (Moitra, 1998). La actitud hacia el cambio es uno de los aspectos humanos tratados en los enfoques modernos de SPI (Korsaa et al., 2013).

McClelland sugiere que las competencias son una vía para predecir el rendimiento de forma eficiente en las organizaciones (McClelland, 1988). Existen multitud de definiciones de las competencias en la literatura; debido a esta profusión, para el objetivo del presente trabajo, se definirán las competencias como “Conjunto de conocimientos (saber), habilidades (saber hacer) y actitudes (saber estar y querer hacer) que, aplicados en el desempeño de una determinada responsabilidad o aportación profesional, aseguran su buen logro” (Sagi-Vela Grande, 2004). La definición aportada incide en un aspecto que se considera fundamental para el trabajo que se presenta en el presente artículo: el componente actitudinal. Más concretamente, se quiere hacer notar la inclusión del aspecto “querer hacer” o, lo que es lo mismo, la motivación como aspecto a tener en cuenta para comprender el desempeño de los profesionales.

La motivación y el compromiso han sido señalados como factores críticos de éxito para los proyectos de software (Hall, Baddoo, Beecham, Robinson, & Sharp, 2009). Más aún, la motivación ha sido claramente identificada como uno de los aspectos directamente determinantes en la productividad de los trabajadores software (Hernández-López, Colomo-Palacios, Soto-Acosta, & Lumbreras, 2015). En el ámbito SPI, estudios tradicionales de la década pasada (Baddoo & Hall, 2002, 2003) han sido recientemente complementados con importantes trabajos orientados a profundizar en la motivación y los factores de éxito en iniciativas SPI (Lee, Shiue, & Chen, 2016; Niazi, 2015). Estos estudios confirman la importancia de la motivación y la necesidad de contar con nuevas alternativas que incrementen la motivación de los trabajadores.

En los últimos años, la gamificación y las tecnologías pervasivas han sido señaladas como poderosas herramientas motivacionales en el entorno de trabajo. Aunque existe un amplio espectro de definiciones de gamificación, una de las definiciones más aceptadas es: gamificación como el uso de elementos de juego en contextos ajenos al juego con el objetivo de influenciar y modificar el comportamiento de las personas (Werbach & Hunter, 2012). En este sentido, la gamificación permite trasladar sus beneficios de manera eficiente a una serie de ámbitos funcionales (Deterding, 2012) entre los que se encuentra la Ingeniería del Software (Dorling & McCaffery, 2012). Una de las más esperadas (y documentadas) consecuencias de la aplicación de gamificación es el incremento en la motivación de las personas involucradas (Feng, Jonathan Ye, Yu, Yang, & Cui, 2018).

Por ello, las iniciativas de gamificación están siendo implementadas en diversos ámbitos software (Pedreira, García, Brisaboa, & Piattini, 2015), siendo SPI una de las áreas más fértiles (Gómez-Álvarez, Gasca-Hurtado, & Hincapié, 2017; Herranz, Colomo-Palacios, de Amescua Seco, & Yilmaz, 2014; Kasurinen & Knutas, 2018). Recientemente, se han producido iniciativas en el ámbito SPI en relación al uso de gamificación en SPICE (Dorling & McCaffery, 2012), iniciativas de gestión del cambio organizacional en SPI (Herranz et al., 2014; Herranz, Colomo-Palacios, de Amescua Seco, & Sánchez-Gordón, 2016; Herranz, Guzmán, de Amescua-Seco, & Larrucea, 2018) y herramientas específicas que dan soporte al proceso de la gamificación (Herranz, Colomo-Palacios, & de Amescua Seco, 2015; Ruiz, Trinidad, & Calderón, 2016).

Teniendo esto en cuenta, esta tesis doctoral presenta un marco metodológico que emplea los fundamentos de la gamificación en la gestión del cambio organizacional de las iniciativas SPI con el objetivo de incrementar la motivación intrínseca y el rendimiento de los profesionales software implicados. Este marco se basa en la definición del proceso subyacente y su construcción ha sido validada por dos grupos de expertos, tanto en gamificación como en SPI, y ha sido implementado en un entorno productivo real. La presente tesis doctoral puede ser considerada como relevante dada la escasez de literatura científica en relación con cualquier implementación formal y empírica de gamificación en SPI.

1.2. Objetivos e hipótesis de investigación

En investigaciones previas a la presente tesis doctoral se estudió la gamificación como disciplina, presentándose como un agente de cambio en la ingeniería del software (Herranz & Colomo-Palacios, 2012). En una posterior investigación (Herranz, Colomo-Palacios, & Amescua-Seco, 2013), se avanzó en la línea del actual

trabajo de investigación y, con el fin de aumentar el compromiso en las tareas de los altos directivos, se definió una ruta de actuación por la que estos pudieran emplear la gamificación como una solución para la gestión del cambio organizacional a través de fomentar la adopción de mejoras SPI y la visibilidad de los beneficios financieros.

Como se puede comprobar, las citadas investigaciones representan unas primeras aproximaciones a la cuestión que la presente tesis doctoral desarrolla con mayor amplitud, en el que, a diferencia de estas, se profundiza y extiende su alcance en varias direcciones. Por un lado, su ámbito de actuación se extiende a todos los grupos de profesionales y/o roles de SPI, y no sólo a la alta dirección. Además, su aplicación pretende actuar, fundamentalmente, en la motivación intrínseca de los agentes implicados. En esta línea, se presenta un marco metodológico de implantación de gamificación en SPI, que ha sido extendido, mejorado y validado por expertos en gamificación y SPI. Además, ha sido validado de manera empírica en una organización.

Con todo ello, el objetivo general de este trabajo de investigación será crear un marco metodológico que aplique gamificación en las iniciativas SPI con el fin de incrementar la motivación intrínseca y el rendimiento de los agentes involucrados. Nótese que no se pretende establecer un principio de causa y efecto entre motivación y rendimiento ya que estas variables están relacionadas entre sí por diversos factores (Bakker & Demerouti, 2008; Demerouti, Bakker, Nachreiner, & Schaufeli, 2001; Singh, 2016).

El objetivo general puede dividirse a su vez en sub-objetivos, que pasamos a señalar:

- **Objetivo 1.** Investigar y recopilar información de otros posibles modelos y aproximaciones en la comunidad científica y en la industria.
- **Objetivo 2.** Formalizar un marco metodológico sencillo de entender y de implementar que, a través de gamificación, permita el logro del objetivo principal.
- **Objetivo 3.** Adaptar el marco metodológico propuesto a las particularidades de cada grupo de profesionales software y de los roles SPI.
- **Objetivo 4.** Diseñar y desarrollar una herramienta software que soporte la implementación del marco metodológico presentado en iniciativas SPI reales.
- **Objetivo 5.** Definir una aproximación de integración de este marco metodológico en los actuales modelos de SPI orientados a la gestión del cambio organizacional.
- **Objetivo 6.** Evaluar el impacto y los resultados de la aplicación del marco metodológico propuesto en un entorno productivo.

Teniendo en cuenta los objetivos señalados, la **hipótesis de investigación** que se trata de validar mediante el desarrollo de este trabajo de investigación, es la siguiente:

Si es posible establecer un marco metodológico que aplique gamificación en las iniciativas de mejoras de proceso software (SPI) el cual mejore la motivación intrínseca y el rendimiento de los agentes involucrados

Entonces las organizaciones software que adopten dicho marco podrán:

- Incrementar la motivación intrínseca del personal implicado de manera directa en la iniciativa SPI y, por lo tanto, fomentar la adopción de las iniciativas SPI.
- Mejorar el rendimiento de los agentes involucrados a través del uso de diversas técnicas de gamificación, tales como mecanismos de participación, colaboración y competitividad, entre otros. En conjunto, esto permitirá incrementar las posibilidades de éxito de cualquier iniciativa SPI.

1.3. Metodología de la investigación

Con el ánimo de alcanzar los objetivos señalados en el apartado anterior, se describe una metodología de investigación que consta de las siguientes actividades, y que se encuentra representada a continuación en la figura 1.1.

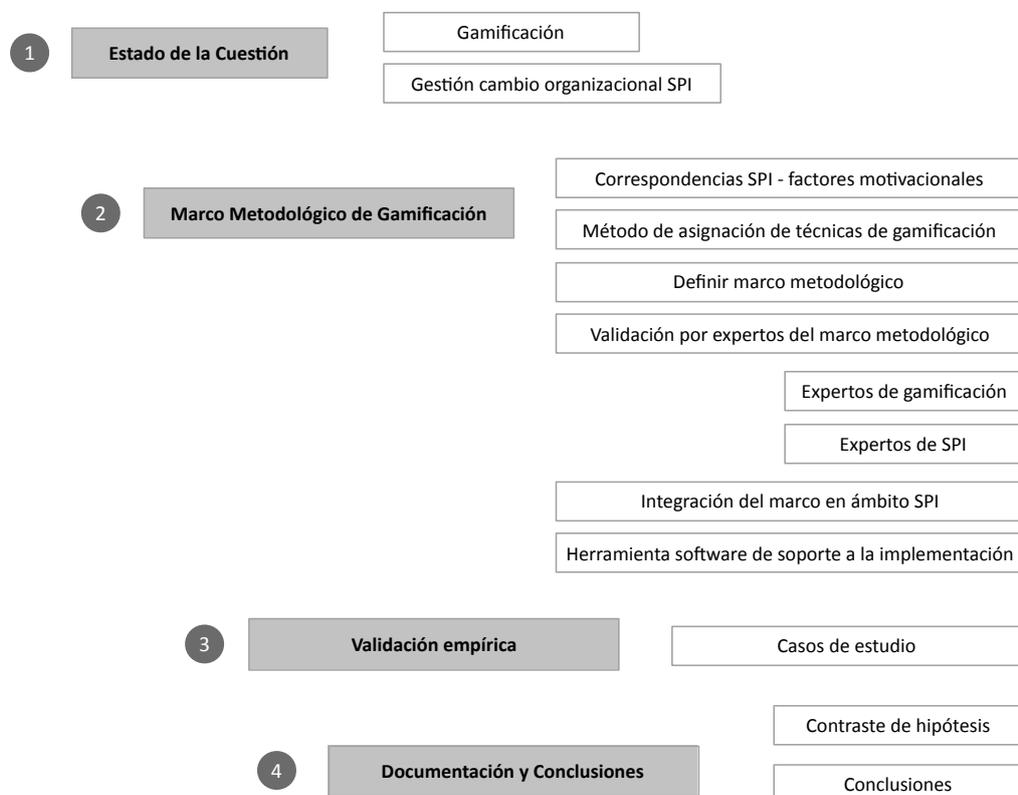


Figura 1.1. Metodología de investigación

Investigación exploratoria: Estado de la cuestión. Con esta etapa inicial se pretende identificar y analizar los trabajos llevados a cabo en los dos cuerpos de conocimiento que conforman este trabajo de investigación: la gamificación y la gestión del cambio organizacional en SPI.

Marco metodológico de gamificación. Para lograr el objetivo principal de la presente investigación, se estudiarán los grupos de profesionales del software y su relación con los distintos roles SPI de los principales modelos. Este estudio cristalizará en una correspondencia que permitirá la personalización de la propuesta SPI con independencia del modelos de roles en uso. A continuación, se definirá un método de asignación de técnicas de gamificación a actividades SPI, como núcleo del marco metodológico. Con esta base establecida, se construirá un marco metodológico de gamificación en iniciativas SPI que será validado por un nutrido grupo de expertos tanto en gamificación como en SPI. Este marco aspira a posicionarse como un marco de referencia en el incremento de la motivación intrínseca y rendimiento en SPI y corresponde con el núcleo de la investigación. Seguidamente, se investigará en la integración de dicho marco dentro de las iniciativas SPI, profundizando en la relación con los distintos modelos SPI de gestión del cambio organizacional. Por último, se desarrollará una herramienta software que dé soporte a la ejecución del marco metodológico presentado y haga más accesible la adopción de estas propuestas de gamificación.

Validación empírica. Mediante la puesta en marcha del marco metodológico en un entorno productivo, se pretende evaluar la efectividad y adecuación del marco metodológico en el ámbito de las iniciativas SPI reales.

Documentación y Conclusiones. Como último paso del proceso de investigación, se documentarán todos los aspectos de la investigación realizada, se realizará el contraste de hipótesis y su discusión, y se presentarán las conclusiones extraídas a raíz de todo el trabajo de investigación y de la correspondiente validación empírica. Además, se señalarán las futuras líneas de actuación relacionadas con el resultado de la investigación.

1.4. Aproximación a la solución y resultados preliminares publicados

Esta tesis doctoral presenta una solución que pretende incrementar la motivación intrínseca y el rendimiento de los agentes involucrados en la gestión del cambio

organizacional de SPI mediante la aplicación de los elementos fundamentales de la gamificación.

En consecuencia, esta investigación se ha centrado en dos objetos de estudio: la gamificación y la gestión del cambio organizacional implícita en iniciativas SPI. Tal y como se puede comprobar en el diagrama de Venn de la figura 1.2, la solución se centra en la vinculación de ambas disciplinas (punto 3) y corresponde con la principal aportación al cuerpo de conocimientos por parte de esta tesis, el marco metodológico gamificador.

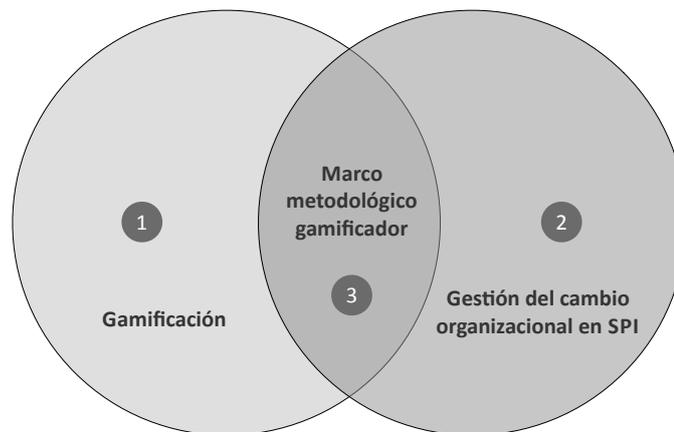


Figura 1.2. Principales objetos de estudio de esta tesis doctoral

El núcleo de esta solución corresponde con el marco metodológico gamificador validado por expertos en gamificación y SPI. Este marco permite la aplicación de gamificación en organizaciones involucradas en iniciativas SPI. Por lo tanto, esta actividad representa la elaboración efectiva de un marco al completo que aspira a posicionarse como referencia en lo que respecta al incremento de la motivación intrínseca y el rendimiento en SPI. La aplicación de este marco metodológico permite a las organizaciones software:

- Estimar la viabilidad de aplicación de gamificación en su organización.
- Ofrecer a las organizaciones mecanismos para:
 - Adaptar el marco a las peculiaridades de la organización y de las personas que participan en la propuesta.
 - Personalizar la propuesta gamificada con un alto nivel de detalle permitiendo dilucidar qué elementos de juego de la gamificación se estiman idóneos para la canalización de la motivación por cada uno de los grupos o roles involucrados.

- Establecer mecanismos de evaluación específicos de la evolución de la propuesta.

Sin embargo, para confeccionar un marco coherente y consistente se han realizado otros trabajos de los que se nutre dicho marco:

- **Correspondencia (o *mapping*) de los grupos de profesionales y roles de SPI con sus factores motivacionales** (motivadores y desmotivadores). Se debe personalizar la propuesta y, por ello, se deben identificar los factores motivacionales de cada grupo de profesionales y establecer las relaciones que guardan con los roles SPI de los principales modelos.
- **Método ad-hoc para establecer técnicas de gamificación.** Se define un método específico que, empleando las piezas principales de los *frameworks* más reconocidos y con mayor aceptación en el mercado, permite incrementar la eficacia a la hora de establecer técnicas de gamificación en las iniciativas SPI. Este método se divide, fundamentalmente, en dos partes bien diferenciadas:
 - a. Propuesta de alto nivel. Partiendo del enfoque de (Werbach & Hunter, 2012), se emplean los principales elementos de juego de gamificación (dinámicas, mecánicas y componentes) aplicados a SPI para trazar unas líneas generales de aplicación de gamificación.
 - b. Propuesta de bajo nivel. Basándose en la correspondencia anterior, se personalizan los componentes de juego a través de la aproximación propuesta por el *framework* Octalysis (Chou, Fuqua, & Yuan, 2015) y se analiza el equilibrio motivacional (intrínseco vs. extrínseco) subyacente a dicha propuesta de gamificación.
- **Herramienta de apoyo a la implementación del marco metodológico:** Se conceptualiza y desarrolla una herramienta software que da soporte a la ejecución del marco metodológico en iniciativas SPI. Esta herramienta facilita la adopción del marco en organizaciones y permite recabar datos cuantitativos de dichas implementaciones (Herranz et al., 2015).

Para finalizar la aproximación de la solución, una vez definido el marco metodológico, se desarrolla una aproximación de integración de este marco en SPI. Esta aproximación pretende anticipar cómo se integrará y relacionará el marco gamificador con los modelos de SPI más vinculados a la gestión del cambio organizacional. Además, se realiza una validación en un entorno productivo que permitirá medir el impacto y eficacia del marco propuesto.

Cabe destacar que el marco ha sido desarrollado con el apoyo de un extenso número de expertos y profesionales del sector, tanto de gamificación como de SPI,

y sustentado firmemente en una revisión profunda de la literatura de los cuerpos de conocimientos disponibles y las fuentes bibliográficas más relevantes. Por ello, se puede afirmar que el marco aprovecha las buenas prácticas existentes en la actualidad y las complementa, adoptando un enfoque específico para cada organización.

1.5. Estructura del documento

El presente documento de tesis doctoral se ha estructurado en cuatro partes o secciones que describimos a continuación:

Parte 1: Introducción y Objetivos: El propósito de esta sección es situar el contexto, los objetivos y la metodología o procedimiento de la investigación. Asimismo, y para completar esta primera parte, se especifica una aproximación a la solución del problema planteado, así como las aportaciones novedosas de la investigación llevada a cabo.

Parte 2: Estado de la Cuestión. En este capítulo se presenta, por un lado, el Estado de la Cuestión de la Gamificación y, por otro, el de la Gestión del Cambio Organizacional en SPI. De este modo, en el Estado de la Cuestión de la gamificación se presenta la disciplina desde su enfoque más organizacional, dado el objetivo principal de esta tesis. Se tratarán los principales aspectos de la gamificación, desde su definición y objetivos, pasando por sus principales ventajas e inconvenientes, hasta sus fundamentos psicológicos y principales elementos del juego. Para finalizar esta parte, se describirán los principales *frameworks* de implementación de gamificación en organizaciones y las distintas aproximaciones documentadas de gamificación en la Ingeniería del Software. Por lo que respecta al Estado de la Cuestión de la Gestión del Cambio Organizacional en SPI, se profundiza en el estudio del compromiso y los factores motivacionales en SPI, considerándose como los principales factores que condicionan su éxito o fracaso. Además, se tratan aspectos que deben ser tenidos en cuenta a la hora de gestionar este cambio, como son, los modelos que soportan la gestión del cambio organizacional, los roles de SPI y la infraestructura organizacional. También se presentan las propuestas motivacionales existentes dentro de SPI que, al igual que la actual investigación, pretenden incrementar la motivación de las personas implicadas.

Parte 3: Problema y Solución propuesta. Esta sección se ocupa, en su primera parte, de los principales problemas detectados en la investigación, analizando brevemente cada uno de ellos. Posteriormente, se describe el proceso de resolución propuesto para solventar estos problemas junto con la delimitación de la solución. Una vez definido y acotado el problema, se presenta la principal aportación de la investigación al cuerpo de conocimiento: una solución, que haciendo uso de la

gamificación, aspira a mejorar la motivación intrínseca y el rendimiento en la gestión del cambio organizacional relacionada con SPI. Para ello, se presentará una correlación de factores motivacionales con los roles SPI y un método específico de asignación de elementos de juego en iniciativas SPI. Tras esto, se constituye el núcleo de la solución propuesta, el marco metodológico gamificador, validado por expertos en gamificación y SPI. Tras la construcción y validación de este marco, se plantean posibles integraciones de este marco en SPI y se presenta una herramienta software que soporta la ejecución del marco en organizaciones. Se finaliza este bloque reflejando la validación empírica realizada.

Parte 4: Conclusiones. En esta sección presenta las conclusiones tras el trabajo realizado. Se parte de una revisión de objetivos de investigación e hipótesis para, en base a este análisis, presentar las principales contribuciones de la investigación. A continuación, se señalan los beneficios del marco metodológico y, por último, se describen las líneas futuras de investigación que emanan de los resultados de la tesis doctoral.

Parte 5: Apéndices. Por último, la quinta parte, “Apéndices”, la conforman cuatro apéndices: el apéndice A, contiene un pequeño manual de cómo funciona la herramienta software desarrollada que da soporte a la ejecución del marco metodológico presentado. Por su parte, los apéndices B y C incluyen las guías de investigación de las entrevistas realizadas para la validación de expertos y para la validación empírica, respectivamente. El apéndice D presenta el análisis estadístico realizado para evaluar los datos de motivación intrínseca recogidos en la validación empírica. Por último, se incluye toda la bibliografía empleada en la presente tesis doctoral.

Parte II
Estado de la Cuestión

Capítulo 2

Gamificación

La gamificación y la gestión del cambio organizacional dentro de la mejora de procesos en el ámbito software son los cimientos de la investigación presentada en este trabajo. Después de una breve introducción de la presente investigación, este capítulo describe los Estados de la Cuestión de estas disciplinas base, más concretamente, de la gamificación y su aplicación en el ámbito de la Ingeniería del Software, y de la gestión del cambio organizacional en el ámbito SPI, centrado éste último en aspectos relacionados con la motivación y compromiso de los agentes implicados en la iniciativa SPI.

La gamificación como disciplina ha sido descrita de múltiples formas y por bastantes autores. Muchas de estas definiciones están orientadas ad-hoc para determinados sectores, con especial relevancia en el ámbito del marketing. En este apartado se presenta el Estado de la Cuestión de la gamificación, primero como disciplina en general, con un enfoque más organizacional, y posteriormente en su aplicación concreta en la Ingeniería del Software.

2.1. La gamificación como disciplina

El Estado de la Cuestión de la gamificación como disciplina se justifica por la novedad y la no muy profusa literatura científica del objeto de estudio. El enfoque abordado en este apartado está más orientado a su aplicación en el ámbito empresarial y en las organizaciones.

A lo largo de los siguientes apartados, se tratarán los principales aspectos de la gamificación, desde su definición y objetivos, así como las posibles ventajas y dificultades que puede comportar. Además, se hará un breve recorrido por su historia, se señalarán algunos de los usos o ámbitos en los que es potencialmente aplicable y se analizará la importancia de esta nueva disciplina.

A continuación, se definirán los fundamentos de la gamificación, presentando los factores psicológicos que la sustentan y los distintos elementos del juego que la componen.

2.1.1. Definición y objetivos

La gamificación es el uso de elementos del diseño de juegos en contextos ajenos al juego (Deterding, Khaled, Nacke, & Dixon, 2011) con el objetivo de modificar e influir en el comportamiento de las personas para alcanzar los objetivos de negocio (Werbach & Hunter, 2012). Estos objetivos de negocio deberán estar siempre alineados con los objetivos de los usuarios, ya sean internos o externos, para lograr una propuesta gamificada que sea sostenible (Werbach & Hunter, 2012). Más adelante se ha matizado la definición de la gamificación, considerándola bajo un enfoque de proceso donde debe tenerse en cuenta el contexto organizacional. Bajo esta perspectiva, lo importante no son los elementos de juegos en sí, sino la selección, aplicación, implementación e integración de dichos elementos (Werbach, 2014).

Podría decirse que la gamificación sólo amplifica el deseo de compromiso y la atracción basándose en las propensiones conductuales y psicológicas que existen en el ser humano desde su concepción (McGonigal, 2011). Eso sí, su fin no es sólo generar compromiso y atraer al consumidor, sino potenciar el logro de los objetivos (Burke, 2016).

2.1.2. Ventajas vs Dificultades y Retos

VENTAJAS

Como se ha comentado en el apartado anterior, el principal objetivo de la gamificación es modificar e influir en el comportamiento del usuario. Por lo tanto, a través de una propuesta gamificada de calidad, esta modificación del comportamiento permite de manera directa:

- Un **incremento de la motivación** (Zichermann & Linder, 2013) que contribuirá directamente a un mayor reconocimiento, satisfacción y lealtad. Todo esto, a su vez, contribuirá a una mejora de la productividad y del rendimiento del personal involucrado. Existen ya múltiples investigaciones que certifican incrementos significativos en la motivación, gracias al uso de gamificación e.g. (Kifetew et al., 2017; Tsay, Kofinas, & Luo, 2018).
- Se fomenta la **competitividad** (Burke, 2016), y con ello las innovaciones dentro de la organización. Además, este incremento de la competitividad y la visibilidad de resultados por parte de todos los miembros de un proyecto permitirá dar visibilidad a los logros de los empleados y a una implantación de una comunidad meritocrática donde se fomenten valores relacionados con la excelencia en el desempeño.

- Se incentiva la **colaboración** y la **participación** (Feng et al., 2018), lo que, aparte de otras muchas implicaciones, permite potenciar **la racionalización de procesos** internos y externos, pudiendo identificar y eliminar debilidades de negocio, además de promover el ser consciente de los procesos y procedimientos (Burke, 2016). Todo esto amplifica la sensación de progreso del usuario (Dorling & McCaffery, 2012).

Por otro lado, la gamificación puede actuar como facilitador del aprendizaje. En ciertos entornos, uno quiere volver y probar, y aprender hasta llegar a ser el ganador. Además, especialmente dentro del ámbito del marketing, se permitirá fidelizar a los clientes y potenciar la diferenciación del producto que se hace indispensable en el actual entorno de elevada disonancia cognitiva (Burke, 2016). También, se podrá mejorar la inteligencia aplicando técnicas de gamificación sobre cada uno de los ámbitos que cubre los distintos tipos de inteligencias, esto es; fluida, emocional y cristalina (Zichermann & Linder, 2013).

Al final, todo esto se traduce en un incremento de los resultados potenciales a través de una experiencia más satisfactoria que con los modelos tradicionales (Zichermann & Linder, 2013).

DIFICULTADES Y RETOS

En todo proceso que se integre la gamificación existen una serie de inconvenientes que son necesarios tener muy presentes en todo momento. Algunos de estos inconvenientes son:

- **No es fácil.** Ni es fácil de gestionar, ni de determinar los objetivos, ni de medir y, además, implica cierta filosofía de prueba y error (Burke, 2016). Además hay que gestionar una cierta curva de sobre-entusiasmo ya que, aparte de no ser fácil de implementar, no se debe emplear para manipular sino para motivar y nunca mejorará un mal negocio (Kumar, 2013).
- Existe el riesgo de caer en una **pobre conceptualización** y en una implementación poco acertada de los elementos del juego (Burke, 2016). A pesar de unas altas expectativas, se prevén implementaciones que no serán correctas y que la gamificación poco podrá hacer con ellas (Burke, 2016). Dentro de estas pobres conceptualizaciones e implementaciones se pueden distinguir algunos ejemplos:
 - **Pointsification** (Werbach & Hunter, 2012). Esta mala práctica consiste en creer en que la gamificación puede emplearse como un truco barato de marketing y se basa en aplicar de manera indiscriminada los principales componentes del juego -puntos, insignias y tablas de clasificación, entre otros- sin tener en cuenta a las personas como centro de la acti-

vidad. En últimas investigaciones, se ha demostrado que cerca del 38% de las aplicaciones están basadas sólo en puntos (Pedreira et al., 2015). Sin embargo, en el corto plazo, esta práctica, si está bien aplicada parece incrementar la motivación de manera destacable (Kifetew et al., 2017).

- **Sobre-gamificación** (Groh, 2012). Se trata del abuso de la gamificación en cualquier ámbito. Esta práctica abusiva está en la línea de la visión de futuro expresada por Jesse Schell en su obra *Vision of the Gameapocalypse*¹ donde expresa la posibilidad de que acabemos jugando cada segundo de nuestra vida.
- **Valor de repetición decreciente (*replay-value*)** (Werbach & Hunter, 2012). Experimentos demuestran cómo la introducción en entornos reales de mecánicas de juego que generen diversión incrementa espectacularmente la participación del usuario en el corto plazo. Esta tendencia cae rápidamente tras repetidas interacciones del usuario y habrá que recurrir a determinadas mecánicas dinamizadoras para intentar mantener el interés.
- **Exceso de competitividad.** La gamificación, si es empleada bajo una pobre conceptualización o haciendo un mal uso de ella, puede ser empleada como un modo de explotación en la organización introduciendo una excesiva competitividad fuertemente desmotivadora para todas las personas implicadas (Cherry, 2012; Werbach & Hunter, 2012). Se podría caer dentro de lo que se ha denominado *Darwinismo social* (Wells, 1907). En este hipotético caso, podrán ser recompensados todos aquellos que tengan un alto rendimiento, mientras que los no-participantes y los que tengan un bajo rendimiento corren el riesgo de ser marginados (Burke, 2016).
- **Problemas de privacidad** (Groh, 2012). Todas las aplicaciones gamificadas recopilarán una cantidad enorme de datos personales y, algunos de ellos, serán presentados en Internet de manera permanente. Por todo ello, debido a la enorme recopilación de datos, la gamificación estará muy vinculada con la nueva disciplina *Big Data*.
- **Comportamientos no deseados:** a la hora de ejecutarse una propuesta gamificada pueden darse una serie de comportamientos no deseados. La explicación de la mayoría de estos comportamientos están recogidos bajos

¹ http://fora.tv/2010/07/27/Jesse_Schell_Visions_of_the_Gameapocalypse

unas determinadas teorías psicológicas, explicadas más adelante, y sobre las que se fundamenta la gamificación.

Sin embargo, nunca faltan voces discordantes y existen autores como Ian Bogost (Bogost, 2015) que afirman que la gamificación, sobre todo aplicada en el ámbito del marketing, será utilizada por muchas organizaciones como una artimaña para vender más o como herramienta de explotación en el entorno de trabajo (acuñó el término *exploitationware*, que define esta última situación). Además, este investigador afirma que es posible que para poder aprovechar las ventajas que aporta la gamificación, muchas organizaciones deban cambiar el núcleo de su negocio en vez de aplicar gamificación como un parche que soluciona el problema con rapidez. Estos retos implican la necesidad de incluir una serie de aspectos éticos a considerar en toda propuesta de gamificación (Kumar, 2013).

2.1.3. Historia

La gamificación (o más bien las mecánicas de juego) se ha introducido en múltiples procesos desde el inicio de los tiempos. Además, desde pequeños hemos sido incentivados a jugar. Los juegos son algo que traspasa las barreras del idioma, lo cultural, edad, y géneros (McGonigal, 2011; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Cunningham, 2011). Sin embargo, existen aspectos que deben tenerse en cuenta. De hecho, en cuanto al género, se han encontrado diferencias significativas entre hombres y mujeres, dado que las mujeres valoran más las características sociales que los hombres, mientras que no se encuentran diferencias significativas entre edades (Koivisto & Hamari, 2014).

La educación y los procesos de venta han sido gamificados desde hace multitud de años, pero es ahora cuando los elementos de juego se están aplicando a todos los aspectos de los negocios cuando se ha configurado la gamificación como una disciplina (Burke, 2016).

La aparición del concepto de gamificación data del 2002 (Groh, 2012), mientras que el primer uso documentado es del 2008 en el ámbito del marketing (Burke, 2016). Sin embargo, no fue hasta la segunda mitad del 2010 cuando el concepto se popularizó en medios y conferencias (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011).

A pesar de la buena acogida de esta disciplina, la aplicación de gamificación en el ámbito de las organizaciones se enfrenta habitualmente con cierto escepticismo (Kumar, 2013). Este escepticismo tiene su raíz en mitos tales como que las mecánicas de juego son sólo para niños y adolescentes. Por lo tanto, en determinados sectores, la vinculación del juego con el trabajo no ha estado bien vista (Zichermann & Linder, 2013).

¿POR QUÉ ESTA DISCIPLINA ES TAN JOVEN?

La gamificación no aplica técnicas especialmente novedosas, sino que a día de hoy se ha dado lo que podría denominarse una tormenta perfecta: la conjunción de los mundos cloud, mobile, social y el mundo digital que permite potenciar las situaciones donde la gamificación puede resultar exitosa. Además, la informática actual permite una definición cuantificada, detallada y en tiempo real gracias a diversas herramientas de analítica (Burke, 2016).

En los próximos años la vinculación de la gamificación con otras muchas tecnologías (realidad aumentada, procesamiento natural del lenguaje *wearable technologies*, ...) potenciará aún más el *engagement* de los usuarios (Burke, 2016).

Además, el segmento de trabajadores que más crece dentro de las organizaciones es la llamada Generación Y (Sheahan, 2005), o también conocida como *Millennials*. Son personas con características idóneas para participar en entornos gamificados por su conocimiento tecnológico, alta movilidad y participación en entornos socializados (Burke, 2016). A lo largo del tiempo, el cerebro de la Generación Y ha sido alterado a través de una continua exposición, como si hubieran sido sometido a un tipo de condicionamiento y de refuerzo (Zichermann & Linder, 2013). Como consecuencia, la introducción de esta Generación Y en puestos más elevados de decisión hará que la gamificación se introduzca rápidamente en todos los ámbitos (Werbach & Hunter, 2012).

2.1.4. Ámbitos de aplicación y tareas

En sus inicios, la gamificación se aplicó sólo al marketing (Burke, 2016), sin embargo, dado su carácter transversal se está aplicando a múltiples ámbitos (Kasurinen & Knutas, 2018; Seaborn & Fels, 2015), entre los cuales se encuentran los siguientes:

1. **Empleados:** aplicaciones gamificadas enfocadas a la formación (Tsay et al., 2018), a la mejora del rendimiento del personal (Cardador, Northcraft, & Whicker, 2017), a la posible gestión del conocimiento y en las comunicaciones internas (Burke, 2016). Recientes investigaciones con validación empírica han demostrado incrementos muy destacables de involucración.
2. **Usuarios/Cliente:** gamificación aplicada al marketing (Huotari & Hamari, 2012), fidelización, en la investigación de mercados (Burke, 2016) y en proveer un *feedback* continuo. Hasta la fecha, este ámbito de actuación es el más extendido en la aplicación de gamificación (Hamari, Koivisto, & Sarsa, 2014).
3. **Procesos:** mejora, innovación y racionalización de procesos (Dorling & McCaffery, 2012).

4. **Productos:** innovación de productos y crowdsourcing (Burke, 2016).

Independientemente de los distintos ámbitos de aplicación, la gamificación se debe aplicar en la ejecución de determinadas tareas. Estas **tareas** se pueden clasificar en dos grandes grupos (Pink, 2011):

1. **Algorítmicas:** aquellas tareas que siguen una serie de pasos marcados. Son las idóneas para automatizar y ser realizadas por ordenadores. En estas tareas funcionan bien los motivadores extrínsecos.

2. **Heurísticas:** más complejas. Orientadas a motivadores intrínsecos. Son las tareas más adecuadas para aplicar gamificación.

Por lo tanto, cabe destacar que la actividad es el centro de atención a la hora de diseñar un sistema gamificado, y toda la aplicación de mecánicas de juego girará en torno a ella. La actividad debe ser intrínsecamente motivante, si no es imposible lograr una solución efectiva, y, en esta línea, las tareas de naturaleza heurística serán las más apropiadas.

2.2. Fundamentos de la gamificación

Como se ha comentado anteriormente, el objetivo de la gamificación es tratar de modificar o dirigir el comportamiento de los usuarios hacia unos determinados objetivos. Sin embargo, dentro de cada contexto existe un comportamiento específico que debe entenderse, y que reside en factores psicológicos que pasaremos a describir en primer lugar. En base a esos factores psicológicos, se describirán posteriormente los mecanismos con los que cuenta la gamificación para canalizar la motivación de las personas al desarrollo de tareas específicas.

2.2.1. Factores psicológicos

La base sobre la que se debe establecer y/o implantar la gamificación queda reflejada en tres modelos psicológicos, el Modelo de Comportamiento de Fogg, la Teoría de Autodeterminación y la Teoría de Flujo que pasamos a presentar a continuación.

2.2.1.1. Modelo de comportamiento de Fogg

El modelo de comportamiento de Fogg (Fogg, 2009) indica qué factores son necesarios para que un comportamiento pueda llevarse a cabo. Suele ser empleado en los entornos de juegos y en esquemas de modificación del comportamiento a través de la gamificación (Hägglund, 2012).

De hecho, existen algunas investigaciones que emplean el modelo de Fogg para describir cómo las mecánicas de juego pueden cambiar el comportamiento de una persona. Incluso resaltan su supremacía frente a las redes sociales a la hora de modificar e influenciar sobre el comportamiento. Según este modelo, en un mismo instante deben converger tres factores:

- 1. **Motivación:** sea cual sea la razón, es imprescindible que el usuario esté motivado a realizar la conducta (Hägglund, 2012).

En lo que a motivación se refiere, la jerarquía de las necesidades humanas de Maslow (Maslow, 1943) es una teoría ampliamente extendida que describe la motivación humana. Una correcta propuesta gamificadora debe reforzar aquellas necesidades que estén en su mano, generalmente situadas en lo medio y alto de la jerarquía (más concretamente, necesidades sociales, de estima y de autorrealización).

Sin embargo, las necesidades y motivaciones no son universales. Dentro de cada contexto existe un comportamiento específico que debe ser entendido y qué motiva a los participantes a realizar la tarea que nos estamos planteando. Esto implica una discusión acerca de las motivaciones extrínsecas e intrínsecas. Las motivaciones intrínsecas no son percibidas como una recompensa, pero aportan a los usuarios un sentimiento de satisfacción y autodeterminación (Pink, 2011). Todo buen sistema gamificado debe incluir al menos uno de estos motivadores intrínsecos (Marczewski, 2015).

Se debe ser muy cuidadoso en el uso intensivo de motivaciones extrínsecas (dinero y recompensas materiales, por ejemplo) ya que la motivación intrínseca de la realización de la tarea puede ser anulada, y no se podrá volver a recuperar. A este fenómeno de desplazamiento de motivaciones intrínsecas por extrínsecas se le denomina **efecto de sobrejustificación** (Tang & Hall, 1995) y es uno de los principales causantes de comportamientos inesperados en los sistemas gamificados. No se trata de eliminar las motivaciones extrínsecas sino de combinar ambos tipos de motivaciones en un sistema donde las motivaciones extrínsecas se usen sólo para satisfacer necesidades intrínsecas, sin que exista un desplazamiento de estas últimas (Hägglund, 2012). Por ejemplo, puede darse el caso de que las personas implicadas se centren demasiado en las recompensas -motivación extrínseca- y que como consecuencia se desvanezca la motivación intrínseca de la tarea.

Según Daniel Pink (Pink, 2011), los motivadores extrínsecos son efectivos en tareas repetitivas y simples (tareas de naturaleza algorítmica, ver apartado 2.1.4), pero son desmotivadores para tareas que impliquen muchas

funciones cognitivas (tareas de naturaleza heurística, ver apartado 2.1.4). Partiendo del estudio de motivaciones de (Pink, 2011), algunos autores (Marczewski, 2015) realizan una pequeña clasificación de recompensas en base a su tipo de motivador a modo de ejemplo.

Motivadores intrínsecos	Motivadores extrínsecos
Autonomía Aprendizaje Maestría Significado personal Curiosidad Amor Pertenencia	Insignias Miedo al fallo Miedo al castigo Recompensas físicas Puntos Dinero

Tabla 2.1. Ejemplo de motivadores intrínsecos y extrínsecos en gamificación

- **2. Habilidad:** es necesario que el usuario disponga de la habilidad o recursos necesarios para llevar a cabo la conducta (Hägglund, 2012).

En general, el concepto de habilidad suele estar asociada con la destreza. Sin embargo, el modelo de comportamiento de Fogg, relaciona la habilidad con tiempo, atención, capacidad mental, o cualquier otro recurso que un usuario necesite para completar una tarea. Si un usuario no dispone de esos recursos, no se dispondrá de la habilidad necesaria para llevar a cabo una tarea. Sin habilidad, no importa cuánta motivación exista o cómo de importante sea la oportunidad.

Un sistema gamificado puede potenciar esta habilidad de múltiples formas. Por ejemplo, se podría incrementar la habilidad real o percibida por parte del usuario mediante una batería de pruebas o un entrenamiento previo a la realización de la tarea. También se podría hacer más sencilla la tarea objetivo y, de este modo, el usuario requerirá de menor habilidad para llevarla a cabo (Herranz & Colomo-Palacios, 2012).

- **3. Disparador:** la situación debe ser apropiada para la realización de la tarea, y el usuario debe ser empujado a realizarla (mediante pistas, señales y llamadas a la acción). Lo más importante es que ese disparador sea lanzado en el momento exacto para incentivar la ejecución de la tarea y evitar efectos negativos (Hägglund, 2012).

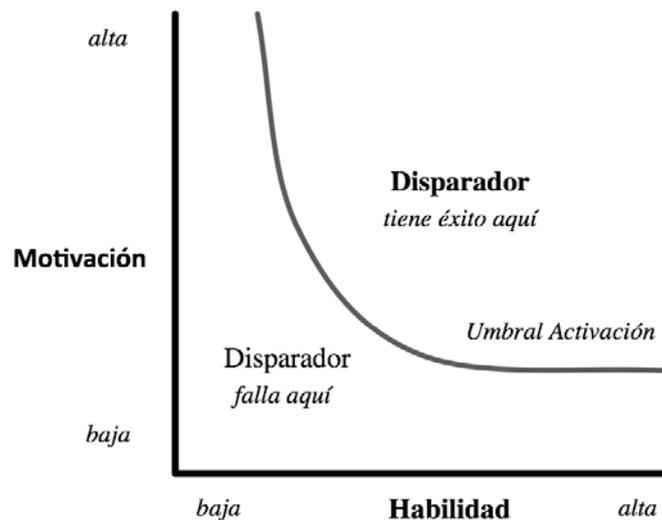


Figura 2.1. Representación del modelo de Fogg

Bajo la perspectiva de este modelo, para que un comportamiento pueda llevarse a cabo es necesaria la acción conjunta de estos tres factores en un mismo instante. Si fallase alguno de estos factores la acción no podrá llevarse a cabo. Además, tanto la motivación como la habilidad deberán darse con la suficiente intensidad para que se sobrepase lo que Fogg ha denominado umbral de activación. Sobrepasado este umbral, si se da el disparador correcto en el momento necesario, la tarea o conducta por parte del usuario podrá llevarse a cabo.

El diseñador de un sistema gamificado podrá apoyarse en este modelo para identificar las razones que están frenando a las personas implicadas a la hora de realizar una determinada tarea (Herranz & Colomo-Palacios, 2012).

2.2.1.2. Teoría de la autodeterminación

Existen una serie de necesidades básicas que deben estar presentes en toda solución gamificada. Dentro de las propuestas de motivación (Pink, 2011), estas necesidades básicas suelen equipararse con los motivadores intrínsecos. Dichas necesidades, sin las cuales no podría darse una correcta gamificación, están definidas por la Teoría de la Autodeterminación (Ryan & Deci, 2000b) y son las siguientes:

- **1. Necesidad de relacionarnos:** a pesar de que su intensidad es variable, existe la necesidad de conectarnos con otros seres humanos y sentirnos socialmente aceptados. Es necesario mostrar los logros a personas relevantes con el mismo interés. Si un logro no se puede compartir, se vuelve algo poco especial.
- **2. Necesidad de ser competente:** existe la necesidad universal humana de ejercitar nuestras habilidades y mejorar.

- **3. Necesidad de autonomía:** necesidad de las personas de tomar sus propias decisiones. En base a esta necesidad, toda propuesta de gamificación deberá ser aceptada de manera libre por cada una de las personas implicadas en el sistema (Herranz & Colomo-Palacios, 2012).

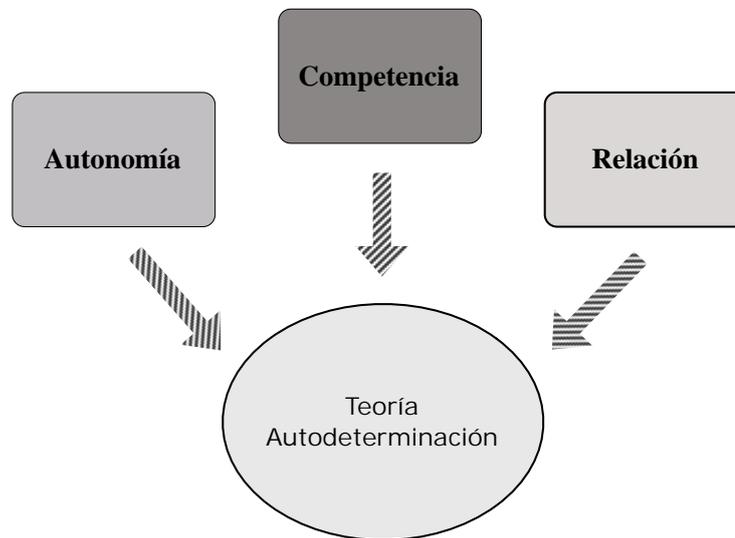


Figura 2.2. Necesidades de la Teoría de la Autodeterminación

Aunque la teoría de la autodeterminación fue la primera en profundizar en estas necesidades, existen otras propuestas relacionadas con la motivación intrínseca de las personas. Daniel Pink (Pink, 2011) propone un conjunto ligeramente diferente de motivadores intrínsecos: autonomía, maestría (muy relacionado con la competencia) y propósito. Con base en estas propuestas, autores de gamificación como (Marczewski, 2015) han creado propuestas específicas que no hacen otra cosa que unificar todos los motivadores intrínsecos identificados. Así, su teoría RAMP incluye: Relación, Autonomía, Maestría y Propósito. Otros autores como (Paharia, 2013) agrega el progreso a los motivadores recogidos en RAMP de (Marczewski, 2015) dado que se ha demostrado una fuerte correlación entre el progreso en el trabajo y la motivación de los trabajadores (Paharia, 2013).

2.2.1.3. Teoría de flujo

La Teoría de Flujo, o Teoría de *Flow* (Csikszentmihalyi, 1997) define cuál es el estado mental óptimo para llevar a cabo una actividad. A ese estado se le llama *Flow* (Flujo) y en él, la persona está completamente inmersa en la actividad que está ejecutando.

Debe diseñarse un sistema gamificado que facilite al usuario el alcanzar el estado *Flow* mientras está llevando a cabo una tarea. Para ello, se debe asegurar en todo momento una correspondencia entre el nivel de los retos y el nivel de destreza

del usuario. Por ejemplo, si se considera que un usuario puede encontrarse en un estado de aburrimiento, puede intentar reconducirse al estado Flow mediante retos, sorpresas o variaciones (Herranz & Colomo-Palacios, 2012). De hecho, más allá de la consideración de un estado mental óptimo, existen investigaciones que demuestran que las personas son más felices cuando están llevando a cabo un trabajo duro que se encuentra en el límite de su destreza (McGonigal, 2011).

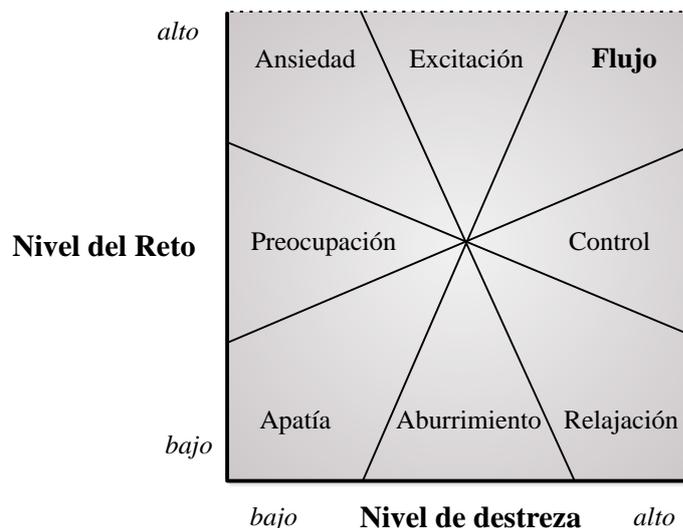


Figura 2.3. Matriz de la Teoría de Flow

Es más, a lo largo de su investigación, Csíkszentmihályi (Csikszentmihalyi, 1997) ha definido algunos de los elementos clave para poder alcanzar el estado *Flow*, los cuales deben ser tenidos en cuenta en la propuesta de gamificación. Estos elementos clave son:

- Los objetivos deben estar claros en cada paso del camino.
- Existe una respuesta inmediata a las acciones que uno realiza.
- Existe un equilibrio entre los desafíos y habilidades.
- Acción y conocimiento se fusionan.
- No hay distracciones.
- No hay preocupación por fallar.
- Desaparece la autoconciencia.
- El sentido del tiempo se distorsiona.
- La actividad se convierte en un fin en sí mismo.

2.2.2. Elementos de gamificación

Se pueden identificar los elementos que componen la estructura básica de toda propuesta gamificadora. Estos elementos son las dinámicas, mecánicas y componentes de juego, organizadas de manera jerárquica, así como los tipos de jugadores

y modos de juego. También habrá que tener en cuenta las reglas establecidas y la posible presencia de trampas.

A pesar de que existe bastante literatura que mezcla, equivoca y agrupa los conceptos de dinámicas y mecánicas de juego, hemos optado por seguir la clasificación de dinámicas, mecánicas y componentes del juego propuesta por Kevin Werbach y Dan Hunter (Werbach & Hunter, 2012). El enfoque de estos autores es el más organizacional de todos, tal y como queda reflejada en su última publicación (Werbach, 2014). Estos elementos fundamentales pueden relacionarse jerárquicamente en una pirámide, tal y como se muestra en la figura 2.4.

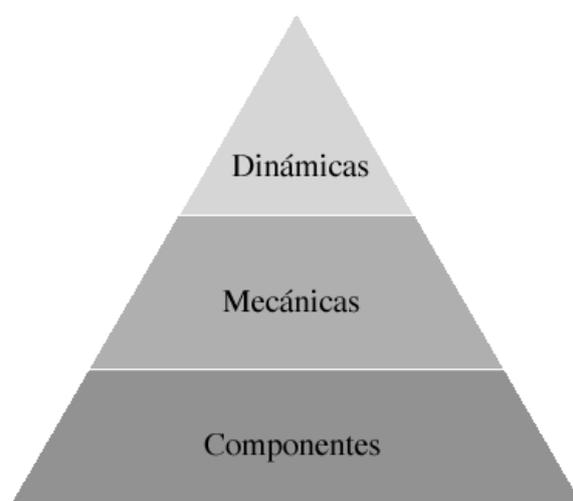


Figura 2.4. Jerarquía de Dinámicas, Mecánicas y Componentes de juego

En la parte superior de la pirámide nos encontramos con las dinámicas de juego. Estas corresponden con los aspectos generales de un sistema gamificado que deben ser considerados y gestionados de manera correcta, pero que nunca deben ser introducidos directamente en el juego. Inmediatamente debajo, tenemos las mecánicas de juego, consideradas como los procesos que dirigen la acción y generan el compromiso por parte del usuario. En la base de la pirámide, nos encontramos con instancias de las dinámicas y las mecánicas, los denominados componentes del juego (Werbach & Hunter, 2012). La vinculación de estos elementos de la gamificación es clara. Las dinámicas de juego corresponden con los objetivos a lograr, que se alcanzarán mediante mecánicas de juego que emplean determinados componentes.

Cerrando el círculo de los elementos de la gamificación, describiremos los tipos de jugadores y las diferentes modalidades de juego que potencialmente deben tenerse presentes a la hora de diseñar un sistema gamificado. El conocimiento de los distintos tipos de jugadores servirá de guía a la hora de identificar el tipo de

personalidad de las personas implicadas y, de este modo, se podrá profundizar en el comportamiento y las motivaciones del usuario. Partiendo del perfil de los usuarios se podrá definir el resto de elementos para dar lugar a una propuesta de gamificación coherente. De manera adicional, se estudiarán las fases por las que un jugador pasa a lo largo de una propuesta de gamificación y los ciclos de actividad que permite que los usuarios se involucren con el sistema gamificado.

2.2.2.1. Dinámicas de juego

DEFINICIÓN

No existe una definición ampliamente aceptada de dinámicas de juego en la gamificación. Debido a la falta de madurez de la disciplina, existe mucha literatura en la que los términos dinámicas y mecánicas de juego son usados indistintamente, o directamente, definidos de un modo distinto (Herranz & Colomo-Palacios, 2012).

Tras haber analizado la gran mayoría de las acepciones y clasificaciones, nuestra propuesta intenta ser consecuente con la división planteada por Kevin Werbach y Dan Hunter (Werbach & Hunter, 2012) por ser considerada la más coherente desde un punto de vista holístico y organizacional.

Según estos autores, las dinámicas de juego son los aspectos más globales a los que un sistema gamificado debe orientarse y a los que debe dirigir sus mecánicas de juego. Estas dinámicas están muy relacionadas con los objetivos, efectos, deseos y motivaciones que se pretenden conseguir o potenciar en el usuario. De hecho, estas dinámicas de juego están muy relacionadas con las necesidades e inquietudes humanas que motivan a las personas (Werbach & Hunter, 2012).

TIPOS

No existe, ni deberá existir nunca, una clasificación cerrada de dinámicas de juego, pero citamos a continuación algunas de las dinámicas más relevantes (Werbach & Hunter, 2012):

1. Restricciones: deben ser tenidas en cuenta ya que un juego genera interés a través de problemas y elecciones significativas. La resolución de los problemas debe hacerse en un entorno donde la libertad está limitada y/o estableciendo soluciones de compromiso (*trade-offs*) (Werbach & Hunter, 2012).

2. Emociones: los juegos pueden provocar casi cualquier tipo de emoción imaginable. De hecho, existen estudios (Gendler, 2008) que demuestran cómo situaciones no reales, como los juegos, pueden generar las mismas emociones

que situaciones reales. Este estado mental es lo que se ha denominado como *alief*.

En la gamificación, y a pesar de que el rango de emociones es más limitado por su orientación a entornos ajenos al juego, puede pretenderse, por ejemplo, el refuerzo de la curiosidad, la competitividad o la felicidad, entre otras. Es por ello que las emociones deben ser tenida en cuenta como un aspecto esencial en el diseño del sistema gamificado (Werbach & Hunter, 2012).

3. Narrativa: se configura como la estructura que dispone y enlaza todas las piezas del sistema gamificado de un modo coherente. Se deberá construir una historia consistente, creando sensación de fluidez y pretendiendo que los usuarios tengan esa historia en su mente. Es más, se podrían utilizar técnicas de narrativa como el *storytelling* (Hsu, Chang, & Lee, 2013) o incluso el uso de temáticas para favorecer la vinculación e inmersión.

Si no se tiene sensación de narración, se cae en el riesgo de que el sistema gamificado sea considerado como un montón de elementos abstractos que carecen de coherencia o no tiene ninguna relación con el usuario (Herranz & Colomo-Palacios, 2012), y esto limitará la efectividad de la gamificación (Werbach & Hunter, 2012).

4. Progresión: la dinámica de progresión pretende generar en el usuario una sensación de progreso y de oportunidad de mejora del usuario (Werbach & Hunter, 2012) que cubra la necesidad de ser competente de la Teoría de Autodeterminación descrita en apartados anteriores. Cuando una persona percibe que ha realizado algún avance en la consecución de un objetivo, su compromiso aumenta (Paharia, 2013). Para poner en marcha esta progresión, algunos autores como (Werbach & Hunter, 2012) ponen en marcha la denominada “escalera de progresión”. Estas escaleras proporcionan una perspectiva macro acerca del historial del jugador. Parten de la base de que la experiencia del juego va cambiando a medida que los jugadores se mueven a través de él. Sin embargo, aunque la base de toda progresión es un nivel creciente de dificultad, el progreso no debería ser completamente lineal.

5. Relaciones: como ya se indicó en la Teoría de la Autodeterminación, las personas tienen la necesidad de relacionarse e interactuar con el resto. Las dinámicas sociales que potencian estados como el altruismo, camaradería, el logro de un estatus, entre otros, y que fomentan la competitividad son muy importantes en la experiencia gamificada (Werbach & Hunter, 2012). En esta línea, existen investigaciones que confirman de manera preceptiva la efectividad de las experiencias sociales gamificadas. Sin embargo, se anticipa como

necesario contar con una comunidad comprometida con los mismos objetivos (Hamari, Huotari, & Tolvanen, 2015; Hamari et al., 2014).

2.2.2.2. Mecánicas de juego

DEFINICIÓN

Para alcanzar los objetivos de las dinámicas de juego, se emplean distintas mecánicas de juego. Realmente, cada mecánica es un modo de lograr una o varias de las dinámicas de juego descritas anteriormente.

Las mecánicas de juego pueden ser consideradas como las acciones básicas dirigidas a motivar al usuario (Werbach & Hunter, 2012). Otra definición aceptada es la que las define como principios, reglas o mecanismos que gobiernan el comportamiento a través de un sistema de incentivos, *feedback* y recompensas con un resultado razonablemente predecible (Dorling & McCaffery, 2012).

TIPOS

Los tipos más relevantes de mecánicas de juego son (Werbach & Hunter, 2012):

1. **Retos:** el sistema gamificado establece objetivos que el usuario debe alcanzar (Werbach & Hunter, 2012), y cualquiera de las tareas planteadas debe requerir un esfuerzo proporcional a su destreza (Werbach & Hunter, 2012).
2. **Oportunidades y sorpresas:** puede requerirse la introducción de un cierto componente de suerte o aleatoriedad (Werbach & Hunter, 2012). De hecho, se recomienda introducir cierta aleatoriedad y variabilidad en las recompensas, tanto en el tipo de recompensa como en su frecuencia (Paharia, 2013). Es decir, no todos los resultados están basados en la actividad desarrollada por el usuario (Werbach & Hunter, 2012).
3. **Competición:** se puede establecer un mecanismo en el que hay ganadores y perdedores (Werbach & Hunter, 2012). Nótese que las personas tienen la necesidad de completar tareas y aspirar a la excelencia en una comparación continua con el resto de personas. Esta comparación puede tomar la forma de competición con uno mismo o contra otros (Heckhausen, Butler, Birney, & McClelland, 1967). Aunque los humanos tengamos esa propensión a la competición, esta no puede ser utilizada sin más. Debe ser acompañada de un objetivo realista, y que si se consigue exista un premio irresistible y genuino, y que implique un reconocimiento elevado para el individuo o el grupo (Burke, 2016).

4. **Cooperación:** es la mecánica de juego opuesta a la competición. Aunque opuesta, ésta puede ser complementaria a la competición. En ella, los usuarios colaboran y realizan acciones conjuntas, o independientes pero con un objetivo común (Werbach & Hunter, 2012).

5. **Feedback:** información acerca de cómo está desempeñando la tarea el usuario (Werbach & Hunter, 2012). Esta información debe ser en tiempo real ya que incentivará a los usuarios a ir más allá (Werbach & Hunter, 2012) (Chou et al., 2015; Hamari et al., 2014; Jung, Schneider, & Valacich, 2010).

Mientras que los empleados suelen obtener *feedback* de su trabajo una vez o dos veces al año, los jugadores deben obtener una retroalimentación constante. Por lo tanto, las organizaciones y los procesos necesitan introducir sistemas y procesos que permitan un *feedback* rápido y significativo, acelerando el aprendizaje y el rendimiento de los empleados. Adicionalmente, y de manera relacionada con la mecánica de competición, los empleados necesitan conocer cómo desempeñan su trabajo en comparación con sus compañeros, y el *feedback* contribuye a ello (Perryer, Scott-Ladd, & Leighton, 2013).

El *feedback* positivo refuerza el comportamiento apropiado y debe ser coherente con la dinámica de progreso (Dorling & McCaffery, 2012), mientras que el negativo facilita el aprendizaje y los ajustes sobre el comportamiento (Perryer et al., 2013). Sin embargo, hay que ser muy cuidadoso con el *feedback* negativo ya que éste puede tirar abajo el sistema gamificado a no ser que los usuarios estén extremadamente motivados o se emplee en un contexto social donde sea coherente (Dorling & McCaffery, 2012).

6. **Recopilar recursos:** algunas personas sienten la necesidad de recopilar objetos u obtener cosas que les pretenden ser útiles (Werbach & Hunter, 2012). Esta recopilación de recursos puede permitir avanzar en el sistema gamificado (Werbach & Hunter, 2012).

7. **Recompensa e incentivos:** corresponderían con los beneficios por acción o logro. Es necesario que el usuario se siente reconocido, y para ello se establecen recompensas, no sólo a los éxitos, sino a los esfuerzos. Las recompensas pueden estar escaladas en función del esfuerzo y el riesgo (Dorling & McCaffery, 2012). Es necesario que las recompensas sean significativas y no sólo centradas en la cantidad, sino más bien en la calidad. De hecho, en el ámbito de la ingeniería del software, existen investigaciones preliminares recientes basadas en esquemas de recompensas, cuyo objetivo es mejorar la vinculación de los participantes en el ciclo de vida software (Üsfekes, Yilmaz, Tuzun, Clarke, & O'Connor, 2017).

8. **Transacciones:** se trata de intercambiar algo entre usuarios del sistema, o con un personaje automatizado (Werbach & Hunter, 2012). Este intercambio se puede hacer directamente o través de intermediarios (Werbach & Hunter, 2012).

9. **Turnos:** participación secuencial de usuarios que se alternan (Werbach & Hunter, 2012).

10. **Estados ganadores:** son objetivos que hacen que un jugador o un grupo de jugadores sean ganadores (Werbach & Hunter, 2012).

2.2.2.3. Componentes del juego

DEFINICIÓN

Los componentes del juego pueden ser definidos como instancias específicas de las dinámicas y las mecánicas de juego (Werbach & Hunter, 2012), es decir, maneras concretas de realizar aquellos que las dinámicas y las mecánicas pretenden (Werbach & Hunter, 2012). También pueden ser definidos como los bloques de construcción que pueden ser aplicados y combinados para gamificar un sistema (Hägglund, 2012).

TIPOS

El número de componentes de juego no para de crecer y es realmente infinito, su límite viene impuesto por la creatividad (Dorling & McCaffery, 2012) y algunos de estos componentes son muy simples (Hägglund, 2012). De hecho, estos componentes pueden ser combinados de múltiples formas creando todo tipo de nuevos resultados. En esta línea, los componentes de juego más relevantes son (Werbach & Hunter, 2012):

1. **Logros:** representaciones de objetivos logrados.
2. **Avatares:** representaciones visuales del usuario involucrado en el sistema gamificado. Permiten a los usuarios adoptar o crearse una identidad y, dentro de mecánicas cooperativas remotas, contribuyen a formar parte de la comunidad.
3. **Insignias** (y trofeos): representaciones visuales de determinados logros (Zichermann & Linder, 2013). Estos proveen de un refuerzo positivo para el comportamiento objetivos (Kumar, 2013) y han demostrado su efectividad en investigaciones recientes (Hamari, 2017).
4. **Luchas con el jefe:** retos de complejidad elevada al final de un nivel.
5. **Colecciones:** conjunto de elementos o de badges para acumular.

6. **Combate:** una batalla virtual, generalmente de duración corta.
7. **Desbloqueo de contenidos:** ciertos aspectos disponibles cuando los usuarios alcanzan un objetivo determinado.
8. **Regalos:** oportunidades para compartir recursos con otros.
9. **Rankings y tablas de clasificación** (leaderboards): muestra visual de la progresión y logros de los usuarios (Hägglund, 2012). Al respecto, existen visiones contrapuestas sobre los rankings y su efectividad (Mekler, Brühlmann, Tuch, & Opwis, 2017). Sin embargo, se ha demostrado que los ranking son un enfoque efectivo para gamificar el rendimiento de la tareas, sobre todo cuando se centra en alcanzar unos objetivos bien definidos (Landers, Bauer, & Callan, 2017). Durante el tiempo que lleva vigente la gamificación, se han planteado distintas clasificaciones de los rankings (Marczewski, 2015), desde la clásica tabla de clasificación que compara a todos los usuarios del sistema gamificado, hasta el ranking relativo (*cross-situational leaderboard*), orientado a reducir la competencia y el desánimo donde se compite sólo con aquellos que están en posiciones similares (Kumar, 2013). También están apareciendo los rankings no competitivos, idóneos para el ámbito de la educación, donde no muestran ningún orden y son utilizados como una herramienta social. Podría afirmarse que los rankings se están convirtiendo en sociales y relativos (Zichermann & Linder, 2013).
10. **Niveles:** son los pasos definidos en la progresión del usuario. La mayoría de los juegos tradicionales emplean de manera efectiva la mecánica de los niveles para incrementar el reto y mantener al jugador vinculado. Estos niveles no suelen ser generalmente lineales, es decir, no se incrementa la dificultad del reto de manera proporcional en base al número de niveles totales sino que la curva de dificultad es curvilínea (Zichermann & Cunningham, 2011). Además se debe asegurar que la recompensa al esfuerzo y el esfuerzo incrementa con el nivel de destreza (Hägglund, 2012).
11. **Puntos:** este componente es uno de los componentes esenciales y es parte de cada juego (Zichermann & Cunningham, 2011) y se consideran como la unidad granular de medida en gamificación (Kumar, 2013). No son más que la representación numérica de la progresión (Hägglund, 2012), y permiten monitorizar el comportamiento y proveer de *feedback*. Estos sistemas de puntos pueden servir para múltiples funciones: medir la experiencia, destreza, reputación, etc. (Zichermann & Linder, 2013). Se ha demostrado que, en el corto plazo, el uso de puntos en estrategias de gamificación aporta buenos resultados (Kifetew et al., 2017).

12. **Conquistas:** retos predefinidos con objetivos y recompensas.
13. **Social Graphs:** representación de los jugadores de la red social del sistema gamificado.
14. **Equipos:** grupos de usuarios trabajando conjuntamente en un objetivo común (Werbach & Hunter, 2012) como parte de una colaboración por parte de la comunidad (Hägglund, 2012).
15. **Virtual Goods:** representan activos que tiene un valor real o percibido (Werbach & Hunter, 2012). La recolección de elementos virtuales sólo por diversión suele funcionar, pero ayuda que exista un momento donde poder convertirlos (Hägglund, 2012).
16. **Barras de progreso:** una barra de progreso es una de las manera más típicas de mostrar cómo de cerca te encuentras de la siguiente tarea (Zichermann & Cunningham, 2011). Diversas teorías de motivación postulan que este recurso incentiva la motivación en una orientación a la maestría, especialmente en entornos de aprendizaje (Sailer, Hense, Mayr, & Mandl, 2017).

Los componentes más utilizados en los sistemas gamificados son los puntos, las insignias y los rankings o tablas de clasificación (Werbach & Hunter, 2012).

2.2.2.4. Tipos de jugadores

Se trata de adaptar los mecanismos y dinámicas de juego al contexto y a los distintos tipos de personas. Cualquier mecanismo no es suficiente para atraer a todo el mundo. Gente diferente debe estar motivada por cosas diferentes, y además diferentes maneras. Las mecánicas de juego que funcionan bien para unos, puede ser que funcionen de manera pobre para otros (Hägglund, 2012).

Richard Bartle (Bartle, 1996) propuso una generalización de las personalidades presentes en todo juego. Esta propuesta ha sido aceptada en la gamificación como una pauta a la hora de adaptar las mecánicas de juego a los distintos grupos de personas. Las cuatro personalidades identificadas por Bartle son: Triunfador (*achiever*), Explorador (*explorer*), Socializador (*socializer*) y Asesino (*killer*), y deben ser tenidas en cuenta la hora de diseñar un sistema gamificado (Hägglund, 2012).

- **Achiever:** estas personas están centradas en alcanzar un estado y en lograr objetivos predefinidos de manera rápida y completa (Bartle, 1996). Suelen preferir enfrentarse a retos y acumular logros, puntos y elementos que les permita medir el éxito en el juego (Hägglund, 2012).

- **Explorer:** centrados en explorar nuevas vías y en descubrir lo desconocido (Bartle, 1996). Aquellos juegos con pocas restricciones y permiten un amplio abanico de movimientos suelen ser atractivos para este tipo de jugadores (Hägglund, 2012).
- **Socializer:** centrados en interactuar y en socializarse. Están orgullosos de sus amistades, contactos e influencia (Bartle, 1996).
- **Killer:** centrados en la competición con otros jugadores con el objetivo de intentar demostrar su superioridad (Bartle, 1996).

Aunque la taxonomía de jugadores de Bartle es la más aceptada (Burke, 2016; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Cunningham, 2011), existen otras propuesta de tipos de jugadores adicionales, siendo las más conocidas el Gamification User Types Hexad de (Marczewski, 2015) y la taxonomía de jugadores de BrainHex (Nacke, Bateman, & Mandryk, 2011), que vincula los tipos de jugadores con investigaciones neurobiológicas.

2.2.2.5. Fases de tránsito de los usuarios

Son muchos los autores que indican que el usuario, durante su participación en un sistema gamificado, pasa por una serie de fases, y que cada una de esas fases debe hacer hincapié en unos motivadores distintos (Chou et al., 2015). Algunos de estos autores han establecido una serie de modelos.

1. *PLAYER JOURNEY DE AMY JO KIM* (Kim, 2012)

Esta autora fue la principal precursora de este concepto de las fases por las que pasan los usuarios. Según la autora, todo jugador pasa por tres fases bien diferenciadas. Estas son:

1. **Incorporación:** el jugador empieza como un novato, empezando a interactuar con el sistema. Los jugadores entran, y tienen que aprender cómo usarlo.
2. **Construcción de hábitos:** durante esta fase, el jugador empieza a integrar el sistema dentro de su situación específica o circunstancias.
3. **Maestría:** se podría llegar a una situación donde el jugador (denominado entusiasta) maneja con maestría los retos que le presenta el sistema. Es importante señalar que la maestría es diferente a ganar. Ganar trata de alcanzar un objetivo, mientras que la maestría trata de adquirir conocimiento y demostrar control en la realización de algo a lo largo de una progresión consistente. La maestría es una mejora continua de procesos, mientras que ganar es un destino. Mientras que sólo unos pocos pueden ganar, muchas

personas alcanzan la maestría, y centrarse en esto último es garantía de éxito (Zichermann & Linder, 2013).

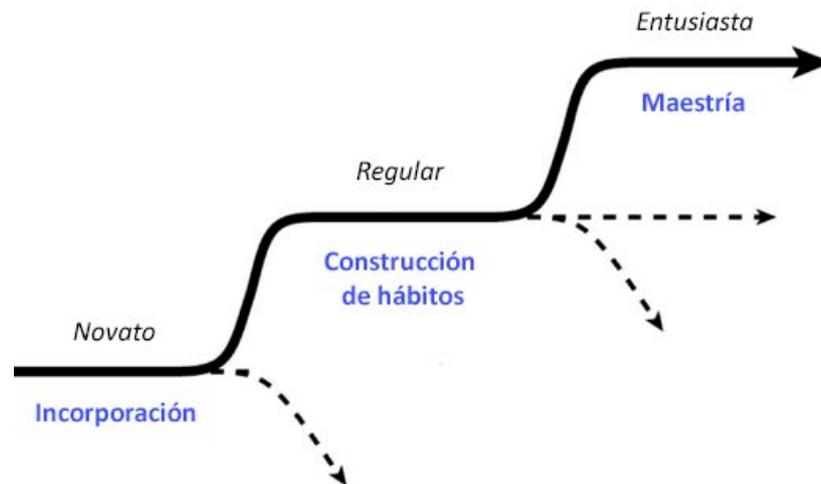


Figura 2.5. Fases del Player Journey de Amy Jo Kim

2. EEEE USER JOURNEY

El autor (Marczewski, 2015) ha creado una variación del anterior *Player Journey* de Amy Jo Kim y lo ha llamado *EEEE User Journey*. Esta variación se basa en las siguientes fases:

1. **Alistarse:** el usuario empieza a usar el sistema. En esa fase, es necesario trabajar mucho las recompensas para intentar incentivar al uso del sistema por parte del jugador.
2. **Entusiarmar:** el jugador pasa la primera parte de la curva de aprendizaje del sistema y empieza jugar con entusiasmo.
3. **Vincular:** en esta fase, el entusiasmo inicial empieza a resentirse y es necesario emplear técnicas que permitan al usuario vincularse con el sistema para que lo continúe utilizando.
4. **Final del juego / Experto:** se debe aportar al usuario un sentimiento de satisfacción que indique que el esfuerzo ha merecido la pena. Por otro lado, surge la posibilidad de que el usuario desee permanecer en el sistema. Si el sistema aspira a continuar, debe proveerse al usuario las motivaciones intrínsecas que le permitan continuar en él.

3. OCTALYSIS USER JOURNEY

Chou (Chou et al., 2015), define el proceso por el que pasa el jugador en cuatro fases. Cada una de las fases debe centrarse en unas motivaciones distintas y, por ello,

se definirán diferentes elementos de juego específicos para las motivaciones en cada una de las fases. Estas fases son:

1. **Descubrimiento:** define la fase en la que el usuario se plantea que quiere entrar en tu sistema gamificado, pero todavía no lo ha hecho.
2. **Incorporación:** una vez dentro del sistema, el usuario aprende las reglas y las herramientas que tiene en la propuesta gamificada.
3. **Fijación:** en esta fase se repite el mismo proceso hasta la consecución de los objetivos.
4. **Final del juego:** esta última fase está centrada en retener a los usuarios más veteranos.

2.2.2.6. Ciclos de actividad

Los juegos siempre cuentan con un ciclo y, casi siempre, con un final. A lo largo de ese camino operan sobre una serie de bucles y de ramificaciones. Es decir, el juego no es lineal (Werbach & Hunter, 2012). Esos bucles o ramificaciones son los ciclos de actividad, y permiten que el usuario esté siempre involucrado en la actividad (Marczewski, 2015; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Linder, 2013). Estos ciclos de actividad describen, a nivel micro, qué es lo que hacen los jugadores (acción), por qué lo hacen (motivación) y qué es lo que el sistema lleva a cabo como respuesta (*feedback*) (Werbach & Hunter, 2012).

De este modo, el bucle se inicia con el comienzo de una actividad (acción), para luego darle un *feedback* en tiempo real de su resultado. Finalmente, se le otorga una recompensa o algún elemento que motive al usuario a estar involucrado con el sistema e iniciar de nuevo la actividad (Marczewski, 2015). Este bucle se puede observar en la figura 2.6.



Figura 2.6. Ciclo de actividad en sistemas gamificados

Este ciclo de actividad está basado fuertemente en la teoría del condicionamiento operante de BF Skinner (Skinner, 1963). Algunos autores como (Zichermann & Linder, 2013) lo denominan como *engagement loop* y definen las cuatro fases que lo componen: emoción motivadora, llamada a la acción social, re-enganche (*re-engagement*) del usuario (a través de notificaciones, por ejemplo) y, por último, progreso visible o recompensas.

2.2.2.7. Modos de juego

El modo de juego determina el esquema base de un sistema gamificado. A pesar de que no existe mucha literatura dentro del ámbito de la gamificación, existen alguna clasificación de los tipos de juegos como la que distingue entre juegos dirigidos y de juegos emergentes (Burke, 2016):

A. Juegos dirigidos: son aquellos en los que el usuario desarrolla una serie de acciones encuadradas dentro de una ruta preestablecida por el diseñador del sistema gamificado. Esta ruta pretende emplear los elementos de la gamificación intentando en todo momento que las actividades sean acordes al nivel de destreza del usuario. Se trataría de guiar al usuario, aplicando las correctas mecánicas y componentes de juego, e intentando dirigirle al estado *Flow* (Teoría del Flow) donde su nivel de concentración y rendimiento es óptimo.

B. Juegos emergentes: son aquellos juegos en los que no existe una ruta predefinida, ni acciones planificadas para realizar. En estos juegos sólo se establece el marco desde un inicio, aportando información al usuario de los objetivos, de las reglas, de las herramientas que dispone y de los actores involucrados (Burke, 2016). En este modo de juego, se suelen considerar las trampas como un elemento más a considerar agregar o, cuanto menos, considerar acciones que no están contempladas como tal en la reglas y las mecánicas de juego (Marczewski, 2015).

2.2.2.8. Reglas

La gamificación introduce una serie de reglas que restringen el calendario y el modo de juego (Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Cunningham, 2011). Además, a la hora de crear las reglas y aplicar gamificación hay que tener en cuenta un factor fundamental: las trampas. ¿Puede ser que la presión por ganar incentive las trampas? Si es que sí, ¿merece el permitir cierto nivel de trampas si esto contribuye finalmente al logro de los resultados esperados? A veces puede merecer la pena si potencia la innovación (Burke, 2016).

En relación a las trampas en sistemas gamificados, se han establecido algunas tácticas para intentar gestionarlas. Algunas de estas tácticas son (Kumar, 2013):

- Reducir el valor de las recompensas, fomentando entonces el valor intrínseco frente al extrínseco u otorgar gratificaciones con poco valor de intercambio.
- Incrementar el esfuerzo necesario para trucar el sistema gamificado a través de reducir la transparencia en el sistema de recompensas o introduciendo una complejidad relativa.

Para obtener los máximos beneficios, la participación en un modo de juego u otro debe ser voluntaria (McGonigal, 2011; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Linder, 2013). Si es obligatorio, se pierde gran parte de la diversión (Kumar, 2013), siendo ésta un componente importante de toda propuesta gamificada (Marczewski, 2015; Werbach & Hunter, 2012). De hecho, la participación en la propuesta canaliza el compromiso del personal que esté más afectado por el cambio (Hardgrave & Armstrong, 2005). Estas personas estarán más entusiasmadas y comprometidas con el proceso de cambio y se incrementará la probabilidad de éxito. De hecho, en respuesta a un compromiso y motivación baja, se podrían organizar a los participantes en equipos.

2.3. Frameworks de gamificación

La gamificación no consiste en la creación de un juego en sí ("*holistic game*") dentro del entorno de trabajo sino en la integración de determinados elementos de juego en los procesos existentes de una organización (Werbach & Hunter, 2012). Por lo tanto, *frameworks* tradicionales de diseño de juegos tales como el *framework* MDA (Hunicke, LeBlanc, & Zubek, 2004) no son válidos para este propósito. Teniendo en cuenta esto, durante estos años han surgido un elevado número de *frameworks* de implementación de gamificación en las organizaciones (Mora, Riera, Gonzalez, & Arnedo-Moreno, 2015). La naturaleza de la gran mayoría de estos *frameworks* es genérica y ha sido recogida en diversas investigaciones (Mora et al., 2015; Mora, Riera, González, & Arnedo-Moreno, 2017), algunos de ellos inspirados en el *framework* MDA.

Existen multitud de propuestas de procesos, directrices y factores a tener en cuenta a la hora de implantar gamificación. Muchas de estas propuestas están planteadas por consultoras internacionalmente reconocidas como Gartner (Burke, 2016), mientras que otras propuestas de *frameworks* han sido ideadas por reconocidos autores dentro del ámbito de la gamificación, tales como Kevin Werbach y

Dan Hunter (Werbach & Hunter, 2012), Yu-kai Chou (Chou et al., 2015), Andrej Marczewski (Marczewski, 2015) y otros. A continuación, se recogen los principales *frameworks* con una orientación más a negocio.

1. GARTNER FRAMEWORK (Burke, 2016)

Gartner no establece sólo unas pautas o factores a tener en cuenta, sino que plantea un proceso de gamificación cíclico centrado en el usuario. El proceso definido es el siguiente (Burke, 2016):

1. **Objetivos de negocio y métricas:** se establecen los objetivos de negocio que se pretenden alcanzar con el sistema gamificado y las métricas para poder analizar el comportamiento de los usuarios.
2. **Público objetivo:** se determina el público objetivo para poder conocer sus motivaciones.
3. **Objetivos de los jugadores:** se deben establecer los objetivos de los usuarios implicados en el sistema gamificado. Es necesario alinear los objetivos del negocio con los de los jugadores para poder lograr una gamificación sostenible.
4. **Modelo de vinculación (*engagement model*):** se define el modelo que permitirá incrementar la participación e involucración de los usuarios del sistema. En este modelo se especifican las características generales del juego. Se definirá si el juego es más colaborativo que competitivo, el equilibrio entre las motivaciones intrínsecas y las extrínsecas, el grado de aleatoriedad que se introduce en el juego, el modo de juego (dirigido o emergente) y la duración del mismo.
5. **Ruta del jugador:** una vez se ha definido del modo de juego como dirigido o emergente, se establece cuál será la ruta que deberá seguir el jugador. Se tratará de equilibrar el nivel de los retos con el nivel de destreza del usuario.
6. **Economía del juego (*Game economy*):** la *economía del juego* de Gartner corresponde con los cuatro tipos de objetivos motivacionales que un jugador puede acumular: autoestima, diversión, socialización y recursos y logros. Estos valores pueden ser implementados mediante mecánicas de juegos para alcanzar esos objetivos motivacionales. Los objetivos motivacionales son otorgados a los jugadores como incentivos por participar a través de las mecánicas de juego. Gartner no sigue la división entre dinámicas, mecánicas y componentes de juego presentada en este trabajo de investigación, sino que unifica conceptualmente todos estos elementos en mecánicas de juego.

7. **Jugar, probar e iterar:** la participación en el sistema gamificado debe estar presidida por un refinamiento continuo iterativo.

2. KEVIN WERBACH Y DAN HUNTER FRAMEWORK (Werbach & Hunter, 2012)

Por último, otro autores como **Kevin Werbach y Dan Hunter** (Werbach & Hunter, 2012) proponen un marco personalizado para el desarrollo de sistemas gamificados. Según su propuesta, la gamificación debe ser implementada en 6 pasos:

1. **Definición de objetivos de negocio:** se establecen los objetivos concretos del sistema a gamificar. Para ello, proponen crear una lista de objetivos potenciales y ordenarlos por orden de prioridad, de mayor a menor significativos. Posteriormente, se deben eliminar las mecánicas de juego que aparezcan dentro de los objetivos ya que no serán objetivos finales, y finalmente, justificar cada uno de los objetivos, indicando los beneficios que aportarán.
2. **Definición de comportamientos objetivos:** una vez que se sabe por qué se gamifica, hay que centrarse en qué quieres que tus usuarios hagan y cuáles serán las métricas que recojan los resultados de la implementación. Los comportamientos que se especifiquen deberían dirigir hacia los objetivos previamente definidos.
3. **Descripción de los tipos de jugadores:** se trata de describir los jugadores, las relaciones que se tiene con ellos y qué les motiva (tanto de manera intrínseca como extrínseca). También conviene analizar qué les desmotiva. Se propone realizar una segmentación de los grupos de usuarios para poder analizar en qué grado afecta el sistema a un grupo de usuarios u otro.
4. **Creación de ciclos de la actividad:** El concepto de *ciclos de actividad* hace referencia a acciones que generan algún tipo de actividad o tarea, que a su vez generan otras acciones de los usuarios, y así sucesivamente. Existen **dos tipos de ciclos de actividad** a desarrollar: los bucles de vinculación (*engagement loops*) y los saltos progresivos (*progression stairs*). Los **bucles de vinculación** es el ciclo básico en cualquier proceso gamificado y refleja las acciones de los usuarios generadas por una determinada motivación. Estas acciones se traducen en un *feedback* que se convierte de nuevo en motivación para el usuario para realizar más acciones. Por su parte, los **saltos progresivos** reflejan la realidad de que el juego se modifica a la vez que el usuario se desenvuelve por él. Este cambio se suele materializar en un incremento de la dificultad de los retos.
5. **Introducir la diversión:** en todo momento debe asegurarse que el juego propuesto es divertido, y que los usuarios decidirían participar aun cuando

no existieran motivaciones extrínsecas. El tipo de diversión vendrá establecido por el tipo de contexto.

6. **Implementar las herramientas adecuadas:** se deben implementar las correspondientes mecánicas y componentes del juego dentro el sistema gamificado con la tecnología que corresponda. El esquema de dinámicas, mecánicas y componentes del juego descritos en el apartado 2.2.2, corresponde con la propuesta de (Werbach & Hunter, 2012).

3. OCTALYSIS FRAMEWORK (Chou et al., 2015)

El *framework* de Octalysis es uno de las aproximaciones más aceptadas en la industria y cuenta con una serie de elementos básicos:

A. Elementos de juego (*Game elements*): son los elementos que permiten canalizar las motivaciones representadas por los *Core Drives*, explicados a continuación. Estos elementos de juego pueden ser infinitos.

B. *Core Drives*: representan los principales grupos de motivadores que dirigen a los jugadores hacia determinadas actividades o decisiones. Se basa sobre el hecho de que, si no hay motivación, no hay comportamiento objetivo. Cada uno de estos motivadores son incentivados por unos elementos del juego (o técnicas) distintas. Se han identificado hasta 8 *Core Drives* que deben darse en las propuestas gamificadas.

1. **Significado épico (*Epic Meaning & Calling*):** este motivador entre en juego cuando el jugador cree que van a realizar algo grande y trascendente.
2. **Desarrollo y logro (*Development & Accomplishment*):** puede ser considerado como un motivador interno para realizar el progreso, desarrollar diferentes destrezas, lograr la maestría y, eventualmente, resolver retos. En este reto podemos encontrar la gran mayoría de los PBLs (*Points, Badges and Leaderboards*).
3. **Empoderamiento de la creatividad y la retroalimentación (*Empowerment of Creativity & Feedback*):** este motivador se ve activado cuando los usuarios se involucran en un proceso creativo donde están averiguan continuamente cosas nuevas y prueban distintas combinaciones. Es necesario un *feedback* en tiempo real para poder observar los resultados de ese proceso creativo.
4. **Propiedad y posesión (*Ownership & Possession*):** los usuarios estarán motivados si sienten que tienen el control y que son propietarios de al-

go. Cuando una persona siente la propiedad de algo, desea cuidarla y mejorarla todo lo posible.

5. **Influencia social y relaciones** (*Social Influence & Relatedness*): este motivador incluye todos los elementos sociales que motivan a las personas, incluyendo: mentorización, aceptación social, *feedback* social, compañía, e incluso competición y envidia.
6. **Escasez e impaciencia** (*Scarcity & Impatience*): el usuario se ve motivado por algo porque es extremadamente raro, exclusivo o inmediatamente inabordable.
7. **Impredicibilidad y curiosidad** (*Unpredictability & Curiosity*): este motivador se refiere a la vinculación del usuario porque no sabe qué es lo que va a pasar a continuación. Cuando algo no entra dentro de los patrones de reconocimiento, el cerebro pone especial atención.
8. **Pérdida y evitación** (*Loss & Avoidance*): este *Core Drive* representa la motivación rechazar algo negativo que está ocurriendo.

La representación visual del *framework* de Octalysis (ver figura 2.7) corresponde con un octógono que da nombre al *framework*. En este octógono se posicionan los *Core Drives* y los *Game Elements*, y la posición de estos, tanto de izquierda a derecha, como de arriba abajo implica una serie de consideraciones que cabe señalar:

A. De izquierda a derecha: *Left Brain vs. Right Brain*

El propio autor reconoce que las referencias a “Cerebro Izquierda” y “Cerebro Derecho” no son literales en términos de la posición física de los mismos en el cerebro, sino que es una mera diferenciación simbólica que aspira a diferenciar entre las distintas funciones del cerebro. En esta línea, los *Core Drives* situados en la parte izquierda tienden a estar relacionadas con las motivaciones extrínsecas, mientras que los situados en la parte derecha, están asociados con los motivadores intrínsecos.

B. De arriba a abajo: *White Hat vs. Black Hat*

Otro factor a considerar dentro del *framework* es que los *Core Drives* en la parte superior del octógono son considerados como motivadores positivos (llamados *White Hat*), mientras que los ubicados en la parte baja del octógono son considerado como más negativos (llamados *Black Hat*). Desde la perspectiva de este *framework*, los sistemas gamificados basados en *Core Drives* “*Black Hat*” no son sostenibles en el tiempo.

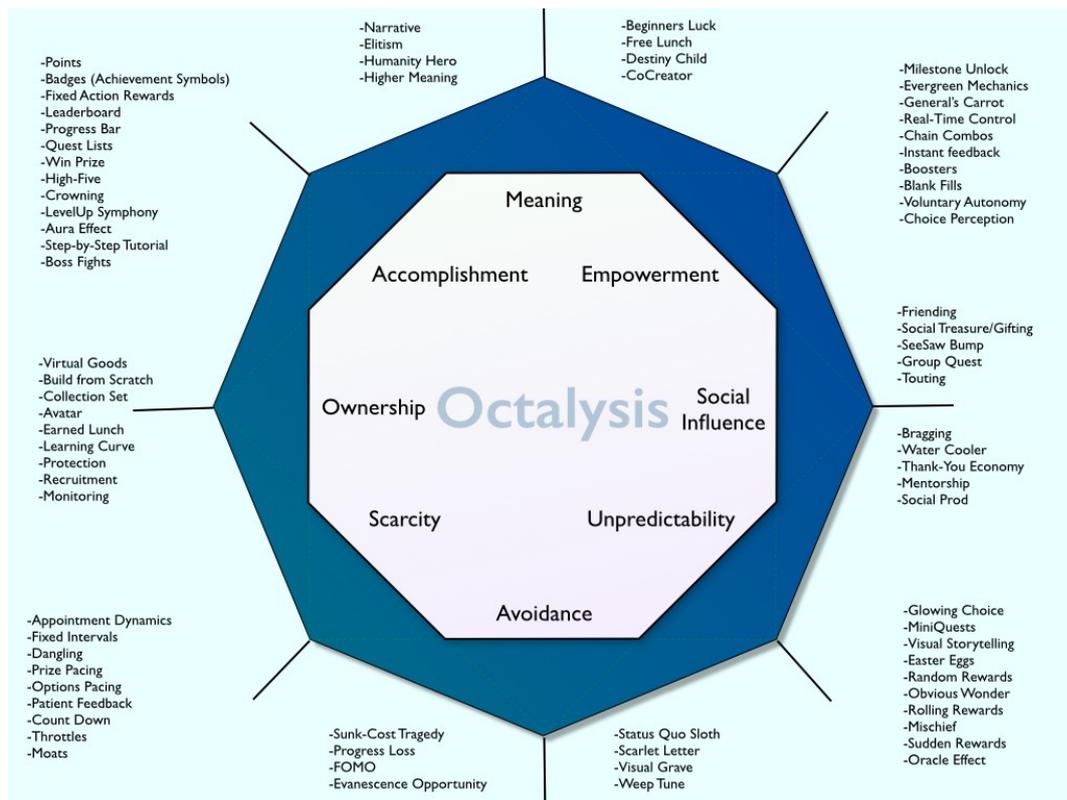


Figura 2.7. Representación visual de Octalysis

Además, el *framework* cuenta con una herramienta web² que permite analizar el equilibrio entre las motivaciones y las técnicas white-black hat.

4. PDBO PLAN (Paharia, 2013)

Este *framework* consta de 4 fases bien definidas:

1. P: PLAN. En esta fase, se trata de identificar el problema, la audiencia y los comportamientos deseados. En todo caso, es necesario que estos comportamientos sean medibles y se prioricen por orden de importancia. Para ello, se establecen una serie de KPIs y se establece claramente el objetivo. Además, se especifica el contexto donde se ejecutará el sistema gamificado y los límites que dispone para exponer soluciones realistas. Por último, se estima el ROI de la propuesta y se comunica todo a los distintos grupos de interés.

2. D: DESIGN. En la segunda fase se especifican las motivaciones de los usuarios y se deciden qué actividades clave tienen que llevar a cabo. Por último, se diseña una experiencia que motive a los usuarios a realizar las tareas especificadas, orientadas a la consecución de objetivos. El proceso de creación de la experiencia es el siguiente:

² <http://www.yukaichou.com/octalysis-tool/>

1. Se les presenta la experiencia a los usuarios y se integra su *feedback*.
2. Se crea una historia o escenario.
3. Para cada punto de contacto, se analizan qué técnicas de gamificación permiten motivar a los usuarios.

3. B: BUILD. En esta tercera fase se crea la interfaz y el sistema (diagramas de flujo, wireframes, etc).

4. O: OPTIMIZE. Por último, se realiza una optimización a través técnicas de análisis de datos.

5. GAMIFICATION MODEL CANVAS³

Este *framework* está basado en modelos formales de diseño de juegos como el *framework* MDA (Hunicke et al., 2004) y en el enfoque de Kevin Werbach y Dan Hunter (Werbach & Hunter, 2012). La mayor particularidad de este *framework* es que adopta la forma de canvas del trabajo de Business Model Canvas de Alexander Osterwalder (Alexander & Pigneur, 2010), donde se analiza, por orden, los jugadores del sistema, las dinámicas de juego, los comportamientos, la estética, de dónde vendrán los ingresos, las mecánicas de juego, los componentes de juego, las plataformas donde se desplegará y, finalmente, los costes a incurrir. Todos estos elementos se pueden ver reflejados en el canvas de trabajo de la siguiente figura 2.8.

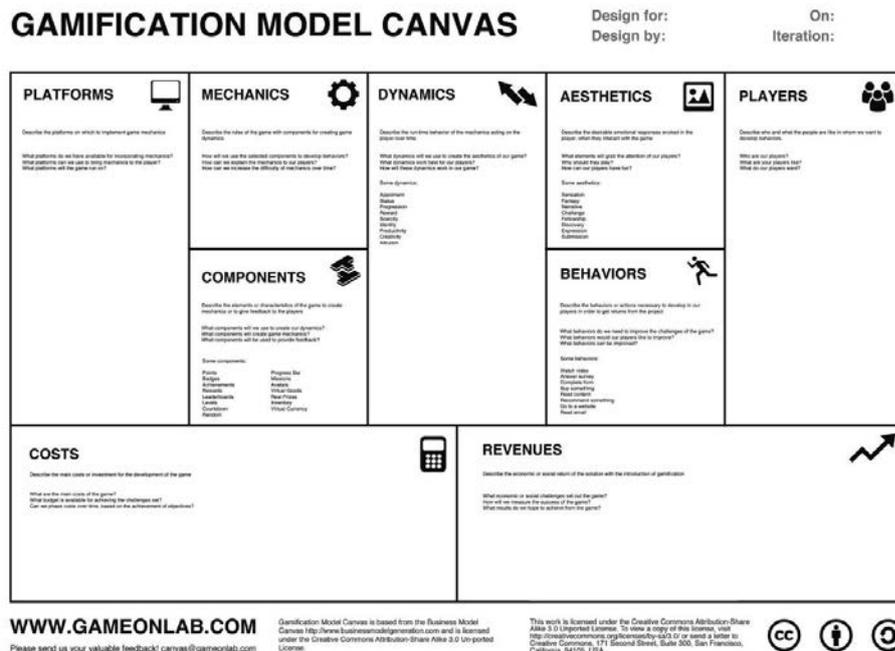


Figura 2.8. Espacio de trabajo del Gamification Model Canvas

³ <http://www.gameonlab.es/canvas/>

6. METODOLOGÍA CENTRADA EN EL USUARIO (Kumar, 2013)

Los autores definen un *framework* para aplicar gamificación en 6 pasos:

1. **Definir los jugadores:** para su definición se necesita extraer la máxima información posible y analizarla. Los campos a considerar son la generación a la que pertenecen los usuarios, la información profesional, la cultura de trabajo y determinar el tipo de jugador, partiendo de la clasificación de Richard Bartle (Bartle, 1996).
2. **Definir Misión:** se trata de identificar el objetivo de la actividad que va a ser gamificada
3. **Establecer la motivación**
4. **Definir las mecánicas de juego:** se definen tanto las mecánicas como los componentes que logran direccionar la motivación de los usuarios.
5. **Gestionar, monitorizar y medir:** se comunica la misión a las partes implicadas y se gestionan las expectativas. A continuación, se monitoriza la ejecución, preferentemente, a través de técnicas de investigación cualitativa. Adicionalmente, se gestiona la fatiga de los jugadores a través de niveles y de incrementar gradualmente las funcionalidades. Por último, se mide la efectividad de las mecánicas de juego a través de métricas.
6. **Considerar los aspectos legales y éticos:** se debe analizar si existen restricciones legales en cuanto a la recopilación de datos de trabajo de los empleados. Además, deben considerarse siempre los aspectos éticos tales como si los datos se usan para tomar decisiones relacionadas con el rendimiento laboral para luego tomar decisiones, por ejemplo, en lo que respecta a salarios, promociones o despidos.

7. GAME FRAMEWORK (Marczewski, 2015)

Este *framework* establece 4 pasos para desarrollar una experiencia gamificada. Las fases a ejecutar son las siguientes (GAME: *Gather, Act, Measure, Enrich*):

1. **G: Gather.** Recopilar información mediante una serie de preguntas: ¿Qué, por qué y para quién estás gamificando? y ¿cómo se mide el éxito conseguido?
2. **A: Act.** Una vez se dispone de toda la información, diseñar la mejor de las soluciones y se prueba.
3. **M: Measure.** Medir las actividades de los usuarios y medir los resultados y cómo de relacionados están con los objetivos. El establecimiento de buenas métricas es esencial.
4. **E: Enrich.** Se trata de enriquecer el sistema añadiendo mejoras dentro de un proceso iterativo.

El mismo autor, ha creado una nueva versión del *framework* ajustada a la metodología de Design Thinking (Marczewski, 2015).

Para finalizar, fruto del impacto y atractivo de las iniciativas de gamificación, han ido surgiendo una serie de plataformas y APIs, tanto desde la industria software como de la academia. Estas propuestas pretenden estandarizar las implementaciones de gamificación. Actualmente existen propuestas de plataformas cerradas como -las más conocidas- Rise Global⁴ , Badgeville⁵ o Bunchball⁶ así como propuestas de código abierto tales como Mozilla OpenBadges⁷ y Userinfuser⁸. La lista de proveedores de software es lo suficientemente largo para llevar a cabo esfuerzos dedicados a requerir un proceso de decisiones para la selección de la más precisa entre estas plataformas decisión sistemática. Por lo tanto, en la obra de Kim (Kim, 2014), los responsables pueden encontrar un modelo de apoyo a la decisión para la selección de la plataforma de gamificación más precisa.

2.4. Gamificación en la Ingeniería del Software

A través de las teorías psicológicas y de los principios en los que se basa la gamificación, es posible trasladar el entusiasmo por los juegos y los medios sociales al puesto de trabajo, como base para el éxito y en la aceleración de la asunción de mejoras en la Ingeniería del Software (Dorling & McCaffery, 2012).

A pesar de que no existe todavía mucha investigación de gamificación aplicada a la Ingeniería del Software (Pedreira et al., 2015), ya empiezan a surgir líneas de investigación en ámbitos como la mejora de procesos (Dorling & McCaffery, 2012; Herranz et al., 2013; Ruiz et al., 2016), el diseño de software (Dubois, 2012; Morschheuser, Hassan, Werder, & Hamari, 2018), el desarrollo de software (Passos, Medeiros, Neto, & Clua, 2011; Singer, 2012) y metodologías (Dubois & Tamburrelli, 2013) y calidad del software (Singer & Schneider, 2012a). Es más, recientes investigaciones indican que el 7.4% de las investigaciones globales corresponden con propuestas de gamificación orientada al incremento de la motivación en el desarrollo software (Kasurinen & Knutas, 2018). Sin embargo, la gran mayoría de las propuestas consisten en técnicas de gamificación muy sencillas, sin ninguna implementación

⁴ <https://www.rise.global/gallery/home>

⁵ <https://badgeville.com/>

⁶ <https://www.bunchball.com/>

⁷ <https://openbadges.org/>

⁸ <https://code.google.com/p/userinfuser/>

formalizada y contando con datos muy pobres de la implementación empírica (Gómez-Álvarez et al., 2017; Pedreira et al., 2015).

Por ejemplo, los conceptos inspirados en los juegos han sido ampliamente usados en metodologías de desarrollo ágil como *eXtreme Programming* (Beck, 1999), en las cuales la planificación de las actividades es similar a un juego de planificación donde se debe maximizar la puntuación a lo largo del proceso de desarrollo. También merece la pena mencionar el trabajo de Snipes (Snipes, Augustine, Nair, & Murphy-Hill, 2013) que investiga acerca de un sistema gamificado que motive a los desarrolladores software a usar técnicas de desarrollo más eficientes, o el trabajo de Bacon (Bacon, Chen, Parkes, & Rao, 2009) que trabaja en la adopción de sistemas de puntuación en el contexto de desarrollo software.

Hablar de gamificación es hablar de motivar y de influir en el comportamiento de las personas para lograr un determinado objetivo (Deterding, 2012; Werbach & Hunter, 2012). Si en la gestión de un proyecto software debemos centrarnos en las 4 pes de Pressman (Erdogmus, 2008; Pressman, 1982) (Personas, Proceso, Producto y Proyecto), cabría hacerse un pregunta: ¿existe una disciplina adecuada que nos permita motivar e influir en las Personas que intervienen en un Proceso para el éxito del Proyecto y del Producto resultante? La gamificación podría ser una solución (Herranz & Colomo-Palacios, 2012).

La gamificación provee a la Ingeniería del Software de unos mecanismos derivados del juego que permitirán la modificación del comportamiento de los agentes involucrados en prácticamente todas las áreas de conocimiento definidas en el SWEBOOK. De este modo, la aplicación de mecánicas y componentes de juego permitirá una mejora del *engagement* de los usuarios implicados, ya no sólo en el desarrollo, sino de aquellos usuarios finales de la aplicación. Todo esto, junto con la introducción de la competitividad, podrá traducirse en una mejora de la productividad y del rendimiento. Por si fuera poco, la introducción de técnicas de gamificación incentivará la colaboración y participación de todos los equipos implicados en la gestión y desarrollo software (Hernández, Muñoz, Mejía, & Peña, 2016), y potenciará la racionalización de procesos y el aprendizaje en el entorno de trabajo (Herranz & Colomo-Palacios, 2012). En esta línea, existen ya aproximaciones teóricas de *frameworks* generales de aplicación de gamificación a la disciplina de la Ingeniería Software (Dal Sasso, Mocci, Lanza, & Mastrodicasa, 2017; García, Pedreira, Piattini, Cerdeira-Pena, & Penabad, 2017).

ÁMBITOS IMPACTADOS EN LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE

Más allá de la contribución a cada una de las áreas de conocimiento definidas en el SWEBOK, a continuación, se mencionan algunas aplicaciones de la gamificación en la Ingeniería del Software:

- **Metodologías de desarrollo software:** en este ámbito es donde más investigación de gamificación se puede encontrar (Pedreira et al., 2015). Diferentes metodologías del desarrollo software como, por ejemplo, las metodologías ágiles y el GSD (Global Software Development) poseen los mimbres idóneos para la aplicación de técnicas de gamificación. De hecho, ya existen propuestas de gamificación centradas en metodologías ágiles, con especial énfasis en SCRUM (Marques, Costa, da Silva, & Gonçalves, 2017; Marques, Costa, Mira Da Silva, & others, 2018; Yilmaz & O'Connor, 2016). Esto es posible dado que la piedra angular de este ámbito son las personas, y en ella se puede establecer un entorno gamificado que aplique una estrategia dual de competitividad y cooperación enfocada a obtener un resultado mejor y de manera más efectiva (Steffens et al., 2015). Aplicando las correspondientes dinámicas y mecánicas, se permitirá fomentar la cooperación en el equipo de desarrollo a la vez que se incentiva la competitividad entre distintos equipos (Hernández et al., 2016). Además, se podrá racionalizar el proceso de desarrollo fomentando la sensación de progresión y dando coherencia al desempeño del personal. Estos principios han empezado a formalizarse en *frameworks* que aspiran a guiar en el diseño de aplicaciones software gamificadas (Morschheuser et al., 2018).
- **Métodos de evaluación y mejora de requisitos:** la gamificación ha permitido establecer estrategias cooperativas en el ámbito de los requisitos software. Los resultados preliminares de estas propuestas indican un incremento de la motivación de manera muy significativa, a través de una validación empírica, en gran empresa como Siemens o Atos, y en menor manera en pequeña empresa (Kifetew et al., 2017). Además, existen modelos de gamificación sobre requisitos (Lombriser, Dalpiaz, Lucassen, & Brinkkemper, 2016) e investigaciones sobre cuáles son las mejores técnicas de gamificación para su aplicación en el ámbito de los requisitos (García et al., 2017; Piras et al., 2017).
- **Gestión de proyectos:** uno de los factores más importantes del *management* es motivar al personal. Generalmente no se consigue porque se utilizan motivaciones extrínsecas demasiado potentes que acaban por tirar abajo las motivaciones intrínsecas (Dorling & McCaffery, 2012), como consecuencia del efecto de sobrejustificación (Tang & Hall, 1995). Una correcta gamificación

permitirá crear en el entorno de trabajo una estructura de recompensas e incentivos que estimule las motivaciones intrínsecas del personal y la colaboración entre sus miembros (Steffens et al., 2015). Por otro lado, se podrán gamificar todas las tareas que implican la gestión de proyectos, y existen investigaciones que profundizan en esta área (Ašeriškis & Damaševičius, 2014; Machuca-Villegas & Gasca-Hurtado, 2018).

- **Aplicaciones de entrenamiento:** es una de las principales aplicaciones de la gamificación, ya sea para la enseñanza de Ingeniería de Software a estudiantes (Alhammad & Moreno, 2018; Alvarez, Villalon, Gasca-Hurtado, & Guilabert, 2014; Ibanez, Di-Serio, & Delgado-Kloos, 2014; Sheth, Bell, & Kaiser, 2012; Souza, Veado, Moreira, Figueiredo, & Costa, 2018) como para el desarrollo de aplicaciones de entrenamiento gamificadas que incentivan el aprendizaje y potencian su uso (Muntean, 2011).

Para que estas aplicaciones de entrenamiento sean consideradas como aplicaciones gamificadas, es necesario que dicha aplicación no sea un juego, sino una herramienta formal en la que se han implementado técnicas gamificadoras. En el caso de que fuera un juego con fines exclusivos de aprendizaje, debería ser considerado un *serious game* (Groh, 2012), tales como algunas aproximaciones en el ámbito software (Gasca-Hurtado, Gómez-Alvarez, Muñoz, & Mejía, 2016) que son clasificadas de manera errónea como aproximaciones de gamificación.

- **Pruebas:** se han desarrollado aplicaciones gamificadas para la fase de pruebas de desarrollo software que han obtenido unos resultados muy positivos (Fraser, 2017), y reconocidas implementaciones como el *Language Quality Game* de Microsoft (Werbach & Hunter, 2012), entre otras muchas investigaciones (Unkelos-Shpigel & Hadar, 2015).
- **Mejora de procesos software:** las empresas han hecho progresos significativos en entender cómo medir, consistente y cualitativamente, sus procesos de desarrollo software, la densidad de errores en sus productos, así como la productividad de sus programadores. CMMI y modelos similares han sido creados para poder ofrecer benchmarks para las mejores prácticas (Dorling & McCaffery, 2012). En este contexto, la gamificación se configura como un escenario único para la mejora de la motivación y la productividad de todas las personas involucradas en el proceso. Existen multitud de mecánicas de juego dentro de la gamificación que son relevantes en el contexto de la mejora de procesos (Dorling & McCaffery, 2012) y se han realizado diversas investigaciones al respecto (Gasca-Hurtado, Gómez-Alvarez, Muñoz, & Mejía, 2017; Herranz et al., 2013, 2015, 2014, 2016, 2018; Sanchez-Gordón,

Colomo-Palacios, & Herranz, 2016; Yilmaz, Yilmaz, O'Connor, & Clarke, 2016), las cuales se están incrementando en el tiempo (Gómez-Álvarez et al., 2017).

Capítulo 3

La gestión del cambio organizacional en SPI

Ante cualquier iniciativa SPI es necesario gestionar el cambio organizacional que ésta lleva implícito. Este cambio puede llegar a ser complejo y generar consecuencias inesperadas. Por ello, en este apartado se presenta el Estado de la Cuestión de la Gestión del Cambio Organizacional en SPI, presentando la motivación y el compromiso como unos de los principales factores que condicionan su éxito o fracaso. Además, se tratan los aspectos que deben ser tenidos en cuenta a la hora de gestionar este cambio, esto es, los principios y modelos que soportan la gestión del cambio organizacional, los roles de SPI, la infraestructura organizacional y el rendimiento en las iniciativas SPI.

3.1. Introducción

El cambio es un aspecto inherente a SPI y debe ser gestionado (Narciso & Allison, 2014; Nasir, Ahmad, & Hassan, 2008; Pries-Heje, Johansen, & Others, 2010). De hecho, SPI aspira a cambiar cómo los profesionales software piensan y actúan en sus actividades diarias (Colomo–Palacios et al., 2011; Korsaa et al., 2013). Así, SPI denota los "cambios aplicados a un proceso de software que dan lugar a mejoras" (Olson, Humphrey, & Kitson, 1989). El cambio se refiere básicamente a una transición de un estado a otro distinto en el que todas las personas de la organización tienen la obligación de (i) cambiar su actitud, y (ii) adquirir y practicar nuevos comportamientos y habilidades orientadas a obtener un mejor rendimiento (Moitra, 1998). Sin embargo, el proceso de gestión del cambio organizacional es muy complejo y difícil, e incluso podría dar lugar a consecuencias indeseables e inesperadas, que produce un efecto negativo y hasta un efecto de turbulencias en la organización (Allison & Narciso, 2015; Katzenbach, Beckett, Dichters, Feigen, & Gagnon, 1996; Robbins & Finley, 1997; Tunks, 1992).

3.2. Factores de éxito en SPI: compromiso y motivación

Para gestionar la complejidad asociada al cambio organizacional, y con el fin de evitar posibles efectos negativos en la organización, se considera fundamental conocer y tener en cuenta los factores claves de éxito SPI (Herranz et al., 2013; Niazi, Wilson, & Zowghi, 2004). A lo largo de la literatura de la mejora de procesos software se ha enumerado estos factores clave, los cuales aportan el máximo beneficio a las actividades de SPI (Lepasaar, Varkoi, & Jaakkola, 2001). De hecho, según una revisión reciente sobre el tema (Kuhrmann, Diebold, & Münch, 2016), el estudio de los factores de éxito SPI está incrementado su interés a lo largo de los años.

Los factores más destacados de la literatura SPI son, por un lado, el compromiso y apoyo a la mejora de la alta dirección, y, por otro, la motivación del personal a participar en la mejora (Haug, Olsen, Cuevas, & Rementeria, 2001; Niazi, 2015; Niazi et al., 2004; Pries-Heje et al., 2010; Sulayman, Urquhart, Mendes, & Seidel, 2012). Son bastantes las investigaciones que reconocen la contribución de la alta dirección, la necesidad de objetivos claros y relevantes, y la participación del personal en el esfuerzo de mejora (Rainer & Hall, 2002). De hecho, el apoyo de la gerencia es también necesario para poder evitar barreras críticas (Niazi, 2009). Otros artículos basados en estudios de Humphrey (Humphrey, 1989), Kautz (Kautz, 1998) y Grover (Grover, 1999), también establecen que los factores más determinantes del éxito de la mejora de procesos de software son el compromiso y apoyo de la alta dirección necesaria en todo proceso de cambio, y que todo el personal debe estar motivado a participar (Lepasaar et al., 2001; Narciso & Allison, 2014; Stelzer & Mellis, 1998).

3.2.1. Compromiso de la alta dirección

3.2.1.1. Introducción al compromiso

Una definición de compromiso habitualmente aceptada en la literatura SPI es la definida en el CMM de la siguiente manera: "El compromiso es un pacto que se asume de manera libre, visible, y se espera que se mantenga por todas las partes" (CMU/SEI-94-HB-1, Appendix-6) (Abrahamsson, 2001).

El compromiso es un estado mental. Éste mantiene a los individuos orientados hacia un objetivo o hacia una línea de comportamiento planeada (Mathiassen et al., 2005). Una persona comprometida estará con la organización en las buenas y en las malas, está al día de su evolución, y protege los activos de la empresa, sus

acciones, creencias y metas (Michael, 1998). Un empleado comprometido es un empleado feliz (Salancik, 1977), es una persona que invierte tiempo libremente para lograr el resultado deseado (Conner & Patterson, 1982), y que incluso rompe las reglas cuando es necesario (Senge, 1997).

Además, el compromiso guarda una gran relación con la motivación. En los casos en los que toda la organización se compromete a la mejora SPI, la gente está motivada para compartir ideas y experiencias, probar las prácticas, y trabajar juntos para alcanzar metas desafiantes (Mathiassen et al., 2005). Sin embargo, este compromiso debe ser gestionado por la alta dirección estableciendo el compromiso a todos los niveles, balanceando el compromiso con las demandas de los clientes y, finalmente, apoyando el compromiso mediante esquemas de incentivos (Mathiassen et al., 2005).

Por todo esto, se ha reconocido en la literatura SPI que el compromiso de los individuos asociados con el equipo de mejora de procesos es fundamental para el éxito (Niazi, 2009; Stelzer & Mellis, 1998).

3.2.1.2. Compromiso de la alta dirección

Como hemos comentado anteriormente, la literatura hace hincapié en que el compromiso de la alta dirección es esencial para la implementación exitosa de cualquier tipo de iniciativa de cambio (Dyba, 2005; Lee et al., 2016; Montoni & Rocha, 2007; Narciso & Allison, 2014; Niazi, 2006; Stelzer & Mellis, 1998), también en organizaciones medianas y pequeñas (Sulayman et al., 2012). Humphrey (Humphrey, 1989), sostiene que todos los cambios relacionados con el proceso de software deben comenzar en la parte superior de la organización y que todo el mundo debe participar en el proceso de cambio.

En este escenario, el compromiso y el patrocinio son cruciales. Sin un fuerte, informado, y firme compromiso y patrocinio de la alta dirección, el esfuerzo está condenado al fracaso desde su inicio (Dyba, 2005; McFeeley, 1996; O'Hara, 2000). Además, la naturaleza gradual de SPI exige que el apoyo de la alta dirección sea un apoyo activo y con un compromiso a largo plazo (Mathiassen et al., 2005).

Las organizaciones que son capaces de crear compromiso se dan cuenta de que el compromiso, en última instancia, es personal. El compromiso requiere el esfuerzo concertado de toda la organización. Para crear compromiso, los gerentes deben comunicarse con los empleados, evaluar su capacidad para participar en las iniciativas, dar un *feedback* honesto, desarrollar las virtudes de la persona, identificar sus debilidades, tomar decisiones, y sobre todo, valorar el estilo y capacidades de cada persona (Buckingham & Coffman, 2014). En todo caso, es necesario que el

compromiso de la alta dirección sea visible por los implicados (Baddoo & Hall, 2002). Si se resiente este compromiso, se puede intentar la mitigación de su impacto mediante alianzas dentro de la propia organización (Ngwenyama & Nørbjerg, 2010).

De este modo, el compromiso inicial de la alta dirección habilita al equipo para explorar los problemas a los que se enfrentan y así desarrollar una propuesta de SPI. También orientará las necesidades de negocio hacia la mejora de procesos y dicho compromiso condicionará fuertemente los recursos dedicados para desarrollar la propuesta (El-Emam, Goldenson, McCurley, & Herbsleb, 2001; McFeeley, 1996; Stelzer & Mellis, 1998). Sin el patrocinio de la alta dirección, el cambio de la mejora de procesos es lento en el mejor de los casos (Kasse & McQuaid, 1998).

Por si todo esto fuera poco, el compromiso de la alta dirección repercute directamente en una mejor calidad del software y en el compromiso que adquieren el resto de ingenieros software implicados en la mejora o el proyecto (Singer & Schneider, 2012b).

A pesar de todo lo señalado en este apartado, estudios empíricos recientes (Lee et al., 2016) afirman que, sin una estrategia de compartición de conocimientos consistente, el compromiso de la alta dirección no tiene un impacto directo ni influencia significativa sobre el éxito de una iniciativa SPI. En consecuencia, es necesario asegurar esta compartición de conocimientos, sobre todo en infraestructuras SPI (ver apartado 3.3.4.4) planas orientadas al *empowerment* (Mathiassen et al., 2005) donde la influencia de dicha compartición de conocimientos es realmente significativa (Lee et al., 2016).

OBJETIVOS DE NEGOCIO COMO FACTOR CLAVE

Los objetivos de negocio a menudo se centran en la satisfacción del cliente, en mejorar la competitividad y en incrementar el valor empresarial asociado con la entrega de productos o servicios (Korsaa et al., 2012). Así, tal y como veremos en el siguiente apartado, los motivadores nivel estratégico, es decir, aquellos que permiten el compromiso de la alta dirección, son los beneficios justificados a largo plazo, las mejoras demostrables y la relación coste beneficio (Baddoo, Hall, & Wilson, 2000). El análisis del ROI del SPI es relevante para convencer a la alta dirección a invertir dinero en un esfuerzo por mejorar, y convencerlos de que SPI puede ayudar a resolver los problemas estructurales (van Solingen, 2004). Por lo tanto, con el fin de lograr el compromiso de la alta gerencia, la medición y el análisis de la eficacia de la organización es una actividad importante en cualquier iniciativa SPI (Iversen & Ngwenyama, 2006).

Existen propuestas relacionadas con esta tesis doctoral, en las cuales se proponen cuadros de mando potenciados con elementos de gamificación, que per-

mitirán que los altos directivos puedan conocer en tiempo real la evolución de la mejora SPI y su contribución a los objetivos del negocio, aumentando así su compromiso (Herranz et al., 2013).

El grado de compromiso está muy relacionado con el grado de motivación, y esta motivación va a depender del grado de control que los directivos tienen sobre aspectos corporativos como las ventas y los objetivos de negocio. Estos factores determinarán el grado de compromiso a la hora de realizar el cambio organizacional. En todo caso, aquellos enfoques que utilicen medidas objetivas de rendimiento serán mejores motivadores que los que utilicen medidas subjetivas (Lawler, 1994).

Además, el compromiso guarda una fuerte relación con la motivación. Si queremos mejorar el compromiso de la alta gerencia tenemos que motivarlos. A pesar de considerar a los altos directivos como un grupo, estos no comparten todos los motivadores (Baddoo & Hall, 2002), pero la orientación empresarial y la sensibilización respecto de la iniciativa SPI se identifican como dos factores de motivación que inspiran a todos los gerentes de SPI. No hay nada más motivador para los altos directivos que los beneficios visibles y que SPI ayude a cumplir con los objetivos de negocio. Si esto se cumple, los directivos estarán más motivados a la hora de apoyar SPI (Baddoo & Hall, 2002).

3.2.2. Motivación del personal SPI

3.2.2.1. Introducción a la motivación

La motivación se refiere a la iniciación, dirección, intensidad y persistencia de una conducta (Boehm, 1984). Podría decirse entonces que existe motivación cuando una persona se moviliza para realizar una tarea o comportarse de una determinada manera (Ryan & Deci, 2000a). Al igual que en la gamificación, una distinción importante en el estudio de la motivación en las organizaciones implica diferenciar entre la motivación intrínseca y la extrínseca, los cuales son factores importantes en el éxito de sistemas de información.

- La **motivación intrínseca** se produce cuando una tarea es inherentemente interesante o agradable (Ryan & Deci, 2000a) y no son percibidas como una recompensa, pero aportan a los usuarios un sentimiento de satisfacción y autodeterminación (Pink, 2011). Estos motivadores intrínsecos son más estables en el tiempo, y tienden a requerir menos intervención de la gerencia (Perryer et al., 2013).
- La **motivación extrínseca** puede ocurrir cuando la tarea que se realiza conduce a unos resultados deseables (Ryan & Deci, 2000a), tales como un pre-

mio, una promoción o un aumento en el salario. Los motivadores extrínsecos, por su propia naturaleza, tienden a ser eficaces sólo hasta que se haya logrado el resultado deseable (Perryer et al., 2013) y son desmotivadores para tareas que impliquen muchas funciones cognitivas (Pink, 2011). Además, este tipo de motivadores requieren un examen más detallado por parte de la dirección y del departamento de recursos humanos, a la vez que un contenido eficaz que motive y que se intensifique con el tiempo (Perryer et al., 2013).

En el ámbito de la ingeniería software, se ha profundizado sobre los distintos factores motivacionales en este ámbito (da Silva & França, 2012; Hall et al., 2009), partiendo de los estudios motivaciones de (Beecham, Baddoo, Hall, Robinson, & Sharp, 2008) y del modelo motivacional MOCC de (Sharp, Baddoo, Beecham, Hall, & Robinson, 2009). Este modelo MOCC describe la motivación en la ingeniería software a través de relaciones entre cuatro componentes: motivaciones, resultados (“outcomes”), características de la ingeniería software y factores contextuales. Además, identifica algunos de los principales motivadores intrínsecos y extrínsecos en la ingeniería software, ya reflejados en gran parte en los estudios de (Baddoo & Hall, 2002). Estos motivadores se reflejan en la siguiente tabla 3.1.

Factores motivacionales		
Motivadores intrínsecos		Motivadores extrínsecos
Inherentes a la ingeniería software	Específicos a la organización	Específicos a la organización
Retos Resolución de problemas Uso de modelos de ciclos de vida Enfoque científico Experimental Trabajo en equipo Desarrollo práctico	Identificado con la tarea Proyección laboral Variedad en el trabajo Reconocimiento al trabajo bien hecho Gestionar las necesidades de desarrollo Trabajo restante a nivel técnico Autonomía Hacer una contribución Empoderamiento/ Responsabilidad Equidad Confianza/respeto Participación empleado	Buena gestión Sensación de pertenencia Recompensas e incentivos <i>Feedback</i> Seguridad laboral Buen balance laboral-personal Condiciones de trabajo apropiadas Compañía exitosa Recursos suficientes

Tabla 3.1. Factores motivacionales en la ingeniería software

Se reconoce que la motivación tiene un gran impacto en la calidad del software y la productividad (Boehm, 1984; Colomo-Palacios, Soto-Acosta, et al., 2012; Hernández-López et al., 2015; Sach, Sharp, & Petre, 2011), sin embargo, al ser un factor difícil de cuantificar, a menudo pasará a segundo término (McConnell, 1998). Es importante tener en cuenta que algunos estudios demuestran que los ingenieros de software tienen un perfil característico de personalidad (Capretz, 2003), y están motivados por factores de distinta naturaleza, como, por ejemplo, desafiantes problemas técnicos (Ramachandran & Rao, 2006; Tanner, 2003) y la interacción entre pares (Klenke & Kievit, 1992; Linberg, 1999). En este caso, centrarse sólo en recompensas y en el reconocimiento puede ser un error.

En el ámbito SPI, estudios tradicionales en motivación de la década pasada (Baddoo & Hall, 2002, 2003) han sido recientemente complementados con importantes trabajos orientados a profundizar en la motivación y los factores de éxito en iniciativas SPI (Lee et al., 2016; Niazi, 2015). Estos estudios confirman la importancia de la motivación y la necesidad de contar con nuevas alternativas que incrementen la motivación de los trabajadores en SPI.

3.2.2.2. Elementos motivadores en SPI

Las motivaciones dentro las propuestas SPI varían a lo largo de los distintos grupos de implicados en la mejora. Esta variación limita la efectividad en los casos de aplicación de estrategias únicas de SPI (Baddoo & Hall, 2002). Estas diferencias entre grupos están relacionadas con el papel que desempeñan los profesionales de software en general (Baddoo & Hall, 2003).

Para analizar los elementos motivadores de cada uno de los grupos implicados dentro de SPI, partimos de la clasificación empleada por los autores Baddoo y Hall (Baddoo & Hall, 2002), donde se distinguen claramente tres grupos bien diferenciados: desarrolladores, directores de proyecto (*project managers*) y alta dirección o gerencia (*o senior managers*).

Los motivadores que mantienen involucrados a cada uno de los grupos de profesionales de la iniciativa SPI (Baddoo & Hall, 2002) se representan en la tabla 3.2 siguiente. En este caso, y para facilitar el análisis, se han tomado los datos de los investigadores y se han ordenado por prioridad. Esta prioridad se ha determinado por el orden de ocurrencia en los *focus group* que han empleado los investigadores.

Motivadores SPI para los distintos grupos de profesionales software		
para desarrolladores	para directores de proyecto	para alta dirección y gerentes
Éxito visible	Recursos	Alcanzar objetivos
Iniciativas bottom-up	Éxito visible	Éxito visible
Compromiso top-down	Empowerment	Ratio coste-beneficio favorable
Recursos	Responsabilidad del proceso	Responsabilidad del proceso
Comunicación	Facilidad de los procesos	Recursos
<i>Feedback</i>	Jefes de equipo bien formados	Esquemas de incentivos
Satisfacción por el trabajo	Procesos mantenibles	Perspectivas de carrera
Responsabilidad del proceso	Esquemas de incentivos	<i>Feedback</i>
Compartición de mejores prácticas	Comunicación	Beneficios justificables
Esquemas de incentivos	Autonomía	Procesos mantenibles
Foro de discusión de SPI	Auditorías externas	Oportunidades de promoción
Automatización de papeleo	Gestión reducida	Grupos de trabajo
Obligatoriedad de SPI	Incrementar facilidad de venta	
Eliminar burocracia	Compromiso top-down	
Introducción gradual de SPI		
Formación y entrenamiento		
Critical mass		
Procesos mantenibles		
Estandarización		

Tabla 3.2. Elementos motivadores SPI para grupos de profesionales software

3.2.2.3. Elementos desmotivadores en SPI

Al igual que con los elementos motivadores, los elementos desmotivadores también varían a lo largo de los grupos de profesionales de software de apoyo a la iniciativa SPI. Los autores Baddoo y Hall (Baddoo & Hall, 2003), sugieren que SPI puede no generar los beneficios prometidos al no prestarse suficiente atención a los aspectos humanos (Baddoo & Hall, 2003).

Una estrategia eficaz de SPI debe abordar el carácter común de los desmotivadores entre los distintos grupos de profesionales, pero también debe tener en cuenta las singularidades dentro de los grupos.

Para analizar los elementos desmotivadores partimos de la misma clasificación anterior empleada por los autores Baddoo y Hall (Baddoo & Hall, 2003), donde se distinguen claramente tres grupos bien diferenciados: desarrolladores, directores de proyecto (*project managers*) y alta dirección o gerencia (*o senior managers*).

Los desmotivadores que limitan la involucración de cada uno de los grupos en la iniciativa SPI (Baddoo & Hall, 2003), se representa por prioridad en la tabla 3.3 siguiente.

Desmotivadores SPI para los distintos grupos de profesionales software		
PARA DESARROLLADORES	PARA DIRECTORES DE PROYECTO	PARA ALTA DIRECCIÓN Y GERENTES
Presiones de tiempo y restricciones	Presiones de tiempo y restricciones	Falta de recursos
Resistencia al cambio	Falta evidencia beneficios directos	Presiones de tiempo y restricciones
Restricciones de presupuesto	Falta de recursos	Resistencia al cambio
Procesos engorrosos	Presiones comerciales	Falta de soporte en conjunto
Presiones comerciales	Resistencia al cambio	Experiencias previas negativas
Falta compromiso alta dirección	Prioridad baja de procesos	Falta de habilidades en gestión SPI
Imposiciones	Procesos engorrosos	Restricciones de presupuesto
Carga de trabajo	Comunicación inadecuada	Presiones comerciales
Falta de estándares	Falta de soporte en conjunto	Personal sin experiencia
Falta de <i>feedback</i>	Experiencias previas negativas	Comunicación inadecuada
Choques de personalidad	Rotación de personal	Procesos engorrosos
Comunicación inadecuada	Estrategia a corto-plazo	Falta evidencia beneficios directos
Interferencias de los usuarios	Imposiciones	Cambios organizacionales
Personal sin experiencia	Métricas inadecuadas	Choques de personalidad
Mejores prácticas aisladas	Objetivos irrelevantes	
Falta de soporte en conjunto	Problemas de coordinación	
Experiencias previas negativas		
Directores de proyecto sin conocimiento técnicos		
Creatividad reducida		

Tabla 3.3. Elementos desmotivadores SPI para grupos de profesionales software

Los resultados de la investigación de Baddoo y Hall (Baddoo & Hall, 2003) muestran que hay problemas comunes que desmotivan a todos los grupos de profesionales

implicados. Estas diferencias suelen estar relacionadas con el papel que juegan los profesionales dentro del desarrollo de software. En base a todo esto, los autores sugieren que puede mejorarse la adopción de mejoras de proceso software en las empresas si se tienen en cuenta estos desmotivadores en las estrategias SPI (Baddoo & Hall, 2003). Por último, los desmotivadores juegan un papel importante en el compromiso de la alta dirección. Así, algunos desmotivadores provocan la falta de compromiso de la alta dirección. En presencia de estos desmotivadores el compromiso de la dirección estará en juego (Baddoo & Hall, 2003).

3.3. Aspectos esenciales en la gestión del cambio organizacional dentro de SPI

Cualquier iniciativa SPI debe ser vista como un programa de cambio. No importa cómo de importante será el cambio o cuánto va a beneficiar a la organización. Siempre habrá empleados que están en desacuerdo y que se resistan. Por lo tanto, la resistencia al cambio es inherente a las iniciativas SPI (Nasir et al., 2008).

A la hora de afrontar un cambio organizacional es necesario tener siempre presente una serie de aspectos que permitirán incrementar las posibilidades de éxito de la iniciativa SPI. Entre estos aspectos se encuentran los modelos existentes de gestión del cambio organizacional, otras propuestas motivacionales que deben ser tenidas en cuenta y, por supuesto, los distintos roles SPI, la infraestructura organizativa y las particularidades del rendimiento en iniciativas SPI. Todos estos aspectos se detallan a continuación.

3.3.1.1. Modelos que apoyan la gestión del cambio organizacional

En las iniciativas SPI, existen una serie de modelos que asisten en la labores de gestión del cambio organizacional. Se afirma que los modelos de gestión del cambio organizacional son válidos para acomodar el factor humano ante el cambio que implica una iniciativa SPI (Narciso & Allison, 2014). Algunos de estos modelos son:

1. Modelo IDEAL (McFeeley, 1996; Varkoi, 2002)

Aunque una de las principales referencias de implantación de CMMI -el modelo IDEAL de implantación del SEI- no presenta recomendaciones a problemas relacionados con las personas, tales como resistencia al cambio o falta de compromiso (Ferreira & Wazlawick, 2011) la primera fase de este modelo IDEAL -*Initiating*- está enfocada a estimular el cambio en la organización y en establecer las razones de negocio para el cambio. Todo esto posibilitará una mayor rentabilidad, mejores ni-

veles de servicio a los clientes existentes y el desarrollo de nuevos negocios (Casey & Richardson, 2002).

2. Modelo de gestión de compromiso en el cambio de Conner y Patterson (Conner & Patterson, 1982)

Según este modelo, las personas de una organización pasan por diferentes etapas en su adopción del cambio. Se definen tres fases: la fase de Preparación, donde se anuncia y publicita el cambio con el fin de llegar a una fase de Aceptación, que se alcanza cuando se cruza el "*umbral de disposición*". La fase de aceptación debe ser planeado para llevar a la gente al "*umbral de compromiso*", lo que les lleva a una última fase de Compromiso. En cada uno de estas fases es posible perder el compromiso de la persona (Ferreira & Wazlawick, 2010).

3. Modelo de cambio de Kurt Lewin (Burnes, 2004)

Las mejoras reales requieren de personas que realmente quieran cambiar sus conductas. Por lo tanto, hablar de mejora de procesos es hablar de cambio organizacional. La representación más simple del cambio organizacional es el modelo de tres pasos de Lewin: *Unfreeze* (descongelar) – *Move* (moverse) – *Freeze* (congelar) (Pries-Heje et al., 2010) donde se hace una analogía con el proceso de congelación-descongelación de un bloque de hielo (Ferreira & Wazlawick, 2011). La principal fortaleza de este modelo es su simplicidad el cual aporta una directrices claras y sencillas para implementar los cambios SPI. La descripción de cada uno de los pasos del modelo sería (Pries-Heje et al., 2010):

- a. ***Unfreeze***: en este paso se debe hacer a la organización receptiva al cambio. La organización debe darse cuenta de que existe la necesidad de un cambio: por lo general, mediante la identificación de un problema de relevancia. Este primer paso se llama descongelación ya que, si no se toma el tiempo necesario para crear receptividad organizacional, la organización se comporta como un bloque de hielo, que, naturalmente, se resiste al cambio.
- b. ***Move***: para poder implementar el proceso de mejora, se debe proponer una solución al problema relevante identificado. En esta etapa habrá factores que promueven el cambio y otros que funcionan como barreras. Una táctica muy simple es apoyar a los factores que promueven dicho cambio y suprimir las barreras.
- c. ***Freeze***: el tercer paso es la congelación, es decir, asegurarse de que el cambio se convierte en una parte permanente del funcionamiento de la organización. Desde mismo modo que se congela el agua para asegurar una forma más

permanente, se "congela" la organización para que el cambio sea permanente.

Con el objetivo de facilitar una exitosa implementación de SPI, el **SPI Manifiesto** (Pries-Heje et al., 2010) establece tres valores y diez principios que apoyan a la organización en lo referente a las personas, el negocio y el cambio. En lo que respecta al cambio, señala como principios, en primer lugar, gestionar el cambio organizacional en la iniciativa de mejora. Para ello, se apoya en el modelo de Kurt Lewin (Burnes, 2004) que se acaba de describir. En segundo lugar, se indica que es necesario asegurar que todas las partes entienden y aceptan el proceso. Por último, afirma que no hay que perder el foco, a través de la definición de objetivos SMART (Doran, 1981) y el seguimiento de su evolución.

4. Modelo del Gestión del Cambio de (Applegate, 1994)

Applegate describe un modelo integral de proceso para el cambio organizacional que ha sido empleado en estudios SPI (Iversen & Ngwenyama, 2006). Este modelo sugiere centrarse en aspectos culturales y sociales para lograr cambios organizacionales efectivos y duraderos, y responde a las tres dimensiones siguientes (Iversen & Ngwenyama, 2006):

- a. Aspectos del **cambio organizacional**. Se definen los aspectos de la organización a la que cualquier iniciativa de cambio organizacional debe atender: personas, estructura organizacional, gestión y procesos. En general, cuando el objetivo es el cambio de un aspecto fundamental (incremento de competitividad, la innovación, el rendimiento, etc), un episodio de cambio organizacional intenta transformar cada uno de los aspectos de la organización.
- b. El **episodio de cambio**, que se refiere a los mecanismos de cambio y la gestión del proceso de cambio. Aquí el agente de cambio debe atender a los mecanismos de cambio (en nuestro caso, SPI y sus métricas) y a las cuestiones importantes de la gestión del cambio, como la visión, el liderazgo, la organización, la toma de decisiones y la resolución de problemas.
- c. **Medidas de eficacia de la organización**, que se refiere lo que va a medirse para proporcionar información sobre la cual basar las decisiones de gestión.

5. Modelo de Kotter (Kotter, 2009)

Kotter propone un proceso consistente en 8 pasos por los que deberá pasar toda organización que pretenda implantar un cambio para minimizar la resistencia al cambio. A continuación se describe cada uno de los pasos (Ferreira & Wazlawick, 2011):

1. El establecimiento de un sentido de urgencia: el primer paso es convencer a la gente de la organización sobre la necesidad de cambiar.
2. La creación de una coalición administrativa: el segundo paso tiene que ver con la dificultad en el establecimiento del cambio en la organización y en la necesidad de reunir a un equipo potente para liderar el proceso de manera exitosa.
3. El desarrollo de una visión estratégica: este paso se trata de dibujar una imagen clara de la empresa en el futuro con los cambios establecidos y mostrárselos a la gente.
4. Comunicar la visión del cambio: la cuarta etapa apoya la idea de que comunicar la visión del cambio a las personas es tan importante como crearlo.
5. Invertir en empoderar a los empleados para las principales acciones: la quinta etapa se centra en luchar contra todas las resistencias que puedan socavar el cambio en la empresa. Deben eliminarse todos los obstáculos y barreras.
6. El logro a corto plazo gana: el sexto paso será apoyar el progreso del proceso del cambio con un plan de ganancias a corto plazo. La gente estará más motivada después de cada victoria lograda, y esto colaborará firmemente para el éxito de la iniciativa.
7. Logros de consolidación y la producción de más cambios: este paso se concentra en evitar declarar la victoria antes de tiempo y detener la inversión en el cambio.
8. El establecimiento de nuevos métodos en la cultura de la empresa: el último paso se trata de institucionalizar los cambios en la cultura de la empresa.

3.3.1.2. Aproximaciones para incrementar la motivación en SPI

La investigación de este trabajo no es pionera en lo que a propuestas motivacionales dentro de SPI se refiere. Existen otras propuestas que ya emplean estrategias de motivación para incentivar la participación de las personas en el proceso de cambio organizacional. Estas estrategias, basadas en los problemas comunes generados por la implementación de cambios en las organizaciones, relacionan estos problemas con aspectos de SPI y describen un marco conceptual para abordarlos a través de herramientas motivadoras. Algunas de estas propuestas son:

1. **Propuesta para complementar IDEAL con factores humanos** (Ferreira & Wazlawick, 2010). En esta propuesta se tienen en cuenta los factores hu-

manos que IDEAL no contempla y se relaciona cada una de las fases del modelo IDEAL con la fase correspondiente de la gestión del cambio. Estas fases se complementan con herramientas motivacionales como la creación de *workshops* que comuniquen datos estadísticos de la situación de los procesos software de la organización y datos de la potencial mejora de SPI. También se aportarán datos del liderazgo de la mejora SPI, se harán reuniones continuas para conocer el estado de la mejora, se crearán foros de intercambio de opinión y una estructura de incentivos que recompense a los mejores empleados (Ferreira & Wazlawick, 2010).

2. Propuesta motivacional sobre la gestión del cambio organizacional en SPI de Ferreira y Wazlawick (Ferreira & Wazlawick, 2011). Esta propuesta se basa en el Modelo de Cambio de Kurt Lewin que permite hacer entender de manera fácil el proceso de cambio organizativo (Bartoli & Hermel, 2004) y sirve como extensión del Modelo de Kotter (Kotter, 2009) donde se proponen 8 pasos que debe realizar cualquier organización que pretenda alcanzar un objetivo que requiera cambios. En este caso, las herramientas motivacionales empleadas son análogas a las de su anterior propuesta (Ferreira & Wazlawick, 2011; Kotter, 2009).

3. Propuesta estructural de gestión del cambio organizacional en SPI de Narciso y Allison (Allison & Narciso, 2015; Narciso & Allison, 2014). Este modelo plantea un enfoque que permite gestionar el cambio en SPI a través de 13 pasos bien definidos. Para ello, se parte de un análisis de la organización y del equipo interno que va a estar involucrado en la iniciativa SPI. Una vez realizado este análisis, se establecen los objetivos y se comunica a todos los *stakeholders* los objetivos y las fases de la iniciativa de mejora. Tras poner en marcha las actividades SPI, se monitoriza la gestión del cambio organizacional estableciendo indicadores que permitan conocer el grado de aceptación. Finalmente, se establecen actividades que permitan reconocer el logro de los objetivos y la validez del cambio aceptado (Allison & Narciso, 2015; Narciso & Allison, 2014).

4. Propuesta de Conradi y Fuggetta (Conradi & Fuggetta, 2002). En este trabajo de investigación, los autores proponen una serie de planteamientos y las soluciones para afrontar los problemas motivacionales. Algunos de estos planteamientos están relacionados con la motivación de los desarrolladores ante el cambio. Sus soluciones más significativas en el ámbito del cambio son:

- Utilice un cuadro de mando simple para empezar, y no es una evaluación amplia.

- Confíe y amplíe la participación de los desarrolladores a través del aprendizaje.
- Establezca líneas de *feedback* en las iniciativas de mejora y hacerlas más visibles a la alta dirección.
- Establecer un *engagement* participativo en todos los procesos de cambio y en actividades asociadas.
- Crear un sistema de recompensas para reportar problemas o sugerir mejoras.
- Definir de manera realista y visible los objetivos a corto y largo plazo.

3.3.1.3. Roles SPI

El software es altamente dependiente de las personas. Las personas con diferentes roles SPI se centran en cosas diferentes, se enfrentan a diferentes problemas y adoptan soluciones diferentes (Johansen & Pries-Heje, 2007). Por ello, es necesario tener en cuenta los roles SPI en la gestión del cambio organizacional. Respecto de los tipos de roles SPI, existen dos modelos principales:

1. **Modelo de Humphrey:** Humphrey (Humphrey, 1989) identificó tres roles generales en iniciativas SPI: defensores (*champions*), patrocinadores (*sponsors*) y el agente cambio (Espinosa-Curiel, Rodríguez-Jacobo, & Fernández-Zepeda, 2011). El autor sostiene que todos los cambios importantes en el proceso de software deben comenzar en la parte superior y, finalmente, todo el mundo debe intervenir en el proceso de cambio.
2. **Modelo de Johansen y Pries-Heje:** Johansen y Pries-Heje (Johansen & Pries-Heje, 2007) identifican tres roles equivalentes a las de Humphrey, y adicionalmente, incluyen cuatro nuevos roles: miembro del comité de dirección, experto, responsable de la mejora de procesos, y el usuario. En definitiva, los papeles que identifican son expertos, altos directivos (o *sponsor*), responsables de la mejora de procesos, organizadores del proyecto (miembros del comité directivo), líder de la iniciativa SPI, miembros del equipo SPI (desarrolladores de la mejora de procesos) y los usuarios. Todos ellos tienen diferentes funciones en relación con el objetivo de la organización.

Más allá de la definición de los roles, también es necesario determinar responsabilidades. Un fallo común se produce cuando los gerentes permiten responsabilidades ambiguas y cuando sólo requieren coordinación entre los proyectos SPI emergentes y la unidad de tecnología, que era la que habitualmente implementaba esos métodos y herramientas. Tales desajustes llevan a conflictos y barreras para implementar nuevos procesos (Mathiassen et al., 2005).

3.3.1.4. Infraestructura SPI

El cambio organizacional normalmente requiere del rediseño de la infraestructura de una organización. Además, cuando una organización avanza en la escala de madurez, se requieren nuevas estructuras organizativas para garantizar la gestión y control de este cambio (Mathiassen et al., 2005; Pries-Heje et al., 2010).

La infraestructura creada para cumplir con la mejora SPI jugará un papel importante en el éxito o el fracaso de la iniciativa SPI. No se puede subestimar el valor que la infraestructura y la comprensión de sus funciones y responsabilidades (McFeeley, 1996). Afectará a su éxito el cómo la iniciativa de cambio es organizada y cómo se percibe el poder, el estado y la responsabilidad de los agentes de cambio (Iversen & Ngwenyama, 2006).

Existen dos tipos de infraestructuras: estructura plana (*empowerment*) y burocracia / jerarquía:

1. **Estructura plana (Empowerment):** la experiencia indica que para lograr una mejora SPI sostenida, las organizaciones necesitan capacitar a sus ingenieros software con las habilidades y responsabilidades apropiadas (Mathiassen et al., 2005).
2. **Burocracia / Jerarquía:** la alternativa de confiar en la estructura plana (*empowerment*) de SPI es la burocratización, donde las reglas y las estructuras jerárquicas de gestión son fundamentales. Una estrategia burocrática o jerárquica se centra en la institucionalización de la ayuda estructural y de gestión, y en la personalización de infraestructuras técnicas para incorporar los procesos y servir de guía a los ingenieros de software. Sin embargo, esta pre-programación limita la discreción de los ingenieros de software y la capacidad de la organización para adaptarse a entornos cambiantes (Mathiassen et al., 2005).

Además de estos modelos, y partiendo de la clasificación del modelo de Humphrey, el modelo IDEAL, en su primera fase *–Initiating phase–* propone una estructura común para SPI. En esta fase, en primer lugar la alta dirección organizacional entiende la necesidad de una iniciativa SPI, se compromete con el programa SPI, y define el contexto SPI (McFeeley, 1996). En resumen, el modelo IDEAL propone estos cuatro niveles: *Sponsorship*, *Management Steering Group (MSG)*, *Software Engineering Process Group (SEPG)* and *Technical Working Group (TWG)*.

Algunos autores (Narciso & Allison, 2014) ponen de manifiesto que uno de los desafíos clave es considerar las cuestiones políticas antes los cambios organiza-

cionales inherentes a una iniciativa SPI. Sin embargo, no existen apenas trabajos relacionados en el ámbito SPI.

3.3.1.5. Rendimiento en las iniciativas SPI

La finalidad de cualquier iniciativa SPI es modificar las prácticas organizacionales de las empresas de desarrollo software con el objetivo de mejorar la satisfacción de los empleados y los clientes, la calidad del software y la productividad (Hansen, Rose, & Tjørnehøj, 2004). En la práctica, las mejoras de calidad y de productividad son los objetivos más perseguidos (Staples & Niazi, 2008).

En aquellos casos donde la iniciativa SPI ha sido un éxito, las mejoras de rendimiento han quedado empíricamente demostradas (Gibson, Goldenson, & Kost, 2006; Hall, Rainer, & Baddoo, 2002), aunque los primeros trabajos (Diaz & Sligo, 1997; Haley, 1996; Humphrey, Snyder, & Willis, 1991) fueron criticados por ser específicos de una sola organización.

A lo largo de la literatura científica se han encontrado correlaciones entre el rendimiento de la iniciativa SPI y el tamaño y madurez de la organización. De este modo, una mayor madurez en los procesos software sugiere una mayor calidad del software (Jiang, Klein, Hwang, Huang, & Hung, 2004), mientras que las organizaciones grandes cuentan con mejoras de rendimiento significativamente superiores a las de organizaciones de menor tamaño (Dybå, 2003).

A la hora de medir el rendimiento, los altos directivos de SPI han encontrado dificultades por las escasas directrices existentes (Iversen & Ngwenyama, 2006). En esta línea, el modelo de gestión del cambio de (Applegate, 1994) describe unas medidas de efectividad organizacional y, en base a estas, los autores (Iversen & Ngwenyama, 2006) han propuesto unas métricas SPI para cada una de ellas. Estas medidas organizacionales y sus métricas propuestas se resumen en la siguiente tabla 3.4.

Medidas de efectividad organizacional (Applegate, 1994)	Métricas propuestas por (Iversen & Ngwenyama, 2006)
Rendimiento del proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluaciones de la madurez del proceso • Autoevaluaciones del gerente • Evaluaciones de los riesgos SPI
Satisfacción de los grupos de interés	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción del cliente con el proceso de desarrollo y la solución final • Satisfacción del empleado con el proceso de desarrollo
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> • Adherencia al calendario (en días/horas de desviación) • Productividad (en horas dedicadas) • Calidad (en número de errores)

Tabla 3.4. Medidas de efectividad organizacional y métricas propuestas

De manera complementaria, el informe técnico de (Gibson et al., 2006) profundiza sobre el rendimiento en las iniciativas que emplean el modelo CMMI, aunque no está exclusivamente circunscrito a iniciativas software, sino también de ingeniería. En la siguiente tabla 3.5 se presentan las distintas categorías de beneficios de aplicación del modelo CMMI y las métricas propuestas.

Categorías de beneficios de CMMI	Métricas
Coste	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costes • Precisión en estimación de presupuestos
Calendario	<ul style="list-style-type: none"> • Desviaciones frente a planificación • Proporción de hitos alcanzados • Precisión en estimación de tiempos
Productividad	<ul style="list-style-type: none"> • Número de pruebas ejecutadas con éxito • Tiempo medio por compilación • Líneas de código por hora / Puntos de Función
Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Número de defectos encontrados
Satisfacción del cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Índices de satisfacción de cliente

Tabla 3.5. Categorías de beneficios en CMMI y métricas propuestas

Capítulo 4

Resumen del Estado de la Cuestión

Atendiendo al repaso de la literatura llevado a cabo, se puede afirmar que la gamificación es un candidato idóneo para incrementar la motivación y el compromiso en la gestión del cambio organizacional de toda iniciativa SPI. Así, aunque esta gestión del cambio organizacional es tenida en cuenta por muchos autores, la conjunción de este ámbito con una aproximación científica de la gamificación, tal y como se presenta en este trabajo de investigación, representa un estudio pionero en la ingeniería del software.

La gamificación cuenta con un breve recorrido histórico y con apenas validaciones empíricas (Hamari et al., 2014; Pedreira et al., 2015). Este hecho se ve reflejado en la escasa cantidad y calidad de la literatura científica que ha sido encontrada, aunque debe afirmarse que tanto la cantidad como la calidad se está incrementando (Gómez-Álvarez et al., 2017). A pesar de ello, el enfoque más organizacional de la gamificación nos permite introducir elementos de juego para incrementar ciertos factores como la motivación y, en su defecto, el compromiso, además de aspectos tan importantes a nivel organizacional como la participación, la colaboración y la competitividad. Sin embargo, y precisamente por su novedad, su implantación no está exenta de retos y su validez está rodeada de interrogantes.

Aunque los ámbitos de aplicación de la gamificación son diversos, su enfoque hacia el interior de la organización es muy prometedor. Basándose en múltiples teorías psicológicas y en elementos del juego, la gamificación permitirá trasladar la motivación y el compromiso de los juegos al puesto de trabajo (Werbach & Hunter, 2012). La ingeniería del software no puede ser ajena a este movimiento (Dorling & McCaffery, 2012). De hecho, la gamificación provee de unos mecanismos derivados del juego que permiten influir y modificar el comportamiento de los agentes involucrados en casi todas las áreas de conocimiento de la ingeniería del software (Herranz & Colomo-Palacios, 2012; Pedreira et al., 2015) y, en especial, en aquellas relacionadas con la gestión del cambio organizacional en SPI (Gómez-Álvarez et al., 2017; Herranz et al., 2013, 2014, 2016).

Toda iniciativa SPI implica una gestión del cambio organizacional. Este cambio es inherente a SPI y requiere un cambio de actitud y de comportamiento de los agentes (Moitra, 1998). Sin embargo, la literatura de SPI refleja en su mayoría aspectos técnicos en detrimento de los humanos (Baddoo & Hall, 2002, 2003; Ferreira & Wazlawick, 2011). A pesar de este hecho, la motivación y el compromiso se encuentran entre los principales factores que condicionan el éxito o fracaso de una propuesta SPI (Hall et al., 2009; Kuhrmann et al., 2016; Lee et al., 2016; Lepasaar et al., 2001; Niazi, 2015; Stelzer & Mellis, 1998). Por un lado, el compromiso de la alta dirección será esencial en el éxito de la iniciativa (Mathiassen et al., 2005), y repercutirá directamente en el compromiso del resto de la organización. Por otro lado, la motivación está relacionada con este compromiso (Abrahamsson, 2001; Thomas, 2000) y se verá influenciada por los distintos factores motivacionales estudiados (Baddoo & Hall, 2002, 2003), los cuales afectarán a cada uno de los roles SPI de la infraestructura que acomete la mejora. Pese a su importancia, existen pocos modelos que apoyan de manera profusa la labor en la gestión del cambio organizacional, y aunque existen ciertas propuestas motivacionales en este sentido, pero ninguna de ellas cuenta con el alcance y validación empírica que propone la investigación que se presenta en esta tesis doctoral.

Por todo ello, en base al análisis de los cuerpos de conocimiento, la gamificación se configura como un elemento muy relevante en la gestión del cambio organizacional de SPI como consecuencia de la necesidad inherente de motivación de cualquier iniciativa de mejora software. La integración de mecanismos específicos que permitan la vinculación de ambas disciplinas y el establecimiento de un marco que facilite la implantación de gamificación en cualquier organización de software es el objetivo de este trabajo de investigación.

Parte III

Problema y propuesta de solución

Capítulo 5

Planteamiento del Problema

En este capítulo se tratan los principales problemas detectados a lo largo de la investigación, analizándose cada uno de ellos. Como resultado de este análisis, se presentará un proceso que aspira resolver dichos problemas identificados, a partir del cual se construirá la solución del siguiente capítulo.

5.1. Descripción del problema

A lo largo de la investigación se ha identificado una serie de problemas. El primero de ellos, y del que se derivan el resto de problemas, es la necesidad de prestar más atención a los factores humanos en toda iniciativa SPI y, por ende, en la gestión del cambio organizacional implícita. Estos factores humanos, fundamentalmente la motivación y el compromiso, son determinantes a la hora de determinar el éxito de toda iniciativa. Por todo ello, para poder alcanzar los beneficios de la mejora, es necesario tener en cuenta estos factores y adecuar la estrategia SPI a cada uno de los roles implicados. De manera más específica se definen y analizan estos problemas a continuación.

1. Escasa consideración de los factores humanos

Se puede afirmar que la industria software es altamente dependiente del capital humano (Colomo-Palacios et al., 2013; Colomo-Palacios, Casado-Lumbreras, Soto-Acosta, Misra, & García-Peñalvo, 2012; Colomo-Palacios, Fernandes, et al., 2012; Polančič et al., 2011). Dentro de esta industria, la calidad de los productos y servicios ofertados depende en gran parte de la competencia de los ingenieros de software que desempeñan su labor profesional en el ámbito de las organizaciones dedicadas al desarrollo de software (Colomo-Palacios et al., 2013). Sin embargo, con demasiada frecuencia, los proyectos de software producen artefactos con una calidad insuficiente, o exceden su presupuesto en términos de tiempo y coste. Esto no es sólo consecuencia de las tecnologías y metodologías de la ingeniería del software, sino también de los factores humanos. De hecho, el diseño y desarrollo de software es intrínsecamente una actividad humana en el que la experiencia, la motivación y

la disciplina de los desarrolladores representan ingredientes cruciales cuya estimulación y maximización es todavía un reto abierto (Dubois & Tamburrelli, 2013; Hall et al., 2009).

Dentro del ámbito SPI, autores como Baddoo y Hall (Baddoo & Hall, 2002, 2003), sugieren que la iniciativa de mejora no podrá generar los beneficios prometidos sin prestar suficiente atención a los aspectos humanos. Además, existen investigaciones que demuestran la importancia de estos factores en el éxito de una propuesta de mejora. De hecho, las dos terceras partes de los valores y principios del SPI Manifiesto (Pries-Heje et al., 2010) corresponden con factores humanos, frente a un tercio restante centrado en factores técnicos. A pesar de ello, las principales guías de implementación de SPI, como el modelo IDEAL, sólo enfatizan en factores técnicos (Ferreira & Wazlawick, 2011).

2. Alto fracaso de iniciativas por falta de compromiso y motivación

Se ha demostrado que más del 70% de las iniciativas SPI fracasan (Ferreira & Wazlawick, 2011), además de presentar unos bajos niveles de adopción con un éxito limitado (Niazi, 2006). Los motivos más comunes están relacionados con los factores humanos, y son la falta de compromiso de la alta dirección, las expectativas poco realistas (Korsaa et al., 2013) y la falta de motivación (Lee et al., 2016; Niazi, 2015).

Como se ha comentado a lo largo del Estado de la Cuestión, algunos de los factores más destacados de la literatura SPI son, por un lado, el compromiso y apoyo a la mejora de la alta dirección, y, por otro, la motivación del personal a participar en la mejora. Son bastantes las investigaciones que reconocen la contribución de la alta dirección, la necesidad de objetivos claros y relevantes, y la participación del personal en el esfuerzo de mejora (Rainer & Hall, 2002). Otros artículos basados en estudios de Humphrey (Humphrey, 1989), Kautz (Kautz, 1998) y Grover (Grover, 1999), también establecen que los factores más determinantes del éxito de la mejora de procesos de software son el compromiso y apoyo de la alta dirección necesaria en todo proceso de cambio, y que todo el personal debe estar motivado a participar (Lepasaar et al., 2001; Narciso & Allison, 2014; Stelzer & Mellis, 1998).

El compromiso guarda una gran relación con la motivación (Abrahamsson, 2001). Precisamente, existen modelos que permiten crear compromiso a través de motivaciones intrínsecas (Thomas, 2000). Por ello, si un ingeniero software debe comprometerse con SPI, las actividades SPI deberán ser intrínsecamente motivadoras (Abrahamsson, 2001). Es más, en los casos en los que toda la organización se compromete a la mejora SPI, la gente está motivada para compartir ideas y experiencias, probar las prácticas, y trabajar juntos para alcanzar metas desafiantes

(Mathiassen et al., 2005). Por todo esto, se ha reconocido en la literatura SPI que el compromiso de los individuos asociados con el equipo de mejora de procesos es fundamental para el éxito (Niazi, 2009; Stelzer & Mellis, 1998).

Por si fuera poco, se reconoce que la motivación tiene un impacto en la productividad, en la calidad del software y en el éxito de todo el proyecto (Boehm, 1984; Colomo-Palacios, Soto-Acosta, et al., 2012; Hernández-López et al., 2015; Sach et al., 2011). Sin embargo, al ser un factor difícil de cuantificar, a menudo pasará a segundo plano (McConnell, 1998).

3. Necesidad de personalización de estrategias SPI

La motivación en SPI varía a lo largo de los distintos grupos de implicados en la mejora. Esta variación limita la efectividad cuando se aplica una estrategia única de SPI (Baddoo & Hall, 2002, 2003). Las personas con diferentes roles SPI se centran en distintas cosas, se enfrentan a los problemas de distinto modo y adoptan soluciones dispares (Johansen & Pries-Heje, 2007). Por ello, en la gestión del cambio organizacional es necesario tener en cuenta todos los roles SPI y sus motivaciones (Pries-Heje et al., 2010).

Además, es importante tener en cuenta que existen estudios de personalidad y rendimiento de los ingenieros del software personalidad (Capretz, 2003; Yilmaz, O'Connor, Colomo-Palacios, & Clarke, 2017), y están motivados por factores de distinta naturaleza, como, por ejemplo, desafiantes problemas técnicos (Ramachandran & Rao, 2006; Tanner, 2003) y la interacción entre pares (Klenke & Kievit, 1992; Linberg, 1999). En este caso, centrarse sólo en recompensas y en el reconocimiento puede ser un error, y la personalización de la estrategia se convierte en necesaria.

5.2. Proceso de resolución del problema

Para la resolución de los problemas anteriores se pretende emplear gamificación en la gestión del cambio organizacional de SPI con el objetivo de incrementar la motivación intrínseca de las personas implicadas y medir cómo esto afecta al rendimiento. De esta manera, se potencia la consideración de los factores humanos dentro de SPI y, más concretamente, de factores críticos como la motivación, clave en el éxito de iniciativas SPI.

Por lo tanto, teniendo en cuenta la necesaria personalización de las estrategias SPI, se define una solución adaptada a cada organización y en los factores humanos de cada rol SPI o grupo de profesionales software involucrados. Todo ello

cristaliza en la construcción de un marco metodológico que describirá cómo implementar esta propuesta motivacional en cualquier organización que pretenda llevar a cabo una iniciativa SPI. El proceso de construcción de este marco está respaldado por una extensa validación de expertos documentada con profesionales pertenecientes a los dos ámbitos de conocimiento implicados: gamificación y SPI. Además, se presentará una propuesta de integración del marco metodológico en el ecosistema de la gestión del cambio organizacional en SPI. Posteriormente, se presentará una herramienta software cuyo objetivo es facilitar la fase de implantación del marco metodológico. Para finalizar, se validará este marco metodológico de manera empírica en un entorno productivo. De este modo, se pondrá en marcha el marco metodológico presentado en esta tesis doctoral, se analizarán los resultados y se realizará el contraste de las hipótesis de investigación, extrayendo las conclusiones finales.

El proceso de resolución descrito se puede representar en tres bloques diferenciados que agrupan unas determinadas tareas, tal y como se representa en la siguiente figura 5.1.

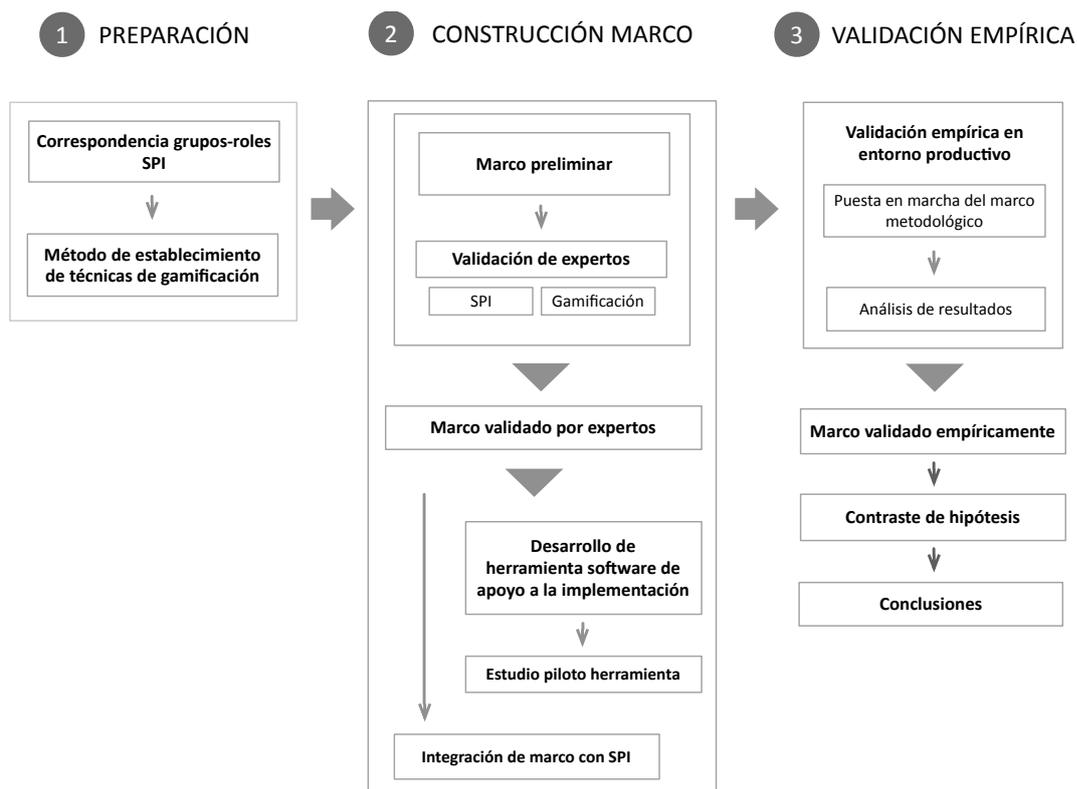


Figura 5.1. Fases de aproximación a la resolución del problema

Bloque 1. Preparación

Fase 1. Correspondencia (o mapping) de los grupos de profesionales y roles de SPI con sus factores motivacionales (motivadores y desmotivadores). Con el ánimo de

lograr una estrategia personalizada, se identifican para cada grupo de profesionales y roles SPI los factores motivacionales donde poder aplicar gamificación con independencia del modelo de roles que se utilice.

Fase 2. Método de establecimiento de técnicas de gamificación. Se definirá una propuesta en dos etapas que permitirá asignar elementos de gamificación sobre las distintas actividades de la iniciativa SPI, en función de la organización y de los grupos de profesionales involucrados. La primera de las etapas corresponde con una propuesta a alto nivel, la cual, siguiendo el enfoque de (Werbach & Hunter, 2012), traza unas líneas generales de aplicación de gamificación a través de la definición de las dinámicas y mecánicas de juego adecuadas. La segunda de las etapas pretende refinar la propuesta anterior. Por ello, partiendo de los resultados de la etapa anterior y basándose en los principales elementos del *framework* de Octalysis (Chou et al., 2015), se especifica claramente qué elementos de juego se asignarán así como el equilibrio motivacional inherente a dichos elementos.

Bloque 2. Construcción del marco metodológico

Fase 1. Marco metodológico preliminar de aplicación de gamificación para la gestión del cambio organizacional en SPI. Para ello, se revisará toda la literatura encontrada y, finalmente, se propondrá un marco que sirva de marco de referencia en la aplicación de gamificación en las iniciativas SPI.

Fase 2. Validación de expertos de SPI y de gamificación. Se pondrá en marcha una metodología de investigación de naturaleza eminentemente cualitativa, a través de entrevistas donde participarán expertos en gamificación y SPI. El objetivo de esta validación de expertos será confirmar la validez del marco metodológico presentado y su relevancia en el ámbito de SPI, así como su alineación con las prácticas habituales de implementación de gamificación en las organizaciones.

Fase 3. Marco metodológico definitivo de aplicación de gamificación para la gestión del cambio organizacional en SPI. Como resultado de la validación de expertos anterior, se establecerá la versión definitiva del marco metodológico.

Fase 4. Desarrollo de herramienta software de apoyo a la implementación. Se presenta una herramienta software que, completamente condicionado a la ejecución de las distintas fases del marco metodológico, apoye en la implementación de dicho marco. Esta herramienta minimiza el coste de implementar gamificación en SPI y aspira a facilitar que las organizaciones software perciban los beneficios de esta disciplina.

Fase 5. Propuesta de integración de marco metodológico en SPI. Se define una propuesta a alto nivel que permita la integración y convivencia del marco metodo-

lógico presentado dentro del ámbito de la gestión del cambio organizacional de SPI. Esta aproximación pretende anticipar cómo se integrará y se relacionará el marco presentado con los modelos de SPI relacionados con la gestión del cambio organizacional.

Bloque 3. Validación empírica

Fase 1. Validación empírica en entorno productivo. Se llevará a cabo una validación empírica del marco metodológico definitivo en un entorno productivo que pretenda iniciar alguna iniciativa SPI. Para ello, se pondrá en marcha el marco metodológico, a través de la ejecución de cada una de las fases de dicho marco. El proceso de experimentación se ejecutará de manera protocolizada y razonada, y se analizarán convenientemente los resultados obtenidos. Si fuera necesario, se hará uso de la herramienta software de apoyo desarrollada.

Fase 2. Contraste de la hipótesis. Como resultado de la metodología de investigación descrita, se analiza el grado de cumplimiento de los distintos objetivos e hipótesis de investigación planteados en el apartado 1.2.

Fase 3. Conclusiones y líneas futuras de investigación. Para finalizar con la investigación de esta tesis doctoral, se presentarán las conclusiones finales relativas a la implantación del marco metodológico en SPI. Además, se describirán las líneas de investigación futuras que amplíen determinados estudios y profundicen en áreas no exploradas.

De manera complementaria, y para motivar e incentivar a la adopción de la solución planteada, se señalarán los potenciales **beneficios complementarios** de una correcta aplicación de este marco metodológico gamificador dentro de SPI.

Relación entre motivación y rendimiento, y por qué no se ha considerado el compromiso

Tal y como señalábamos a la hora de establecer los objetivos e hipótesis de investigación (ver apartado 1.2), es importante indicar que no se pretende establecer un principio de causa y efecto entre la motivación intrínseca y el rendimiento en las actividades SPI. En este sentido, el modelo de gestión del talento más aceptado en el ámbito académico (Halbesleben & Buckley, 2004), el modelo JD-R (Bakker & Demerouti, 2008; Demerouti et al., 2001), y el modelo de la consultora líder en recursos humanos, *Hay Group* (Singh, 2016), presentan propuestas análogas donde el compromiso del empleado, entendido como *engagement* (Kahn, 1990), sirve de nexo de unión entre la motivación y el rendimiento, que además se encuentran influenciados por diversos factores. Así, en la siguiente figura se muestra una repre-

sentación esquemática de los modelos JD-R y *Hay Group* donde se comprueba cómo ambos modelos se estructuran de manera representativa en bloques de motivación – *engagement* – rendimiento.

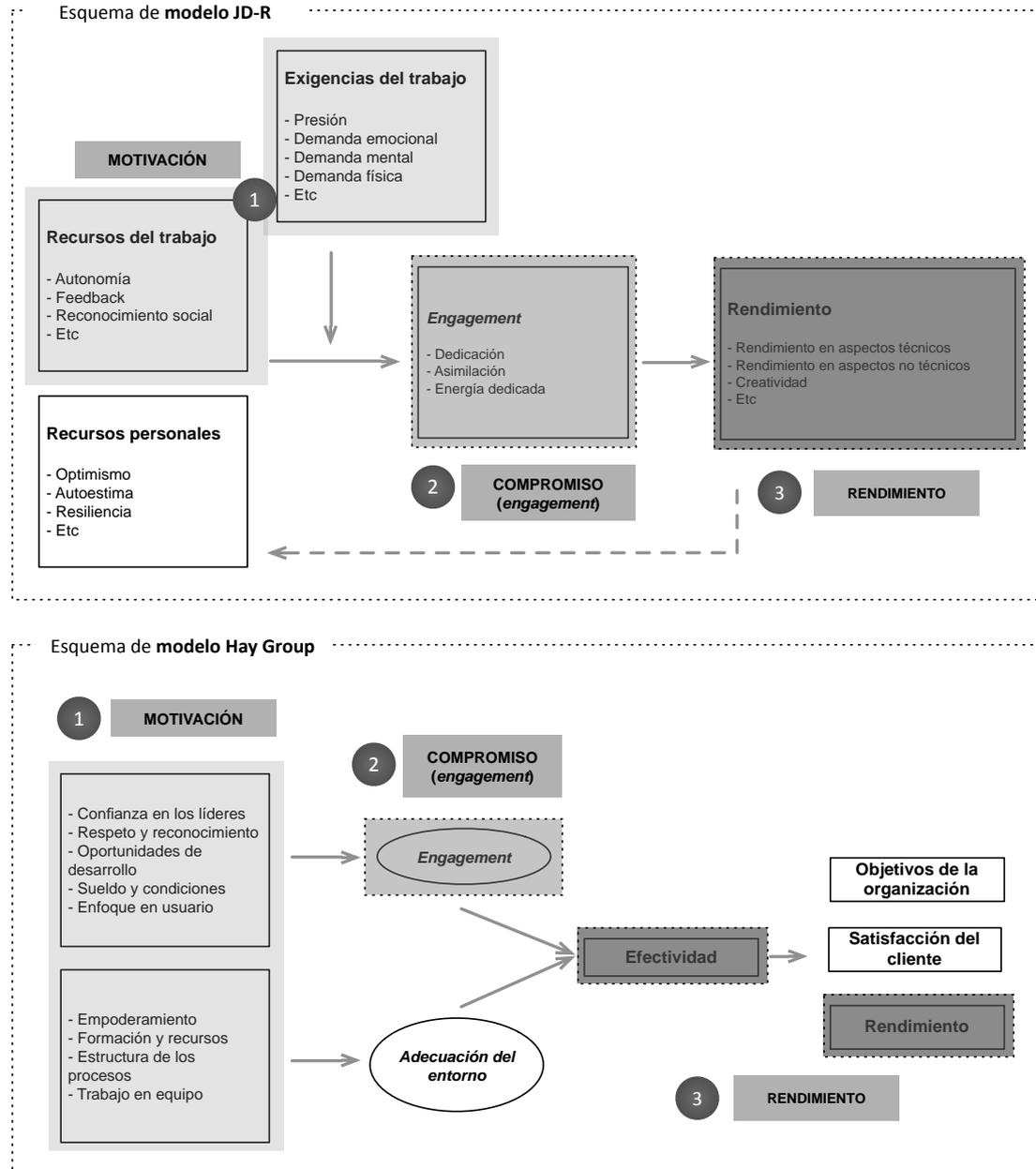


Figura 5.2. Esquemas modelo JD-R y Hay Group

Se puede observar en la figura anterior cómo la motivación es uno de los principales habilitadores del compromiso del empleado (*engagement*) y esto, a su vez, del rendimiento. Por todo ello, es necesario tener presente el concepto de compromiso. Sin embargo, debido su carácter abstracto (Meyer, Becker, & Vandenberghe, 2004), no existen métricas concretas ni existe consenso sobre su naturaleza dentro de la literatura de SPI, donde no se especifica con claridad si se refiere a un compromiso

del empleado con la tarea o un compromiso organizacional. Por todo ello, el compromiso no se ha considerado en la evaluación empírica del marco metodológico de esta tesis y se configura como una línea futura de investigación candidata.

5.3. Amenazas de la validez

La puesta en marcha del proceso de resolución descrito anteriormente genera una solución no exenta de limitaciones propias de las condiciones de aplicación de la investigación. En esta línea, el propósito de este apartado es analizar dichas limitaciones a la validez.

Para conocer la naturaleza de las limitaciones, es necesario considerar que el proceso de investigación se ha llevado a cabo mediante un método mixto, a través de la ejecución de métodos de investigación tanto cuantitativos como cualitativos. Este enfoque mixto se encuentra más presente en algunas de las fases más complejas, como son la validación de expertos de SPI y de gamificación, y la validación empírica en entorno productivo. En la siguiente tabla 5.1 se indica el peso porcentual de cada uno de los métodos de investigación cuantitativos y cualitativos en cada una de las fases analizadas posteriormente.

Fase	Método de investigación	Peso porcentual
Validación de expertos de SPI y de gamificación	Cualitativo	90%
	Cuantitativo	10%
Validación empírica en entorno productivo	Cualitativo	30%
	Cuantitativo	70%

Tabla 5.1. Peso en fases de validación de métodos cualitativos y cuantitativos

Dado que el método cualitativo tiene una presencia destacable durante todo el proceso, se han utilizado una serie de técnicas complementarias para la mejora de la validez y el rigor de la presente investigación. Estas técnicas son:

1. **Técnica de la triangulación:** técnica consistente en abordar el objeto de estudio desde diferentes ángulos. Esto es, fundamentalmente, la utilización distintas fuentes de datos, la participación de más de un observador en el estudio, la consideración de varias teorías de gamificación y SPI en el análisis y la combinación de distintos métodos de investigación (Runeson, Host, Rainer, & Regnell, 2012), como es el caso de nuestro enfoque cualitativo y cuantitativo.

2. Participación prolongada y observación persistente: la participación prolongada implica la realización de un estudio durante un periodo de tiempo suficiente como para obtener todos los datos necesarios para lograr la representatividad del objeto de investigación. Por otro lado, la observación persistente se basa en centrarse en las características y rasgos más relevantes, obviando los irrelevantes (Lincoln & Guba, 1985).

De acuerdo con los estudios de (Lincoln, Lynham, & Guba, 2011), la validez en los enfoques mixtos puede ser analizada bajo estos tres tipos de validación: credibilidad (validez interna en investigaciones cuantitativas), transferibilidad (validez externa en investigaciones cuantitativas) y confirmabilidad (validez de conclusión en investigaciones cuantitativas). Por la tanto, bajo esta perspectiva, la credibilidad implica que los resultados deben ser creíbles desde el punto de vista de los participantes en la investigación para así poder descartar explicaciones alternativas. Por lo que refiere a la transferibilidad, está directamente relacionada con la generalización de los resultados de la investigación, mientras que la confirmabilidad corresponde con el grado en el que los resultados pueden ser confirmados o corroborados por otros.

A continuación, nos centraremos en el análisis de estas limitaciones a la validez para cada una de las principales fases implicadas, la validación de expertos y la validación empírica.

5.3.1. Amenazas de la validez en la validación de expertos

Por lo que respecta a la fase de la validación de expertos, vamos a analizar las limitaciones a la validez teniendo en cuenta los tres tipos de validación de (Lincoln et al., 2011) antes citados. En esta línea, para asegurar la credibilidad, los expertos participantes tienen unos niveles similares de conocimiento y experiencia. Sin embargo, dada la inmadurez de la disciplina de la gamificación, se ha desarrollado y aplicado un criterio de selección de expertos de gamificación, basado en el criterio de selección de Fehring (Fehring, 1994). Este criterio de selección está explicado en profundidad en el apartado 6.2.3.3. Además, para evitar sesgos en sus respuestas, los expertos de gamificación que participan en las sucesivas fases de la validación de expertos son distintos entre sí. Por otro lado, el uso de entrevistas (semiestructuradas y estructuradas) implican un sesgo de por sí, ya que se recoge una información subjetiva fruto de una interacción entre el participante y el entrevistador. Para mitigar esto, se han seguido unas directrices de investigación y buenas prácticas a la hora de realizar entrevistas de investigación, y dichas entrevistas han sido revisadas por dos investigadores, tanto del área de gamificación como de SPI. Por último, la credibilidad en los resultados de las entrevistas se puede asegurar dado que han

sido revisados mediante métodos de análisis especificados en teorías formales fundamentadas, tales como Grounded Theory (Glaser & Strauss, 1967), además de ser contrastados con literatura científica al respecto. De manera complementaria, como se ha indicado en la tabla 5.1, la naturaleza del estudio es cualitativa en un 90% aproximado y, por ello, se ha realizado una triangulación de datos para mejorar la precisión, además de vincularlos con datos cuantitativos relacionados con el objetivo de investigación para respaldar los resultados.

En cuanto a la transferibilidad, el número de participantes no debería afectar a la generalización de los resultados dado que se ha contado con 14 expertos del área de gamificación y 15 expertos de SPI, pudiéndose considerar como una muestra representativa. Sin embargo, la muestra no se tomó al azar y esto puede introducir una serie de sesgos ya que los expertos se autoseleccionaron al aceptar un e-mail (o mensaje en LinkedIn) que donde se les invitaba a participar. Sin embargo, se intentó que la muestra fuera lo más representativa en la selección de los candidatos.

El último de los criterios de validez, la confirmabilidad, cuenta con dos amenazas a tener en cuenta. Por un lado, puede existir un sesgo en el análisis de los resultados obtenidos. Para mitigarlo se han seguido los métodos de análisis establecidos por la solución formal empleada (Grounded Theory) además de emplear técnicas de triangulación previamente descritas. Por otro lado, la segunda de las amenazas a la confirmabilidad se refiere a la exactitud en las notas teóricas y de campo, que proporcionan pistas de auditoría y transparencia en el sesgo de los investigadores (Wester, 2011). Para mitigar este sesgo, se incorporan dos investigadores que aseguran la calidad y la correcta aplicación de guías y directrices en base a solución formal fundamentada.

Para finalizar este apartado, en la Tabla 5.2 se muestra un resumen sobre las amenazas a la validez y las estrategias de mitigación adoptadas a la hora de realizar la validación de expertos de esta tesis.

Amenaza	Aspecto	Acciones de mitigación
Credibilidad	Expertos SPI	Nivel de experiencia y conocimiento similar entre ellos
	Expertos gamificación	Distintos expertos en cada subfase de la validación para evitar sesgos. Debido a la inmadurez de la disciplina, desarrollo y aplicación de criterio de selección de expertos propio, basado en el criterio de (Fehring, 1994).
	Entrevistas	Directrices de investigación y preguntas revisadas por 2 investigadores (ver Apéndice B.2), tanto de gamificación como de SPI.
	Resultados	Solución fundamentada en una teoría formal. Triangulación de datos de carácter cualitativo y cuantitativo.
Transferibilidad	Muestra no se toma al azar	Muestra representativa y no fuera de lo común.
Confirmabilidad	Sesgo en notas técnicas, resúmenes y sesgo del investigador	Incorporar a 2 investigadores que aseguren la calidad del estudio. Aplicación de guías y directrices en base a solución formal fundamentada. Proveer de pistas de auditoría a través de documentación accesible.
	Sesgo en análisis	Métodos de análisis especificados por solución formal junto con contraste con la literatura científica al respecto.

Tabla 5.2. Resumen amenazas de validez en validación de expertos

5.3.2. Amenazas de la validez en la validación en entorno productivo

Para analizar la validez de la validación en entorno productivo llevada a cabo en XYZ (ver apartado 7.2), se han tenido en cuenta nuevamente las limitaciones a los tres tipos de validación establecidos por (Lincoln et al., 2011): credibilidad, transferibilidad y confirmabilidad.

En cuanto a la credibilidad, se deben tener en cuenta múltiples aspectos. En primer lugar, los participantes son representativos de la industria software, sobre

todo en el ámbito de las pequeñas y medianas empresas (PYMES). XYZ es una pequeña empresa de desarrollo software que tiene las mismas características que las PYMES en el sector, y que experimentan problemas a la hora de implementar iniciativas SPI en sus procesos. Por lo que respecta al personal involucrado, se encuentran ingenieros software de todos los niveles de conocimiento, desde ingenieros software junior a senior, y todos ellos trabajan en distintas tecnologías dentro de la misma organización.

Además de asegurar la credibilidad de los participantes, es fundamental asegurar la validez de las técnicas de recolección de datos, esto es, las encuestas y las entrevistas. En este sentido, las encuestas realizadas por los participantes en el estudio están basadas en el test Intrinsic Motivation Inventory (IMI) de los autores (Ryan, Koestner, & Deci, 1991) que han sido usadas con éxito en otras investigaciones relacionadas (Herranz et al., 2015). Por lo que respecta a las entrevistas con el Director de Operaciones, aunque se dan los sesgos propios de cualquier entrevista donde hay una interacción directa entre participante e investigador, estos se han intentado mitigar siguiendo unas directrices de investigación revisadas por un investigador adicional. También se pretende reducir el sesgo a través de la participación de dos investigadores en la entrevista. Uno de ellos con el rol de entrevistador, y el otro como observador, tomando notas y asegurando el cumplimiento de las directrices.

Por lo que respecta a la credibilidad de los resultados, para la interpretación de datos sobre los mismos conceptos, dada la naturaleza mixta de estos (ver Tabla 5.1), se ha aplicado una triangulación de datos cuantitativos correspondientes de las encuestas con los datos cualitativos procedentes de las entrevistas. A nivel general, los datos cualitativos fueron analizados para identificar beneficios y limitaciones a la hora de emplear el marco metodológico de gamificación, mientras que la información cuantitativa fue usada para determinar la motivación intrínseca y la efectividad en la actividad SPI. En esta escala, la información cuantitativa obtenida es representativa de la organización. Además, esta interpretación está guiada por las directrices indicadas en el Intrinsic Motivation Inventory (IMI) en conjunto con un enfoque de diseño exploratorio secuencial para combinar las observaciones teóricas con datos empíricos recogidos de los participantes.

Como se va a poder comprobar, la transferibilidad de las conclusiones de la validación en entorno productivo cuenta con multitud de aspectos a tener en cuenta. Aunque esta amenaza queda patente y afecta a la generalización de los resultados, se ha considerado cada uno de los aspectos relevantes, que son:

1. **Muestra limitada:** existe una limitación en la muestra de casos de estudio, así como en el número de participantes, roles SPI y número y tipo de

actividades SPI sobre las que se realiza el experimento. Debido al alcance de esta tesis doctoral, el número de organizaciones donde se realiza la validación empírica, así como el número de iniciativas SPI sobre la que se implementa el marco metodológico presentado, no puede ser muy extenso. Por lo que respecta a la selección de las organizaciones, ésta se ha llevado a cabo, por un lado, en base a la disponibilidad de las organizaciones consultadas y, por otro, teniendo en cuenta que la naturaleza de las organizaciones seleccionadas sea lo más representativa posible dentro del ecosistema SPI. En cuanto al número de actividades SPI que son gamificadas a través de la solución propuesta, se han analizado las distintas iniciativas SPI y se ha implementado el marco metodológico en aquellas tareas que, de acuerdo con las necesidades de la organización, son más genéricas y comunes, y, por otro, donde intervienen el máximo número de roles SPI, para así poder estudiar el impacto sobre perfiles diferentes. El número de participantes, dentro del contexto de la organización (PYMES), puede considerarse como representativo.

2. **Muestra no se toma al azar:** el marco, el contexto y las condiciones de trabajo son comunes, con lo que se podrá replicar en configuraciones semejantes. Por otro lado, dentro del contexto de aplicación del marco metodológico presentado, los perfiles de jugadores de los participantes, medidos a través de la clasificación de Bartle (Bartle, 1996), tampoco son fuera de lo común.

3. **Tipología de actividad SPI:** la actividad sobre la que se realizó finalmente el caso de estudio ha sido la planificación, estimación y el seguimiento de actividades en proyectos software. Por ello, aunque se podría anticipar una cierta generalización dado que es una tarea transversal a todos los roles SPI y organizaciones, las conclusiones obtenidas no podrán ser generalizadas cuando se aplique el marco sobre actividades SPI de otra naturaleza más creativa, como el diseño software, por ejemplo.

4. **Especificidad de la propuesta de gamificación:** dentro de la validación realizada en el entorno productivo, la propuesta de gamificación resultante de la puesta en marcha del marco metodológico corresponde con una competición por equipos. Por lo tanto, la generalización de los resultados sólo podrá realizarse bajo propuestas de gamificación análogas.

5. **Falta de integración de las técnicas de gamificación en el flujo y contexto de trabajo:** las técnicas de gamificación propuestas en el marco metodológico no están integradas en el flujo y contexto de trabajo, dado el esfuerzo asociado de una implementación tecnológica ad-hoc en la organización participante en la investigación. Esto implica una serie de condi-

cionantes, como es la necesidad por parte de los participantes de invertir tiempo para registrar su actividad y sus resultados, valorar el desempeño de dichos participantes por parte del revisor y tiempo adicional de revisión de los datos para evitar falseamientos o trampas, entre otros factores. Estos condicionantes limitan, por un lado, el alcance potencial de la propuesta de gamificación y, por otro, la generalización de los resultados. Para mitigar este sesgo, se ha desarrollado una herramienta software (llamada Gamiware) de soporte a la ejecución del marco metodológico (ver apartado 6.3 y Apéndice A). A pesar de los resultados preliminares obtenidos con la herramienta (Herranz et al., 2015), la organización involucrada decidió no hacer uso de ella por los temores asociados a la curva de aprendizaje de dicha herramienta.

6. Influencia intercultural y particularidades de la organización: las particularidades de cada organización y los factores culturales intrínsecos de cada una de ellas, limitan la generalización de los resultados, que sólo podrán generalizar para organizaciones con características análogas. Para superar esta limitación deberán situarse la comprensión de estas prácticas en contextos organizacionales y culturales distintos.

El último de los criterios de validez, la confirmabilidad, cuenta con dos tipos de amenazas a tener en cuenta. La primera de las amenazas es la misma que la indicada en la validación de expertos y sustentada por los estudios de (Wester, 2011), esto es, la necesidad de exactitud en las notas teóricas y de campo. En este caso, la mitigación de dicha amenaza también se realiza incorporando dos investigadores que aseguren la calidad y documentando todo el proceso a través de información accesible por los investigadores, a modo de pista de auditoría. Además, las comunicaciones con los participantes durante el proceso se han utilizado empleando herramientas de comunicación como Slack y e-mail (ver Apartado 7.2.5.2), lo cual provee mayores capacidades de auditoría.

La segunda de las amenazas se trata de asegurar las métricas empleadas para medir las dos hipótesis de investigación, esto es, el incremento de motivación intrínseca y, por otro lado, el incremento de rendimiento en la actividad SPI. Para el incremento de la motivación, se han utilizado métricas heredadas del test *Intrinsic Motivation Inventory* (IMI) (Ryan et al., 1991) donde se especifica claramente cuáles de los resultados cuantitativos están directamente relacionados con la motivación intrínseca. Por lo que respecta a la métrica de incremento de rendimiento, para asegurar su confirmabilidad, se realiza una triangulación múltiple entre variables como la percepción de mejora de rendimiento, tanto del propio participante como

del manager. Además, se emplean datos cuantitativos directamente relacionados con la actividad y se cruzan con los datos cualitativos.

Para finalizar este apartado, en la Tabla 5.3 se muestra un resumen sobre las amenazas a la validez y las estrategias de mitigación adoptadas a la hora de poner en marcha la validación en el entorno productivo.

Amenaza	Aspecto	Acciones de mitigación
Credibilidad	Participantes	Los participantes deben incluir todos los roles SPI que se desean evaluar, además de cubrir todos los niveles de conocimiento. Todo esto debe ser representativo en la industria del software.
	Encuestas	Uso de test establecido: <i>Intrinsic Motivation Inventory</i> (IMI) (Ryan et al., 1991) y ya utilizado en investigaciones de gamificación y SPI (Herranz et al., 2015).
	Entrevista abierta	Entrevista realizada por dos investigadores: uno entrevistador y otro como observador. Directrices de investigación y preguntas revisadas por un investigador adicional.
	Resultados/datos	Directrices de interpretación y análisis indicadas en el test <i>Intrinsic Motivation Inventory</i> (IMI) (Ryan et al., 1991) Enfoque de diseño exploratorio secuencial que combina <ul style="list-style-type: none"> · Observaciones teóricas · Datos empíricos
Transferibilidad	Muestra limitada (en casos de estudio, participantes, roles SPI y actividades SPI)	Garantizar la máxima representatividad posible en cada uno de los aspectos considerados.
	Muestra no se toma al azar	Contexto, condiciones de trabajo y el global de los perfiles de (Bartle, 1996) no fuera de lo común.
	Tipología de actividad SPI	Dentro de lo posible, intentar que la tarea sea lo más general y transversal posible.
	Especificidad de la propuesta de gamificación	Dentro de lo posible, intentar que la propuesta sea lo más aplicable posible al contexto general, pero considerando siempre las limitaciones que existen.

	Falta de integración de técnicas de gamificación en el flujo y contexto de trabajo	Diseño, desarrollo y utilización de herramienta software para la puesta en marcha del marco metodológico (ver Apartado 6.3 y Apéndice A).
	Influencia intercultural y particularidades de la organización	Situar la comprensión de las prácticas del proceso y la práctica real en contextos en otras ubicaciones geográficas.
Confirmabilidad	Asegurar la métrica de la primera hipótesis (H1): incremento de motivación intrínseca	Interpretación del incremento de la motivación intrínseca a partir de los factores indicados en la definición del test <i>Intrinsic Motivation Inventory</i> (Ryan et al., 1991).
	Asegurar la métrica de la segunda hipótesis (H2): incremento de rendimiento en actividad SPI	Triangulación de datos de naturaleza cuantitativa y cualitativa sobre el incremento de rendimiento para mejorar la confirmabilidad (Easterbrook, Singer, Storey, & Damian, 2008).
	Sesgo en notas técnicas, resúmenes y sesgo del investigador	Incorporar a 2 investigadores que aseguren la calidad del estudio. Proveer de pistas de auditoría a través de documentación accesible.

Tabla 5.3. Resumen amenazas de validez en validación en entorno productivo

Capítulo 6

Resolución del Problema

En este capítulo se describe la propuesta de solución a los problemas especificados en el capítulo anterior. Esta solución consiste en un marco metodológico que, haciendo uso de gamificación, tiene como objetivo mejorar la motivación intrínseca en la gestión del cambio organizacional implícita en toda iniciativa SPI, además de mejorar el rendimiento de los profesionales involucrados. Para ello, se presenta en primera instancia la fase de Preparación de los artefactos necesarios para, posteriormente, explicar la fase de Construcción del marco metodológico. En esta línea, se describe la correspondencia entre los profesionales y roles de SPI con sus elementos motivadores y desmotivadores y, a continuación, se define el método de establecimiento de técnicas de gamificación en actividades SPI. Partiendo de estos dos elementos, se describe en profundidad el proceso de construcción el marco metodológico gamificador, junto con la validación de expertos realizada, y cómo este marco se integra dentro del ámbito SPI. Posteriormente, se presenta una herramienta software diseñada específicamente para dar soporte a la ejecución del marco metodológico. Se finaliza el capítulo señalando los potenciales beneficios -más allá del incremento de motivación- que provee la implementación de esta solución.

6.1. Fase 1: Preparación

En este apartado se presentan los dos elementos protagonistas de la fase de preparación de la solución ideada: (1), una correspondencia entre los distintos grupos de profesionales y sus factores motivacionales que permita personalizar la solución con independencia del ámbito de aplicación y, (2), un método de asignación de técnicas de gamificación a actividades SPI cuyo objetivo es mejorar los métodos actuales y aplicar esta mejora como núcleo del marco metodológico.

6.1.1. Correspondencia de grupos de profesionales, roles SPI y sus factores motivacionales

En una iniciativa SPI están implicados todos los grupos de profesionales software, los cuales están motivados y desmotivados por múltiples elementos relacionados con la iniciativa de mejora (Baddoo & Hall, 2002, 2003). Además, dentro de la literatura de SPI, existen varios modelos (el de Humphrey (Humphrey, 1989) y el Johansen & Pries-Heje (Johansen & Pries-Heje, 2007), fundamentalmente) que describen los distintos tipos de roles que adoptan estos grupos de profesionales dentro de SPI. Por lo tanto, y para facilitar el posterior análisis, se ha realizado una correspondencia entre estos grupos de profesionales y los tipos de roles SPI, según modelos, junto con sus motivadores / desmotivadores. Estas correspondencias permitirán centrarse en los aspectos clave motivadores (y desmotivadores) de los distintos grupos de profesionales software y roles SPI, con independencia del modelo utilizado.

Los objetivos de estas correspondencias serán dos:

1. Conocer los aspectos motivacionales de cada uno de los grupos de profesionales en relación con sus roles desempeñados en una iniciativa de mejora SPI, con independencia del modelo de roles SPI empleado. Por lo tanto, se podrá disponer de un recurso que sirva de base para la propuesta de solución y asegurarse que el modelo de roles SPI no condiciona la validez de la investigación. Los motivadores (y desmotivadores) de estas correspondencias aspiran a convertirse en referencia de cualquier propuesta gamificada que pretenda incrementar la motivación en una iniciativa SPI.
2. Servir de base para personalizar la propuesta gamificada a las personas involucradas. Esta personalización se hará en base a la situación, organización y para cada uno de los grupos de profesionales, o roles SPI. Por lo que respecta al personal involucrado, toda propuesta gamificadora debe realizarse a través de un diseño de centrado en el usuario enfocado en las motivaciones para lograr una organización comprometida a todos los niveles (Burke, 2016). Por lo tanto, estas correspondencias permitirán centrarse en los motivadores y desmotivadores específicos de cada uno de los grupos de profesionales software involucrados en la iniciativa SPI. De hecho, en gamificación, una de las principales razones de fracaso es tratar a todos los grupos de personas del mismo modo, de manera estandarizada, como si de una solución fácil se tratara, en vez de personalizar cada propuesta gamificada a las personas, la situación (Deterding, Dixon, et al., 2011), y la organización.

¿Cómo se ha hecho la correspondencia?

La correspondencia se realiza entre los grupos de profesionales software utilizados en los estudios motivacionales de Baddoo y Hall (Baddoo & Hall, 2002, 2003) y los roles SPI de los dos modelos más relevantes al respecto, el modelo de Humphrey (Humphrey, 1989) y el modelo de Johansen y Pries-Heje (Johansen & Pries-Heje, 2007), ambos descritos en el apartado 2.2.5 de este trabajo de investigación. A su vez, estos grupos de profesionales y roles se relacionan con los factores motivacionales (motivadores y desmotivadores) de los citados estudios de Baddoo y Hall. Es decir, la correspondencia finalmente se mostrará en un formato de tabla del siguiente modo:

Grupos de profesionales - nales - (de Baddoo y Hall)	Roles SPI - (del modelo de Humphrey)	Roles SPI (del modelo de Johansen y Pries-Heje)	Des/Motivadores (de Baddoo y Hall)
---	--	---	--

Esta correspondencia sólo pretende ser una orientación a partir de la cual poder conocer los factores motivacionales de cada grupo de personas implicadas en el proyecto de mejora.

Como se ha comentado, existen varias alternativas a la hora de clasificar los tipos de personas que intervienen en una iniciativa de SPI. Entre estas alternativas tenemos los grupos de profesionales de Baddoo y Hall y los roles SPI de los modelos más relevantes anteriormente mencionados. Por ello, si se hubiera ajustado la propuesta a alguna de estas alternativas, se habría limitado el alcance de la solución planteada. Por esta razón se ha optado por hacer la propuesta lo más genérica, partiendo de la división de grupos de profesionales de Baddoo y Hall, y realizar una correspondencia aproximada con los roles SPI de los modelos.

El proceso para realizar esta correspondencia ha sido el siguiente: se han analizado las descripciones de los autores para cada grupo y roles, y se han equiparado a través de la representación en formato tabla. Por ejemplo, los *desarrolladores* y *directores de proyecto* de Baddoo y Hall son análogos con los *agentes de cambio* de Humphrey, y todos estos a su vez análogos con *los miembros SPI y responsables SPI* de Johansen y Pries-Heje. También es parece bastante clara la correspondencia o analogía entre los *gerentes senior* de Baddoo y Hall y los *sponsors* de Humphrey, que a su vez son análogos a los *altos directivos* y *organizadores de proyecto*, por ejemplo. Sin embargo, no todas las correspondencias entre roles son tan evidentes. Existen ciertos roles SPI como el defensor (*champion*) o incluso *el líder de la iniciativa SPI* que podrían no estar incluidos dentro de los grupos de profesionales utilizados por Baddoo y Hall en su estudio. Sin embargo, para estos casos y aten-

diendo a las características descritas para cada uno de estos roles, se ha intentado hacer una correspondencia lo más cercana posible, aunque las interpretaciones personales pueden variar dicha correspondencia.

6.1.1.1. Correspondencia con motivadores SPI

Se presenta la tabla 6.1. que recoge los motivadores específicos (ordenados por prioridad) para cada grupo de profesionales y roles SPI.

Baddoo & Hall	Humphrey	Johansen & Pries-Heje	Motivadores comunes
Desarrolladores	Agente de cambio	Miembros SPI	Iniciativas bottom-up Compromiso top-down Feedback Satisfacción por el trabajo Foro discusión SPI Automatización Obligatoriedad de SPI Eliminar burocracia Introducción gradual SPI Formación y entrenamiento Critical Mass Estandarización
-----		-----	-----
Directores de proyecto	----- Defensor (<i>champion</i>) -----	Responsables SPI	Empowerment Facilidad de los procesos Jefes de equipo bien formados Comunicación Autonomía Auditorías externas Gestión reducida SPI como facilitador de venta Compromiso top-down
-----	-----	Líder iniciativa SPI	-----
Gerentes senior	Patrocinadores (<i>sponsors</i>)	Organizador proyecto (miembro comité directivo)	Alcanzar objetivos Ratio coste-beneficio positivo Perspectivas de carrera Feedback Beneficios justificables Oportunidades de promoción Grupos de trabajo
		----- Altos directivos	

Tabla 6.1. Correspondencia motivadores específicos para grupos de profesionales y roles de SPI

Tras mostrar los motivadores específicos, se presentan los motivadores comunes (ordenados también por prioridad) a todos los grupos de profesionales y tipos de roles obtenidos de los estudios de Baddoo y Hall en la tabla 6.2. que se muestra a continuación.

Baddoo & Hall	Humphrey	Johansen & Pries-Heje	Motivadores comunes
Desarrolladores	Agente de cambio	Miembros SPI	Éxito visible de SPI
-----			Existencia de recursos necesarios
Directores de proyecto	----- Defensor (<i>champion</i>) -----	----- Responsables SPI	Responsabilidad del proceso
-----		----- Líder iniciativa SPI	Esquemas de incentivos
Gerentes senior	Patrocinadores (<i>sponsors</i>)	Organizador proyecto (miembro comité directivo) ----- Altos directivos	Procesos mantenibles

Tabla 6.2. Correspondencia motivadores comunes para grupos de profesionales y roles de SPI

6.1.1.2. Correspondencia con desmotivadores SPI

Este apartado es análogo al apartado 6.1.1.1 pero la correspondencia se ha realizado con los desmotivadores en el ámbito SPI en vez de con los motivadores.

Por lo tanto, en primer lugar, se presenta la tabla 6.3 que recoge los desmotivadores específicos –ordenados por prioridad- para cada grupo de profesionales y roles SPI.

Baddoo & Hall	Humphrey	Johansen & Pries-Heje	Desmotivadores comunes
Desarrolladores	Agente de cambio	Miembros SPI	Restricciones de presupuesto Falta compromiso alta dirección Imposiciones Carga de trabajo Falta de estándares Falta de feedback Choques de personalidad Interferencias de usuarios Personal sin experiencia Mejores prácticas aisladas Dir. proyecto sin conoc. técnico Creatividad reducida
-----			-----
Directores de proyecto	Defensor (<i>champion</i>)	Responsables SPI	Falta evidencia benef. directos Falta de recursos Prioridad baja de procesos SPI Rotación del personal Corto-plazo al abordar problemas Imposiciones Métricas inadecuadas Objetivos irrelevantes Problemas de coordinación
-----			-----
Gerentes senior	Patrocinadores (<i>sponsors</i>)	Organizador proyecto (miembro comité directivo)	Falta de recursos Falta de habilidades en gestión SPI Restricciones de presupuesto Personal sin experiencia Falta de evidencia benef. directos Cambios organizacionales Choques de personalidad
		Altos directivos	

Tabla 6.3. Correspondencia desmotivadores específicos para grupos de profesionales y roles de SPI

Tras mostrar los desmotivadores específicos, se presentan los desmotivadores comunes -ordenados también por prioridad- a todos los grupos de profesionales y tipos de roles obtenidos de los estudios de Baddoo y Hall en la tabla 6.4 siguiente.

Baddoo & Hall	Humphrey	Johansen & Pries-Heje	Desmotivadores comunes
Desarrolladores	Agente de cambio	Miembros SPI	Presiones de tiempo y restricciones
-----			Resistencia al cambio
-----			Presiones comerciales
Directores de proyecto	Defensor (<i>champion</i>)	Responsables SPI	Comunicación inadecuada
-----			Experiencias previas negativas
-----			Falta de soporte en conjunto
Gerentes senior	Patrocinadores (<i>sponsors</i>)	Organizador proyecto (miembro comité directivo)	
		Altos directivos	Procesos engorrosos

Tabla 6.4. Correspondencia desmotivadores comunes para grupos de profesionales y roles de SPI

El marco metodológico presentado en esta tesis doctoral, entre otras cosas, pretende potenciar los motivadores SPI específicos de cada uno de los grupos de profesionales analizados, así como mitigar el efecto de los desmotivadores SPI identificados. A pesar de que la gran mayoría de los motivadores y desmotivadores son susceptibles de ser potenciados y mitigados, respectivamente, por técnicas de gamificación, habría que analizar cada uno de ellos en el contexto de implantación para determinar la idoneidad de aplicación.

6.1.2. Método de establecimiento de técnicas de gamificación en SPI

En este apartado se presenta un método que permite asignar técnicas de gamificación a las actividades de iniciativas SPI que sean susceptibles de ser potenciadas mediante gamificación. Este método ha sido desarrollado específicamente para el marco metodológico presentado en el apartado 6.2 y parte de los elementos principales de los *frameworks* de gamificación con mayor reconocimiento y aceptación en el mercado.

6.1.2.1. Objetivo del método y justificación

El objetivo de este método es trazar una ruta a la hora asignar técnicas de gamificación en las actividades SPI de modo que se incremente la eficacia en dicha asignación. Así, este método se constituye como el núcleo del marco metodológico objeto de esta tesis doctoral que se presentará en el apartado 6.2.

Las razones que justifican la creación de un método ad-hoc se fundamentan en los siguientes problemas:

1. Tal y como se ha reflejado en el apartado 2.3 de la presente tesis doctoral, la naturaleza de la gran mayoría de los *frameworks* actuales de gamificación es genérica y cuanta con procesos de asignación de elementos de juego poco concretos y uniformes (Herranz et al., 2014; Mora et al., 2015).
2. La dispersión existente entre los distintos métodos de asignación de técnicas de gamificación (Mora et al., 2015) agrega un componente extra de dificultad. Existen *frameworks* con un alto nivel de abstracción donde todas las organizaciones son tratadas del mismo modo mientras que existen otros -los menos- que cuentan con propuestas más concretas (Mora et al., 2017). Sin embargo, gran parte de ellos no tienen una visión holísticas de la organización y no se consideran aspectos organizacionales básicos (Herranz et al., 2014). Además, una gran mayoría de los expertos de gamificación no siguen

un *framework* en concreto sino que aplican metodologías híbridas basadas en distintos elementos de otros *frameworks* (Herranz et al., 2016).

Por lo tanto, estos problemas detectados justifican la creación de un método ad-hoc, el cual, por un lado, se base en un enfoque holístico que considere los distintos aspectos organizacionales y que, por otro, incluya mecanismos de asignación de técnicas de gamificación específicos y consistentes. Para dar con este método, se ha partido de la propuesta holística de (Werbach & Hunter, 2012), dado su enfoque de proceso en entorno organizacional (Werbach, 2014), para luego concretar a nivel de elementos de juego mediante el *framework* de Octalysis (Chou et al., 2015), empleando además sus herramientas de evaluación y análisis.

6.1.2.2. Descripción del método

El método desarrollado cuenta con unos elementos de entrada, otros de salida, y con tres fases bien diferenciadas. De este modo, partiendo de una actividad SPI como principal elemento de entrada, se ejecuta la primera de las fases (propuesta de alto nivel), para luego pasar a la segunda fase donde se ajusta la propuesta anterior con un nivel de abstracción menor. Por último, se evalúa la propuesta y se ajusta de nuevo si fuera necesario. El resultado de este proceso será un elemento de salida que corresponde con la asignación de técnicas de gamificación a una actividad SPI. Este proceso está descrito en la figura 6.1 que se muestra a continuación.

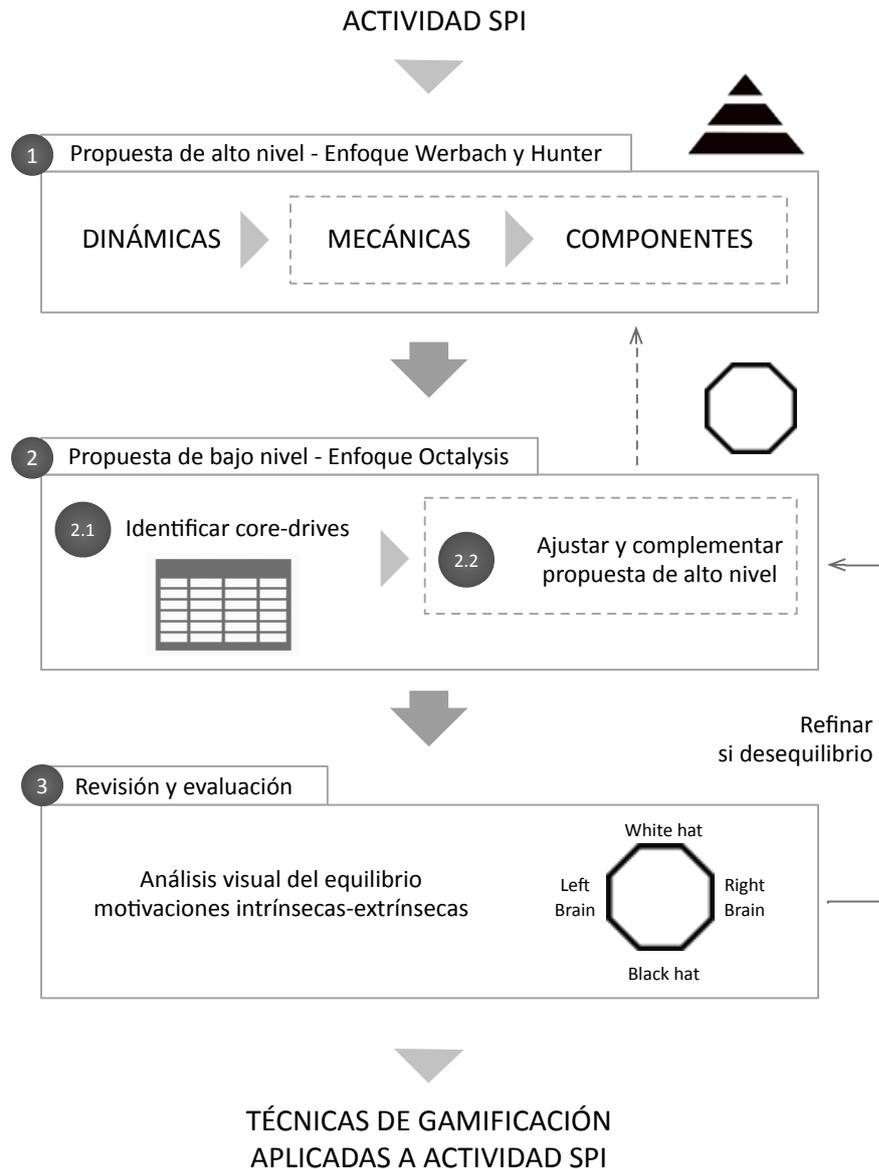


Figura 6.1. Método de establecimiento de técnicas de gamificación en SPI

A la hora de la aplicación de este método, se deberán seguir las fases establecidas. Sin embargo, la decisión sobre las distintas técnicas de gamificación a emplear será flexible y dependerá de una serie de factores tales como, la naturaleza de la actividad SPI, el perfil de las personas implicadas y las circunstancias de la organización, entre otros. Uno de los factores fundamentales tener en cuenta será la creatividad y el criterio personal, que han sido identificado como elementos cruciales en la efectividad de las propuestas de gamificación (Chou et al., 2015; Marczewski, 2015; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Cunningham, 2011).

La descripción de los distintos elementos que conforman el método es la siguiente:

1. Elementos de entrada (input)

El principal elemento de entrada corresponde con la actividad SPI que desea ser gamificada, junto con toda la información de los comportamientos a modificar. Además, es imprescindible tener en cuenta la información resultante de la ejecución de las fases anteriores del marco metodológico (ver apartado 6.2). Dentro de esta información, tenemos el análisis de los usuarios, perfiles de jugadores y motivación, hasta los objetivos de negocio y SPI vinculados a dicha tarea.

Cabe destacar que, en el método, se abordarán las actividades SPI una a una, no de manera conjunta para evitar imprecisiones en la asignación.

2. Elementos de salida (output)

El principal elemento de salida corresponde con la asignación de técnicas de gamificación a la actividad SPI.

3. Fase 1: Propuesta de alto nivel

La primera fase del método corresponde con la realización de una propuesta de alto nivel. Esta propuesta parte del enfoque de (Werbach & Hunter, 2012) y debe tener en cuenta la naturaleza de la actividad SPI a gamificar junto con la información adicional: objetivos de negocio y SPI relacionados, motivaciones del personal SPI que la lleva a cabo, perfil de jugador y los comportamientos que se dan lugar y se desean modificar.

Con todo ello, se emplean los principales elementos de gamificación del enfoque de Werbach y Hunter (dinámicas, mecánicas y componentes de juego) aplicados a la actividad SPI para trazar unas líneas generales de aplicación de gamificación. De este modo, tal y como se explica en el apartado 2.3, se establecen las dinámicas de juego principales, para luego ir profundizando en las mecánicas y componentes de juego que permiten poner en marchas esas dinámicas. En la tabla 6.5 que figura a continuación se muestran las principales dinámicas, mecánicas y componentes del juego del enfoque de (Werbach & Hunter, 2012).

Dinámicas	Mecánicas	Componentes
Restricciones	Retos	Logros
Emociones	Oportunidades	Avatares
Narrativa	Competición	Insignias
Progresión	Cooperación	Luchas con el jefe
Relaciones	<i>Feedback</i>	Colecciones
	Recompensas	Combates
	Transacciones	Desbloqueo de contenido
	Turnos	Rankings
		Niveles
		Puntos
		Conquistas
		Grafos sociales
		Equipos

Tabla 6.5. Principales dinámicas, mecánicas y componentes de juego de Werbach y Hunter

A modo de ejemplo, si partimos de unas dinámicas concretas, se puede hacer uso de la mecánica de juego de los retos, consistente en establecer un objetivo específico donde las tareas a completar requieren de un esfuerzo (Werbach & Hunter, 2012). Esta mecánica podría ir acompañada de técnicas de competitividad, lo que proporciona un escenario en el que los ganadores y perdedores conviven, o también mediante mecanismos de cooperación, en el que las personas de cada rol colaboran entre sí, para alcanzar un objetivo común (Werbach & Hunter, 2012). El compromiso se facilita a través de la cooperación interorganizacional, donde los participantes están involucrados en una competencia amistosa en relación al progreso SPI (Mathiassen et al., 2005).

Otra mecánica que parece importante en iniciativas SPI es la mecánica de juego de recompensas e incentivos la cual ofrece beneficios por logros. Estas recompensas deberán ser escaladas basándose en el esfuerzo y el riesgo (Dorling & McCaffery, 2012) para lograr un compromiso a largo plazo. También tenemos las primas, las oportunidades de carrera, y otros esquemas de incentivos como tácticas útiles para crear el compromiso necesario para convertir su defecto proyectos SPI alrededor (Mathiassen et al., 2005).

Además, se puede reforzar la narrativa de las acciones realizadas en la mejora de procesos software, proporcionando una sensación de fluidez y facilitando el avance del compromiso de todos los roles SPI a lo largo del modelo de cambio de compromiso Conner y Patterson (Conner & Patterson, 1982). Si adicionalmente representamos de manera visual las relaciones con los otros miembros del equipo, roles SPI o departamentos se podría mejorar la asunción de responsabilidades, ampliar la percepción del poder (Iversen & Ngwenyama, 2006) y mejorar la comunicación y el trabajo en equipo.

4. Fase 2: Propuesta de bajo nivel

La segunda fase corresponde con la propuesta de bajo nivel que parte de los resultados de la fase anterior y pretende ajustar las líneas generales definidas. Para esta propuesta más específica, partimos del enfoque propuesto por el *framework* de Octalysis (Chou et al., 2015) descrito en el apartado 2.3 de la presente tesis doctoral.

Para llevar a cabo esta labor, esta fase se diferencian claramente dos tareas: por un lado, identificar los principales *Core-drives* (Chou et al., 2015) y, por otro, ajustar y refinar la propuesta de alto nivel desarrollada en la fase 1.

Fase 2.1. Identificar los principales Core drives

Antes de ajustar y refinar la propuesta de alto nivel mediante los mecanismos de Octalysis (Chou et al., 2015), es necesario encontrar el vínculo de unión entre el *framework* de Octalysis y el *framework* de (Werbach & Hunter, 2012). Según el análisis realizado, el nexo de unión se encuentra entre las dinámicas de juego de (Werbach & Hunter, 2012) y los *core-drives* de Octalysis (Chou et al., 2015), como se demuestra a continuación:

- dinámicas de juego: las dinámicas de juego están muy relacionadas con las motivaciones que se pretenden conseguir o potenciar en el usuario (Werbach & Hunter, 2012).
- *core-drives*: los *core-drives* representan los principales grupos de motivadores que dirigen a los jugadores hacia determinadas actividades o decisiones (Chou et al., 2015).

Como se puede observar, en la definición de ambos conceptos se puede observar la naturaleza análoga entre las dinámicas de (Werbach & Hunter, 2012) y los *core-drives* de Octalysis (Chou et al., 2015). Por ello, para realizar un análisis que vincule ambos *frameworks*, se ha realizado una correspondencia entre las dinámicas de Werbach y Hunter y los *core-drives* de Octalysis, que se presente en la tabla 6.6.

Dinámicas Werbach y Hunter	<i>Core-Drives</i> Octalysis	<i>Game Elements</i> Octalysis
Restricciones	Pérdida & Evitación Escasez & Impaciencia	Pérdida del progreso Intervalos fijos Cuenta atrás <i>Feedback</i> retardado [...]
Emociones	Creatividad & <i>Feedback</i> Propiedad & Posesión Curiosidad & Incertidumbre	Desbloqueo de hitos <i>Feedback</i> en tiempo real Reclutamiento Monitorización Eventos y recompensas repentinas [...]
Narrativa	Mensaje épico & Vocación	Narrativa Elitismo Héroes humanos La suerte del principiante Free lunch [...]
Progresión	Desarrollo & Realización <i>Feedback</i>	Puntos Insignias Rankings Barras de progreso Listas de logros [...]
Relaciones	Influencia social & Parentesco	Invitaciones a amigos Regalos sociales Conquistas en grupo Mentorship Co-creación social [...]

Tabla 6.6. Correspondencia entre dinámicas de Werbach y Hunter y *Core-drives* y *Game Elements* de Octalysis

Por lo tanto, partiendo de la correspondencia anterior, la primera de las tareas corresponde con la identificación de los principales *core-drives* de Octalysis implicados en la propuesta de alto nivel. Para ello, se revisan las dinámicas de juego presentes en la propuesta de alto nivel y se identifican los *core-drives* relacionados en Octalysis. En la correspondencia de la tabla 6.6, se reflejan a modo de ejemplo los “*Game Elements*” propuestos en Octalysis. Dado que estos elementos son infinitos y dependen de la creatividad del gamification designer (Chou et al., 2015) sólo se reflejan los cinco aparentemente más relevantes.

Fase 2.2. Ajustar y complementar propuesta de alto nivel

Una vez identificados los *core-drives* implicados, se procede a ajustar y complementar la propuesta de alto nivel. Para ello, se personalizan las mecánicas y, sobre todo, los componentes del juego de la propuesta de alto nivel con los “*Game Elements*” del *framework* Octalysis (Chou et al., 2015).

De este modo, se configura una propuesta de bajo nivel que permite incrementar la motivación y el compromiso de los roles SPI involucrados. Cabe señalar que esta subfase 2.2 es iterativa y se tendrá que realizar tantas veces sea necesaria hasta asegurarse su efectividad, al menos desde un punto de vista teórico.

5. Fase 3: Revisión y evaluación de la propuesta

Al finalizar la propuesta de bajo nivel, se analiza el equilibrio motivacional subyacente a dicha propuesta. Ya se ha comentado en el apartado 2.2.1 la necesidad de encontrar un equilibrio entre las motivaciones intrínsecas y las extrínsecas (Hägglund, 2012; Pink, 2011), sobre todo con el objetivo de evitar el efecto de sobrejustificación (Tang & Hall, 1995), a partir del cual se da un desplazamiento de los motivadores intrínsecos por parte de los extrínsecos.

El *framework* de Octalysis (Chou et al., 2015) provee de una serie de herramientas visuales⁹ que permiten analizar el equilibrio entre motivaciones intrínsecas y extrínsecas. Para ello, se realizan los siguientes pasos:

1. Se ejecuta la herramienta de evaluación de Octalysis¹⁵ y se introduce el grado de uso (de 0 a 10) de los distintos *core-drives*, en base a la propuesta de bajo nivel de la fase 2 del método.
2. En base al resultado visual de la herramienta, se analiza el equilibrio existencia entre las técnicas *white-hat / black-hat* y la estimulación *left-brain /*

⁹ <http://www.yukaichou.com/octalysis-tool/>

right-brain, teniendo en cuenta esta asociación derivada de (Chou et al., 2015):

- Estimulación *left-brain* y técnicas *black-hat*: naturaleza extrínseca de los motivadores.
 - Estimulación *right-brain* y técnicas *white-hat*: naturaleza intrínseca de los motivadores.
3. Si se encuentran desequilibrios relevantes, sobre todo con una excesiva presencia de motivadores extrínsecos, se vuelve a la fase 2.2 a ajustar la propuesta de bajo nivel. En la figura 6.2 se muestra un ejemplo donde se puede apreciar un desequilibrio motivacional, como resultado de una propuesta con *core-drives* y *Game Elements* de naturaleza extrínseca.

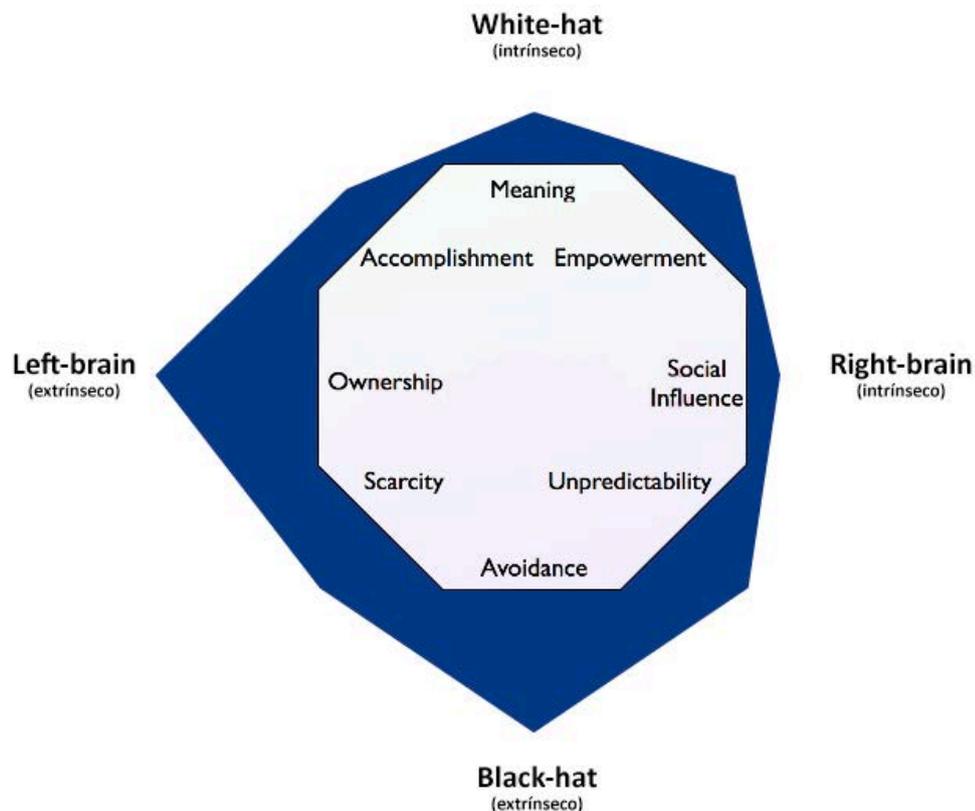


Figura 6.2. Ejemplo desequilibrio motivacional con herramienta Octalysis

6.2. Fase 2: Construcción marco metodológico

La gamificación no consiste en la creación de juego en sí dentro del entorno de trabajo sino en la integración de determinados elementos de juego en los procesos existentes de una organización (Werbach & Hunter, 2012). Por lo tanto, los *frame-*

works tradicionales de diseño de juegos no son válidos para este propósito. Teniendo en cuenta esto, a lo largo de estos años ha surgido un elevado número de *frameworks* de implementación de gamificación en organizaciones, tal y como se ha descrito en el apartado 2.3. Sin embargo, la naturaleza genérica de la gran mayoría de ellos, su diversidad y su falta de validación empírica ha sido recogida en diversas investigaciones (Mora et al., 2015, 2017). Por lo que respecta al mejor de los conocimientos del autor de la presente tesis doctoral, en la actualidad no existe ningún *framework* que establezca una definición formal de integración de gamificación dentro del ámbito SPI, salvo algunas recientes aproximaciones teóricas más generales que aspiran al diseño de software gamificado (Calderón, Boubeta-Puig, & Ruiz, 2018; García et al., 2017), a evaluar la alineación de la propuesta de gamificación con los objetivos de la organización (Gasca-Hurtado et al., 2017) y propuestas conceptuales teóricas abstractas (Dal Sasso et al., 2017).

Este hecho lleva a la definición de un marco metodológico para la implementación de gamificación en iniciativas SPI. Este marco tiene en cuenta los problemas mencionados en el apartado 5.1 y, por lo tanto, se centra en los factores humanos, incrementando la motivación del personal involucrado, adaptándose de manera personalizada a las particularidades de la organización, de los procesos y del personal.

Para definición de la construcción de este marco metodológico, primero se señalarán los principales factores diferenciales del marco frente a los distintos *frameworks* analizados en el apartado 2.3. Posteriormente, se describe de manera pormenorizada el marco preliminar con cada una de sus ocho fases. A continuación, se expone la validación de expertos realizada para este proceso de construcción y, finalmente, la versión definitiva del marco metodológico. Por último, se asegura la trazabilidad de las distintas acciones presentes en el marco y se estudia la integración del marco dentro del ámbito de la gestión del cambio organizacional de SPI.

6.2.1. Factores diferenciales del marco metodológico

Tras realizar un profundo análisis de los *frameworks* presentados en el apartado 2.3 del Estado de la Cuestión, se puede comprobar la generalidad de cada uno de estos *frameworks*, además de detectar entre ellos analogías y divergencias, reflejadas muchas de ellas en investigaciones recientes (Mora et al., 2015, 2017). Por ello, se hace necesario plantear un marco diferencial de aplicación de gamificación que, incluyendo los aspectos más relevantes de los procesos revisados, se adapte al ámbito SPI con el objetivo de incrementar la motivación.

Esta propuesta introduce una serie de factores diferenciales frente a las anteriormente revisadas:

- El marco está centrado en la gestión del cambio organizacional propio de las iniciativas SPI. En las diferentes fases del marco se tienen en consideración aspectos propios de SPI, tales como la infraestructura, los grupos de profesionales de SPI, y factores clave del éxito de SPI así como los motivadores y desmotivadores específicos de estos grupos (Herranz et al., 2015, 2014, 2016).
- Siguiendo de cerca los principios de la metodología Lean Startup (Ries, 2011) se propone un marco cíclico e incremental de generación de valor en las fases de implementación del marco metodológico, que incluye el ciclo lean característico: construir, medir, aprender. Así, se eliminarán desperdicios de manera temprana, se aumentará el *feedback* de la implementación SPI y se realizará una entrega rápida de la propuesta de gamificación disponiendo de métricas accionables (Ries, 2011).
- Se integran modelos de gestión del cambio como el Modelo de Kotter (Kotter, 2009) y otras teorías psicológicas como la Teoría de Flujo (Csikszentmihalyi, 1997) que pretende optimizar la realización de tareas por parte de los usuarios, y el Modelo de gestión de Compromiso en el cambio (Conner & Patterson, 1982), que dirige el compromiso de las personas a través de un cambio organizacional, entre otros modelos.
- Se realiza un estudio de la viabilidad en la introducción de gamificación en la iniciativa SPI. En este estudio se realiza con un breve análisis de factores como los recursos necesarios, el compromiso de los top managers, entre otros muchos. Con esto, se trata de determinar de manera rápida y efectiva si la gamificación es adecuada para la iniciativa SPI (Herranz et al., 2015, 2014, 2016, 2018).
- Con el objetivo de aprovechar todo el potencial de la gamificación, se pretende integrar técnicas de gamificación en todo el proceso software de la iniciativa SPI. En la actualidad, sólo existen aproximaciones orientadas a introducir gamificación en herramientas software concretas (Calderón et al., 2018; García et al., 2017), lo cual reduce el carácter transformador de dichas propuestas.

6.2.2. Marco metodológico preliminar

6.2.2.1. Introducción / Propuesta

En este apartado se describen cada una de las fases del marco metodológico objeto de esta tesis doctoral. A lo largo del proceso de investigación de esta tesis doctoral, el marco metodológico ha ido evolucionando. Así, primeras versiones del marco metodológico han sido presentadas como propuesta teórica (Herranz et al., 2013, 2014), mientras que siguientes versiones se han puesto en marcha de manera preliminar con resultados destacables (Herranz et al., 2015).

En el marco metodológico, la primera de las fases está enfocada a estimar la viabilidad en la aplicación de gamificación ya que no todas las iniciativas SPI son aptas para ello. En una segunda fase, se establecen los objetivos de negocio y SPI relacionados, junto con sus KPIs y métricas, respectivamente. Posteriormente, en una tercera fase, se estudian las motivaciones de los roles SPI y el perfil de todos los jugadores implicados. En la cuarta fase, se identifican y analizan las actividades SPI a gamificar, así como los comportamientos a modificar dentro de dichas actividades. La quinta fase constituye el corazón del marco metodológico. En esta fase se desarrolla la propuesta de gamificación, se establecen las métricas necesarias, los procesos de evaluación y de *feedback* y se incluyen aspectos propios de modelos de gestión del cambio de SPI. La siguiente fase se corresponde con la fase de implementación de la propuesta gamificadora. Se finaliza el marco gamificador con la medición de los resultados y objetivos alcanzados, y, por último, se termina con una fase de aprendizaje que pretende incorporar las lecciones aprendidas en la organización software.

El marco metodológico presentado que se describirá de manera pormenorizada a continuación, se representa de manera visual en la figura 6.3 siguiente.

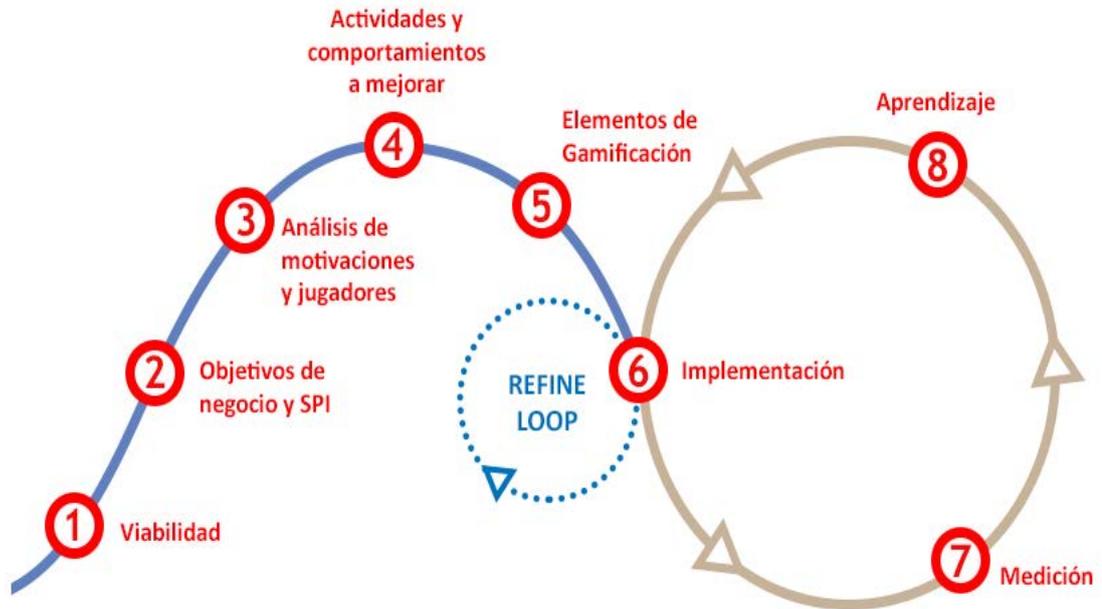


Figura 6.3. Marco metodológico gamificador de SPI

Carácter cíclico e incremental del marco metodológico

Es necesario destacar que el carácter cíclico e incremental del marco sólo incluye a las tres últimas fases: Implementación, Medición y Aprendizaje. De este modo, se ejecutarán las cinco fases de manera secuencial, y sólo a partir de la fase de Implementación, incluida, se entrará en un ciclo de ejecución. Además, se ha integrado un ciclo complementario (Refine Loop) que permite modificar cualquier aspecto de la propuesta en base a los resultados de los ciclos de ejecución (Herranz et al., 2016).

En relación al carácter cíclico, cabe señalar que las iniciativas de SPI que se ejecutan en una sola iteración nunca entran en la fase en la que el nuevo proceso es expuesto a la práctica. En este tipo de situaciones, los roles de SPI nunca conocen si el proceso es útil, y por lo tanto nunca usarán dicho proceso. Por ello, aquellas iniciativas SPI que se ejecutan en varias iteraciones son más propensas a enfrentarse a la resistencia al cambio de los grupos de profesionales involucrados. Sólo en estos casos se podrá mejorar el proceso y adecuarlo para que se pueda utilizar (Borjesson & Mathiassen, 2004).

6.2.2.1. Fase 1: Viabilidad

No todas las situaciones son susceptibles de aplicación de gamificación (Werbach & Hunter, 2012). Se requiere a lo largo de la organización una predisposición al cambio, cierta flexibilidad y una filosofía de prueba y error (Burke, 2016). Por esta razón, es necesario estimar de manera anticipada la viabilidad de la solución gamificada en

una iniciativa SPI, sin que ello comporte el comprometer muchos recursos (Herranz et al., 2014).

Para realizar este análisis es recomendable contar con el asesoramiento de un experto en gamificación empresarial y con la involucración de uno de los miembros de la alta dirección de la empresa interesada. Además, es preferible poder contar con la opinión de un representante de cada uno de los grupos de profesionales software o roles de SPI que intervendrían en el proceso.

Por ello, se analizan de manera ágil los siguientes factores:

- 1. Recursos necesarios: será necesario valorar si se dispone de los recursos necesarios para poner en marcha la iniciativa SPI gamificada, teniendo en cuenta la necesidad de compromiso, la existencia de iteraciones del proceso de implementación y las actividades de comunicación necesarias. Sin los recursos necesarios, la iniciativa SPI estará fuertemente comprometida (El-Emam et al., 2001; McFeeley, 1996; Stelzer & Mellis, 1998).
- 2. Compromiso de la alta dirección: el compromiso de la alta dirección es el principal factor de éxito en las iniciativas SPI (Dyba, 2005; Lee et al., 2016; Montoni & Rocha, 2007; Narciso & Allison, 2014; Niazi, 2006; Stelzer & Mellis, 1998). Sin dicho compromiso, la iniciativa está abocada al fracaso, tal y como se ha estudiado en el apartado 3.3.
- 3. Infraestructura SPI: es necesario conocer cuál es la naturaleza de la infraestructura SPI. De este modo, se anticipan los potenciales roles SPI implicados y el tipo de estructura y su rigidez. La gamificación funciona mejor con estructuras planas, tipo empowerment (ver apartado 3.3.4.4) que con estructuras jerárquicas (Burke, 2016). Además, el nivel de rigidez de una estructura juega en contra, dado que se requieren nuevas estructuras organizativas flexibles para garantizar la gestión y control de este cambio (Mathiassen et al., 2005; Pries-Heje et al., 2010).
- 4. Motivación del personal involucrado: cabe preguntarse si los usuarios estarán lo suficiente motivados en el entorno gamificado (Burke, 2016), y cuánto contribuirá un aumento de la motivación y del compromiso a la mejora de la actividad (Werbach & Hunter, 2012).
- 5. Naturaleza de las tareas a gamificar: debe analizarse si la tarea SPI es lo suficientemente atractiva e interesante para el usuario (Werbach & Hunter, 2012). Según las investigaciones de Daniel Pink (Pink, 2011), las tareas heurísticas, es decir, las más complejas e intelectuales, serán las más adecuadas para aplicar gamificación, dado que están más orientadas a motivadores intrínsecos.

- 6. Existencia de potenciales conflictos: anticiparse a los posibles conflictos es crítico a la hora de establecer una propuesta de gamificación sostenible (Burke, 2016). Por ejemplo, desajustes en la asignación de roles o en la coordinación entre actividades pueden llevar a conflictos y barreras en la implementación de nuevos procesos SPI (Mathiassen et al., 2005).

6.2.2.2. Fase 2: Objetivos de negocio y SPI

Para que la gamificación sea efectiva, es necesario una definición de los objetivos de negocio y SPI que se pretenden alcanzar con la aplicación de este marco metodológico. Estos objetivos deben ser planteados de manera clara, sencilla y realista (Herranz et al., 2013) y deben estar alineados con los objetivos de los usuarios para lograr una propuesta gamificada sostenible (Werbach & Hunter, 2012). De hecho, los objetivos de negocio es el factor más motivador para los altos directivos de la organización que emprende la iniciativa SPI (Baddoo & Hall, 2002). En relación a esta alineación de objetivos, recientemente se han planteado modelos teóricos de evaluación de los objetivos de la organización con los de la propuesta de gamificación en entornos SPI (Gasca-Hurtado et al., 2017).

Para estos objetivos de negocio y SPI se deberán establecer sus KPIs y métricas asociadas, respectivamente. Además, en gamificación es recomendable (Marczewski, 2015) que estos objetivos se definen bajo el criterio SMART (Doran, 1981), dado que los objetivos bajo este criterio son los más motivadores (Moskowitz & Grant, 2009). En gamificación, y en cualquier ámbito, es necesario establecer objetivos limitados en el tiempo y, sobre todo, objetivos accesibles y a corto plazo, dado que son más fáciles de gestionar y menos abstractos (Trope & Liberman, 2010). Está demostrado que las personas incrementan su esfuerzo cuando se encuentran más próximos a su objetivo (Paharia, 2013).

Al respecto de la alineación de objetivos entre la propuesta de gamificación y la organización, se ha trabajado en propuestas teóricas que aspiran a evaluar dicha alineación de objetivos.

6.2.2.3. Fase 3: Análisis de motivaciones y jugadores

No todo el mundo reacciona del mismo modo a los mismos estímulos (Werbach & Hunter, 2012) y esto puede observarse en cualquier iniciativa SPI (Johansen & Pries-Heje, 2007). Por lo tanto, una vez establecidos los objetivos de negocio y SPI, se deben realizar las siguientes tareas:

1. Análisis de los factores motivacionales (Baddoo & Hall, 2002, 2003): se trata de analizar los motivadores y desmotivadores de cada grupo de profe-

sionales software o roles de SPI. Para ello, se empleará la correspondencia de grupos de profesionales software, roles SPI y sus motivadores/desmotivadores, presentada en el apartado 6.1.1 de la presente tesis doctoral. Una vez identificados los principales motivadores, deberá tenerse en cuenta que es necesario un equilibrio entre motivaciones intrínsecas y extrínsecas para evitar el efecto de sobrejustificación (Tang & Hall, 1995). Si fuera necesario, se podrá preguntar a algunas de las personas que estarán involucradas en la iniciativa SPI acerca de sus motivadores/desmotivadores. No se debe preguntar a más de cinco personas, ya que las curvas de extracción de conocimiento demuestran que a partir de la quinta persona se aporta mucha información repetida (Paharia, 2013).

2. Identificación del perfil de jugadores: una vez analizados los motivadores de cada grupo de profesionales o roles SPI, es necesario identificar para cada grupo el perfil de jugador que tienen. Para esta labor, se plantea emplear la clasificación de jugadores de Richard Bartle (Bartle, 1996), ya estudiada en el apartado 2.2.2.4 de la presente tesis doctoral, dado que es considerada la mejor heurística en relación a las personas que participan en un sistema gamificado (Hägglund, 2012). Por esta razón, en esta tarea no se han considerado los modelos de evaluación de perfiles de personalidad de MBTI (Myers–Briggs Type Indicator) (Myers, McCaulley, Quenk, & Hammer, 1998) y FFM (Five-Factor Model) (McCrae & John, 1992). Aunque son las aproximaciones más utilizadas en la ingeniería software (Yilmaz et al., 2017), no permiten caracterizar a los participantes bajo una heurística de gamificación.

6.2.2.4. Fase 4: Actividades y comportamientos a mejorar

En esta fase, se identifican y analizan las actividades SPI y los comportamientos a modificar por parte de los participantes. Para las actividades SPI, se analizará el nivel de motivación intrínseca de la actividad SPI a través del test IMI (Ryan et al., 1991) dado que una actividad no podrá ser gamificada si no es intrínsecamente motivante en cierto grado (Andonova, 2013; Chou et al., 2015; Werbach & Hunter, 2012). Posteriormente, si la actividad SPI es compleja, se analizará en profundidad desde la perspectiva del profesional a través de la técnica Customer Journey Map (Richardson, 2010).

Por último, se identificarán y analizarán los comportamientos a modificar de en las actividades SPI anteriores. El comportamiento es el papel central de las personas que realizan las tareas de desarrollo de software (Yilmaz, O'Connor, & Clarke, 2015).

6.2.2.5. Fase 5: Elementos de gamificación

Esta fase corresponde con el núcleo del marco metodológico. Será en esta fase donde se diseñe la propuesta de valor de la gamificación en SPI. Aunque multitud de estudios han tratado a la gamificación como un constructo genérico, debe tenerse en cuenta la importancia de los elementos de gamificación empleados. En una misma situación, el uso de distintos elementos de gamificación puede llevar a resultados opuestos (Sailer et al., 2017).

Para ello, para cada actividad SPI analizada, se deberá realizar de manera ágil las siguientes tareas:

1. **Aplicación del método de asignación de técnicas de gamificación a SPI.** Se aplica el método descrito en apartado 6.1.2, el cual permite asignar todos los elementos de gamificación a cada una de las actividades SPI. Así, descrito de manera breve, se desarrolla una propuesta de alto nivel partiendo del enfoque de (Werbach & Hunter, 2012). Tras esta primera aproximación, se complementa la propuesta, primero, empleando los *Game Elements* del *framework* Octalysis (Chou et al., 2015) y, por último, analizando el equilibrio entre motivaciones intrínsecas y extrínsecas de las mecánicas de juego desarrolladas, a través de las herramientas visuales que provee Octalysis.
2. **Definición de métricas para las técnicas de gamificación.** Será necesario definir una serie de métricas para, posteriormente, poder evaluar los resultados de la propuesta de gamificación con el fin de motivar y comprometer a todos los grupos profesionales, incluyendo la alta dirección (Herranz et al., 2013). Además, será necesario definir cómo se va a monitorizar la evolución de la motivación. En relación a las métricas, el SEI desarrolló una guía para el establecimiento de métricas orientadas a objetivos (Park, Goethert, & Florac, 1996) que pueden servir de referencia y de punto de partida. Algunas de las pautas más relevantes son:
 - nunca usar las métricas para premiar o castigar a aquellas personas que se encargan de realizar las mediciones.
 - establecer prácticas que protejan el anonimato. Proveer anonimato crea confianza y fomenta la recogida de datos fiables.
 - no destacar una métrica en detrimento de otras.
 - dar énfasis a las métricas propias de la organización y aquellas que apoyen la estrategia.
3. **Establecer proceso de *feedback*:** se establece el proceso por el cual el usuario recibe información sobre su desempeño de la actividad SPI en

tiempo real. Esto reforzará su motivación y les animará a continuar con la iniciativa (Werbach & Hunter, 2012).

4. **Refinar y complementar propuesta gamificada con** elementos de modelos de gestión del cambio organizacional, descritos en el apartado 2.2.1. Algunos de los modelos a tener en cuenta son:
 - Elementos clave para poder alcanzar el estado *Flow*, como resultado de las investigaciones de Csikszentmihalyi (Csikszentmihalyi, 1997).
 - Modelo de Kotter (Kotter, 2009). Kotter propone un proceso consistente en 8 pasos por los que deberá pasar toda organización que pretenda implantar un cambio para minimizar la resistencia al cambio.
 - Modelo de gestión del compromiso en el cambio de Conner y Patterson (Conner & Patterson, 1982). A la hora de realizar la propuesta gamificadora, deberá tenerse en cuenta este modelo, que describe las etapas por las que pasa una persona en una organización en su adopción del cambio.

6.2.2.6. Fase 6: Implementación

Llegados a este punto, la propuesta de gamificación de la fase anterior es implementada a nivel tecnológico y se ejecuta. Sin embargo, antes de la aplicación de la propuesta, es necesaria una labor de comunicación a todos los miembros de la organización con el fin de garantizar que todas las partes comprendan y estén conformes con el proceso, siendo éste un aspecto crítico en las iniciativas de SPI. De hecho, una iniciativa SPI exitosa se basa en las personas que participan activamente con la información y formación suficiente (Pries-Heje et al., 2010).

Por último, para esta implementación se ha desarrollado una herramienta software de código abierto (llamada Gamiware) que apoya a esta fase de implementación de una forma fácil y asequible. Los resultados iniciales de su implementación muestran un éxito reseñable (Herranz et al., 2015). Se describe en profundidad esta herramienta en el apartado 6.3 y en el Apéndice A.

6.2.2.7. Fase 7: Medición

En esta fase se recopilan y miden las distintas métricas de negocio (KPIs), las de SPI y las métricas propias de la propuesta de gamificación. Esta labor es esencial en las iniciativas SPI para no perder el foco y seguir comprometido con el plan de mejora (Pries-Heje et al., 2010). Es necesario evaluar de manera continua la vinculación de los participantes con la propuesta de gamificación. El sistema debe incentivar intrínsecamente a la participación y detectar signos de decadencia (aburrimiento)

para introducir variaciones dinamizadoras. El juego debe ir evolucionando dirección (Herranz et al., 2013).

6.2.2.8. Fase 8: Aprendizaje

Con el objetivo de crear una organización que aprenda continuamente (Pries-Heje et al., 2010), se evalúan los resultados, se analiza la situación y se consideran las lecciones aprendidas durante la implementación del proceso para las futuras iteraciones de la iniciativa SPI (Layman, 2005).

6.2.2.9. Refine Loop

Finalmente, dependiendo de los resultados de las fases previas, se realizan los ajustes necesarios sobre la fase 6, e incluso pequeños ajustes sobre las fases 2-5.

6.2.3. Validación de expertos del marco

6.2.3.1. Objetivos y preguntas de investigación

El objetivo principal de esta validación de expertos es validar el marco metodológico presentado, estudiar su viabilidad de aplicación en la práctica y generar una versión mejorada y validada del marco.

Aunque empiezan a surgir investigaciones empíricas de la implantación puntual de técnicas de gamificación (Hamari et al., 2015), estas no cuentan con la suficiente consistencia (Seaborn & Fels, 2015). Además, existe un gap enorme acerca de cómo se implementa gamificación dentro de las organizaciones (Huotari & Hamari, 2017; Van Roy & Zaman, 2015) y, bajo el conocimiento del autor de esta tesis doctoral, no existe hasta la fecha ningún *framework* de gamificación en iniciativas SPI. Por lo tanto, para lograr los objetivos de investigación planteados, ha sido necesario, por un lado, estudiar de manera preceptiva cómo se implementa gamificación en las organizaciones en la práctica profesional y, por otro, validar el marco presentando desde una perspectiva teórico-práctica, contando para todo este proceso con un nutrido grupo de expertos en las áreas de gamificación y SPI. De manera complementaria, esta investigación contribuye a mejorar y enriquecer el marco presentado.

En relación con estos objetivos, las **preguntas de investigación** que han guiado el resto de la validación de expertos son:

1. ¿Cuál es el proceso real de implantación de gamificación en las organizaciones?

2. ¿Cuáles son las opiniones/sentimientos/actitudes en torno a la implantación de gamificación en las organizaciones?
3. ¿Cuáles son las prácticas más recomendables a la hora de implantar gamificación en iniciativas SPI?
4. ¿Es válido el marco metodológico presentado a la hora de implantar gamificación dentro de las iniciativas SPI?

Las dos primeras preguntas buscan entender el fenómeno de implantación de gamificación en las organizaciones en la práctica real, mientras que la tercera pregunta aspira a concretar esta implementación dentro de las iniciativas SPI. Por último, la cuarta de las preguntas pretende validar el marco presentado.

6.2.3.2. Metodología de investigación

Teniendo en cuenta que las preguntas de investigación anteriores se centran en la obtención de una comprensión colectiva de opiniones subjetivas de los profesionales, se ha elegido una perspectiva teórica interpretativa. La adopción de este tipo de perspectiva conduce naturalmente a la metodología cualitativa, con métodos que implican una interacción significativa con las personas que sufren de manera directa el fenómeno que está bajo investigación. Tales enfoques cualitativos no son poco comunes dentro de la investigación de mejora de procesos de software (SPI), con métodos de investigación cualitativa que ha sido aplicados para investigar los factores de éxito comunes en las iniciativas SPI (Baddoo & Hall, 2002, 2003; Coleman & O'Connor, 2008).

La recogida de datos se basa en entrevistas semi-estructuradas con expertos en gamificación y en entrevistas estructuradas con expertos en SPI, todas ellas complementadas por literatura de gamificación y SPI, junto con disertaciones de los expertos implicados. Como una de nuestras intenciones era estudiar cómo se comportaba la gamificación en la práctica en lugar de investigar si la gamificación en la práctica se comportaba de una manera específica, tuvimos que utilizar un método de investigación abierto. Entonces, para estudiar el fenómeno de implantación de gamificación en las organizaciones, se ha llevado a cabo un análisis basado en la metodología Grounded Theory, propuesta por (Glaser & Strauss, 1967).

El enfoque de Grounded Theory (GT) fue elegido porque ofrece un método formalizado, sistemático y trazable para la generación de modelos conceptuales a partir de fuentes de datos no estructurados y cualitativos, tales como transcripciones de entrevistas (Corbin & Strauss, 2014). Sin embargo, esta validación de expertos se centra más en la creación de una descripción detallada más que la creación de una teoría y, por lo tanto, sólo se utilizará el proceso de codificación de GT con el

fin de ayudar a los investigadores en el análisis de los datos del estudio presente (Hoda, Noble, & Marshall, 2012; O'Connor & Basri, 2012).

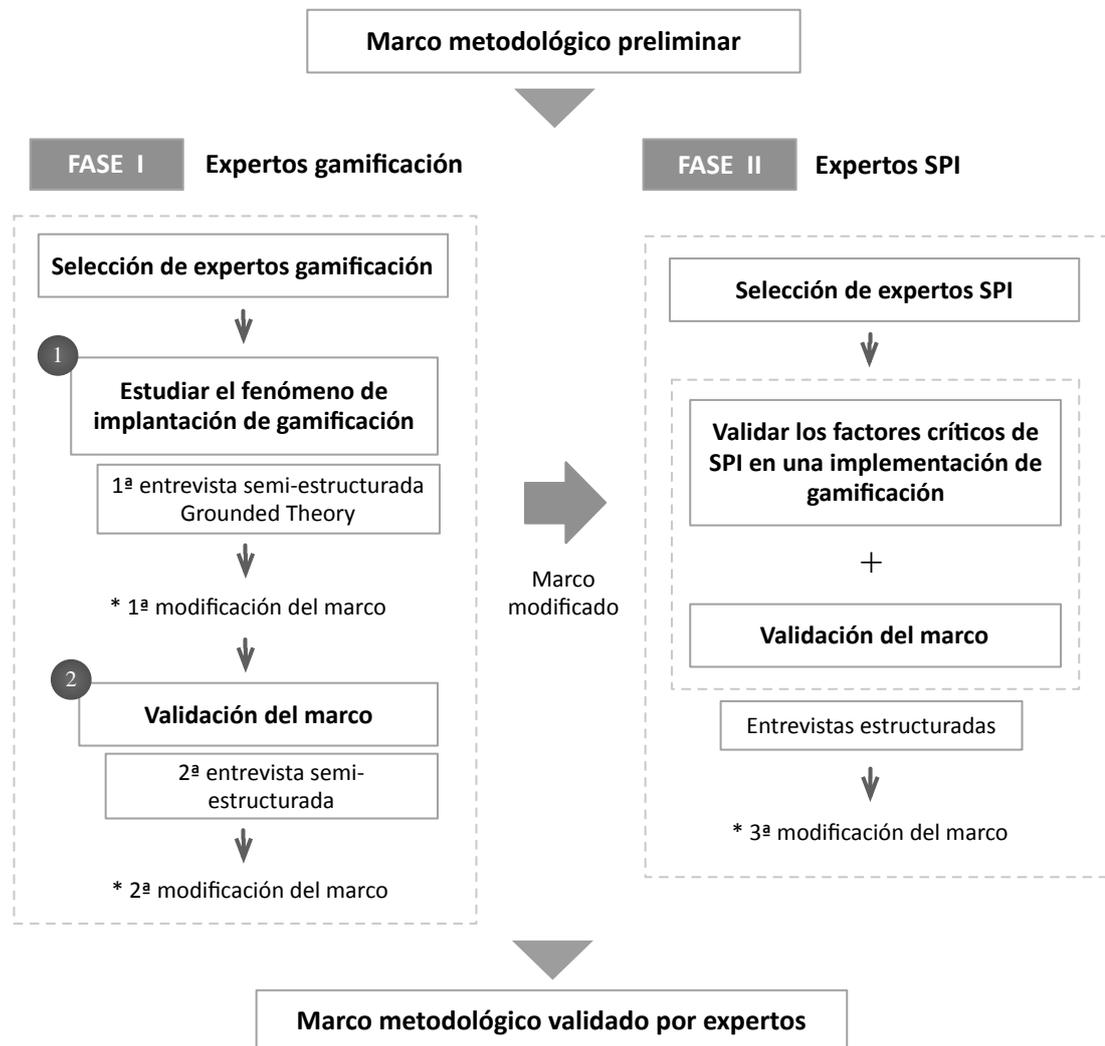


Figura 6.4. Descripción de la metodología de investigación

Como se puede observar en la figura 6.4, la metodología de investigación tiene dos fases, donde el elemento de entrada a la metodología es el marco presentado y la salida es el marco definitivo ya validado. En la primera fase, llevada a cabo con expertos en gamificación, la recolección de datos para conocer el fenómeno de implantación ha sido realizada mediante entrevistas semi-estructuradas. El análisis de estas entrevistas se realizará con el proceso de codificación de GT, y las conclusiones servirán para realizar una primera mejora del marco metodológico presentado. Una vez realizada esta modificación del marco, se procede a su validación por otro grupo de expertos en gamificación. Para ello, se han ejecutado otra serie de entrevistas semi-estructuradas, cuyo análisis cristalizará en una segunda modificación del marco. Este marco modificado será el elemento de entrada de la segunda fase. Esta segunda fase, ha sido llevada a cabo con expertos en SPI. En este caso, con el obje-

tivo de validar el marco metodológico modificado desde la perspectiva de SPI y los aspectos críticos en la implementación de gamificación, se ha realizado un conjunto de entrevista estructuradas. El análisis de estas entrevistas dará lugar a la última de las modificaciones del marco, que corresponderá con el marco definitivo validado, presentado en el apartado 6.2.4.

6.2.3.3. Recolección de datos

El proceso de recolección de datos ha consistido en la identificación y selección de los expertos involucrados y en la realización de entrevistas de naturaleza semi-estructurada y estructurada, según el orden indicado en la Figura 6.4. Por lo tanto, en este subapartado se profundizará en los criterios de selección utilizados para los grupos de expertos, haciendo especial énfasis en el criterio utilizado para los expertos en gamificación. Por último, se describirán las distintas entrevistas realizadas.

Seleccionando participantes

Con el objetivo de prevenir sesgos, incertidumbres y incompletitudes del mejor modo posible, se debe adoptar una selección de expertos muy cuidada (Freimut, Briand, & Vollei, 2005).

EXPERTOS EN GAMIFICACIÓN

En las pocas investigaciones de gamificación en la que han participado expertos, la validez y confiabilidad de las conclusiones ha quedado limitada por el reducido grado de acuerdo entre los expertos (Herranz et al., 2014), fruto probablemente de la incipiente madurez de la disciplina (Mekler, Brühlmann, Opwis, & Tuch, 2013).

Para resolver este problema, se ha decidido emplear un criterio de selección específico para los expertos en gamificación. Este criterio de selección es una adaptación del criterio de (Fehring, 1994), que pretende seleccionar expertos que deben conocer el fenómeno estudiado para poder evaluar su representatividad y relevancia. La adaptación realizada sobre la propuesta de Fehring (ver Tabla 6.7) se ha basado en adecuar los criterios al ámbito de la gamificación, otorgando mayor peso a la experiencia profesional. Además, se han incluido factores como la formación específica y la participación en congresos como ponente.

Criterio	Puntuación
Experiencia en gamificación: al menos tres años de experiencia y reconocimiento por parte de sus compañeros y supervisores en calidad de experto	04
Experiencia docente en gamificación en institución relevante	03
PhD en el ámbito de la gamificación	03
Disertación en el ámbito de la gamificación	02
Máster en gamificación	02
Publicación de un artículo de gamificación en una revista relevante	02
Certificación (o especialización) en una institución relevante en el ámbito de la gamificación	01
Artículo publicado sobre gamificación con un contenido relevante para el área	01

Tabla 6.7. Adaptación del criterio de selección de expertos de Fehring para expertos en gamificación

Con el objetivo de que los profesionales identificados se consideren como expertos en gamificación y, por lo tanto, ser seleccionados para poder participar en el estudio, se ha requerido una puntuación de 7 en el criterio de selección adaptado de Fehring (ver tabla 6.7).

De este modo, se hizo un listado de 28 potenciales expertos en gamificación, seleccionando ponentes en el 2015 Gamification World Congress¹⁰ y profesionales que habían participado en conferencias de gamificación. Para cada uno de esos potenciales expertos, se aplicó el criterio adaptado de Fehring (ver Tabla 6.7) analizando sus perfiles de LinkedIn y su CV en su página web personal, en el caso de contar con ella. En este análisis, veinte de ellos obtuvieron un score de 7 o superior. Cada uno de los veinte expertos fueron contactados por e-mail para participar en la investigación, pero sólo catorce de ellos accedieron a participar. Para asegurar que los participantes estaban plenamente informados sobre las implicaciones de su participación en la investigación, y para cumplir con criterios éticos, a cada experto de gamificación se le proporcionó un perfil de investigación, disponible en el Apéndice B.1 de esta tesis doctoral. Con el fin de preservar la confidencialidad, nos referiremos a los participantes por los números 1-14, en lugar de por su nombre. La Tabla

¹⁰ <http://www.gwc-conference.com/talks/2015/>

6.8 describe la puntuación que obtiene cada participante, de acuerdo con los criterios de selección expertos empleados en este estudio.

Experto	3 años de experiencia	Experiencia docente	PhD	Disertación	Máster	Artículo publicado en revista	Certificación	Artículo con contenido relevante	Puntuación
1	•			•		•		•	9
2	•	•		•				•	11
3	•			•			•	•	8
4	•			•	•	•	•	•	12
5	•	•		•				•	10
6	•	•		•		•		•	12
7	•			•			•	•	8
8	•	•		•			•	•	11
9	•			•	•		•	•	10
10	•			•				•	7
11	•	•	•	•		•		•	15
12	•			•				•	7
13	•	•		•				•	10
14	•	•		•				•	10
n (%)	14 (100)	7 (50)	1 (7.1)	14 (100)	2 (14.2)	4 (28.4)	5 (35.7)	14 (100)	Average (10)

Tabla 6.8. Caracterización de los expertos en gamificación

Como se puede comprobar en la Tabla 6.8, la media obtenida por los expertos es de 10, donde todos los expertos tienen una experiencia profesional de más de 3 años, en detrimento de una sensible falta de formación académica al respecto.

EXPERTOS EN SPI

Los profesionales SPI fueron identificados tanto del ámbito académico como de la industria, utilizando disparidad de técnicas. Algunos de los potenciales entrevistados de la industria fueron identificados en base a relaciones de trabajo previas con el autor y los directores de esta tesis doctoral. Por lo que respecta al ámbito académico, los posibles candidatos fueron identificados a través de contactos personales o referencias obtenidas a través de la asistencia a conferencias de ingeniería de software. Para participar en este estudio, veinte expertos en SPI fueron invitados por e-mail a participar, pero sólo quince de ellos accedieron a la participar. Como se ha hecho con los expertos gamificación, para asegurar que los participantes estaban plenamente informados de las consecuencias de su participación en la investigación, y para cumplir con aspectos ético, a cada experto SPI se le facilitó un perfil de investigación, disponible en el Apéndice B.2 de esta tesis doctoral.

Entrevistas

Para el presente estudio, se desarrollaron un conjunto de entrevistas semi-estructuradas y estructuradas, con expertos en gamificación y SPI, en el orden descrito en la figura 6.4.

EXPERTOS EN GAMIFICACIÓN

El propósito general de las entrevistas realizadas a los expertos en gamificación es validar de manera preceptiva el marco metodológico presentado en su aplicación en la práctica profesional. En línea con las preguntas de investigación, las distintas entrevistas tienen los siguientes objetivos:

1. Profundizar en el conocimiento de implantación de gamificación en organizaciones
2. Identificar aspectos de mejora en el marco metodológico
3. Validar dicho marco desde la perspectiva de gamificación

Por lo tanto, como primer paso, se realizó una primera ronda de entrevistas semi-estructuradas mediante análisis de datos cualitativos empleando el mecanismo de codificación de Grounded Theory, con el objetivo de generar una descripción global del fenómeno de implantación de gamificación en las organizaciones. Para lograr esto, se ha realizado una ronda de entrevistas consistentes en siete entrevistas semi-estructuradas con los expertos 1-7 descritos en la tabla 6.8. Las entrevistas se llevaron a cabo de manera presencial durante la edición 2015 del Gamification World Congress y duraron una media de 40 minutos. Todas las entrevistas fueron grabadas con el consentimiento de los participantes. Las entrevistas fueron guiadas a través de unas directrices de investigación (ver Apéndice B.2) creadas para asegurar la contribución de la entrevista a los objetivos de investigación. Estas directrices fueron revisadas y preparadas basándose en el marco metodológico presentado y en la literatura dentro del campo de conocimiento. El primer resultado de las entrevistas fueron unas transcripciones con el diálogo con los entrevistados, que constituyó la base para el análisis y la mejora del marco.

En esta primera ronda de entrevistas, los participantes no tuvieron acceso al marco metodológico para no condicionar sus respuestas. Las preguntas de investigación aspiran a entender cómo la gamificación es aplicada en las organizaciones, de modo que los expertos fueron invitados a dar sus opiniones al respecto de manera libre. Para ello, se realizaron preguntas sobre los pilares sobre los que se fundamenta el marco y sobre aspectos derivados de cada una de sus fases. Además, se formularon preguntas en relación al, (1) proceso de aplicación de gamificación en organizaciones, (2) factores críticos de éxito y barreras de implementación y (3) repercusión de la gamificación sobre la motivación de las personas involucradas. Una

vez realizada la primera ronda de entrevistas, se realizó el análisis correspondiente de los resultados y se modificó el marco presentado.

Con el objetivo de validar el marco metodológico, se realizó una segunda ronda de entrevistas a modo de revisión por pares consistente en siete entrevistas semi-estructuradas con diferentes expertos (expertos 8-14, ver tabla 6.8) que la ronda anterior para prevenir sesgos. Previa a la entrevista, cada experto recibió un e-mail con un resumen del marco que debía ser leído previamente a la entrevista. En este caso, las entrevistas fueron llevadas a cabo a través de medios online debido a la ubicación geográfica de los expertos, y tuvieron una duración media de 30 minutos. De igual modo, estas entrevistas fueron grabadas bajo el consentimiento de los participantes y transcritas para el posterior análisis. Para el propósito de la entrevista, se desarrollaron unas directrices a modo de guía de entrevista donde se discutía sobre aspectos del marco metodológico y donde las siguientes preguntas fueron preguntadas:

- ¿Cuál ha sido tu primera impresión del marco?
- ¿Te parece válido para ser implementado en organizaciones?
- ¿Estás de acuerdo con las relaciones y fases propuestas?
- ¿Crees que le falta algún elemento clave?
- ¿En tu opinión, hay algo redundante o exagerado en el marco?
- ¿Tienes algún comentario adicional que realizar?

Con los resultados de esta segunda ronda de entrevistas, se realizó el análisis correspondiente y se modificó por segunda vez el marco metodológico. Esta versión del marco modificado corresponderá con la entrada de la fase de validación con expertos en SPI que se explica a continuación.

EXPERTOS EN SPI

En esta segunda fase, el propósito de las entrevistas realizadas es validar a modo de revisión por pares el marco en su aplicación práctica en iniciativas SPI. De manera complementaria, se desea validar e identificar los factores críticos SPI a tener en cuenta a la hora de implementar gamificación.

Para lograr esto, se optó por realizar entrevistas estructuradas a través de una encuesta web donde los expertos pudieran responder rápidamente a cuestiones críticas del marco.

La disponibilidad de los expertos es un factor a tener en cuenta (Benbasat, Goldstein, & Mead, 1987). Las entrevistas estructuradas están particularmente indicadas para describir y explicar objetivos, tal y como se desea en el presente estudio (Runeson & Höst, 2009). De este modo, se realizaron quince entrevistas estruc-

turadas posteriores a la lectura de la última versión del marco por parte de los expertos.

Las entrevistas fueron estructuradas y consistieron tanto en preguntas abiertas como cerradas. Las preguntas cerradas estaban orientadas a la validación de los principios e hipótesis sobre los que se sustenta el marco, sobre las que se obtendrán una serie de métricas. Por otro lado, las preguntas abiertas permiten a los expertos verter de manera libre sus opiniones sobre el marco e ideas sobre cómo mejorarlo. Las preguntas realizadas giraban en torno a la validez del marco en su aplicación práctica en las iniciativas SPI, y se validaban factores de éxito y barreras de implementación de gamificación en SPI.

6.2.3.4. Análisis de los datos

Aunque el análisis de datos debe empezar de manera informal durante las entrevistas y continua durante la transcripción (O'Connor, 2012), en este apartado se explicará cómo se ha realizado el análisis formal de los datos recolectados en las entrevistas. Esta descripción se realizará según las dos fases principales reflejadas en el Figura 6.4. Adicionalmente, se describirá el protocolo realizado para integrar modificaciones en el marco sin comprometer su validez y confiabilidad.

Entrevistas a expertos en gamificación

La recolección de datos resultó en una gran cantidad de datos no estructurados que debían ser analizados posteriormente.

PRIMERA RONDA DE ENTREVISTAS

Como se ha explicado, en esta primera ronda se ha seguido un método de análisis cualitativo y se ha adoptado el proceso de codificación de Grounded Theory (GT) (Glaser & Strauss, 1967) para analizar todos los datos recopilados. De este modo, se dispone de un procedimiento sistemático de análisis de los datos. Para este proceso, todas las entrevistas grabadas fueron transcritas, lo que nos proporciona el texto completo de la entrevista. De esta manera, hemos sido capaces de utilizar directamente las transcripciones de las entrevistas para la codificación de datos en la fase posterior de análisis. Por otra parte, mediante el estudio de las transcripciones de las entrevistas, se obtuvo un análisis exhaustivo de todos los elementos repetidos en las entrevistas, lo cual mejoró nuestro conocimiento de los datos. Para todo ello,

nos hemos apoyado en la herramienta software Atlas.ti¹¹, en base a la experiencia previa (Coleman & O'Connor, 2008) de investigadores aplicando codificación de GT.

Se han aplicado tres técnicas de codificación propuestas por la metodología GT, esto es, "open coding", "axial coding" y "selective coding", con el fin de ayudar en el análisis de datos cualitativos. Este proceso implica el desarrollo de los códigos, de los pares códigos-categorías y la interrelación de categorías basadas en el proceso de GT y la estrategia de codificación (Glaser & Strauss, 1967). A través del "open coding", podríamos deducir los candidatos a categorías, los cuales son aspectos relevantes directamente extraídos a partir de los datos relacionados con el marco presentado. Los "open codes" que resultaron ser conceptualmente similares o afines se agruparon en categorías más abstractas basadas en su capacidad para explicar la implementación de gamificación, dado que es la principal unidad de análisis (Elo & Kyngäs, 2008).

Posteriormente, se utilizó "axial coding" para examinar las categorías y sus interrelaciones más de cerca. Para ello, relacionamos los códigos entre sí en subcategorías (Glaser & Strauss, 1967). En este proceso iterativo todas las categorías generales resultantes del proceso "open coding" se agruparon en entidades superiores. El propósito de agrupar los datos es reducir el número de categorías mediante la fusión de aquellas que son similares en categorías más amplias.

A continuación, se lleva a cabo la técnica de "selective coding", como un proceso de selección de core-categories donde se relacionan sistemáticamente con otras categorías, validando las relaciones y estableciendo categorías que necesitan un refinamiento y desarrollo adicional (O'Connor, 2012). Este proceso resulta en una lista de resultados que describen en parte los fenómenos de aplicación gamificación en organizaciones encontradas en las entrevistas realizadas. Por último, los resultados de este análisis fueron empleados como punto de partida en el procedimiento de evaluación de modificación del marco explicado al final de este apartado (ver "Protocolo de integración de información en el marco").

SEGUNDA RONDA DE ENTREVISTAS

De modo análogo a otras investigaciones (Ghorbal-Blal, 2011; Kristjánsson, Helms, & Brinkkemper, 2012), para evaluar la utilidad del marco y poderlo mejorar, se realizó una validación de contenido por medio de una evaluación por expertos (Burns, 1997). Debido a la naturaleza cualitativa de la investigación, se emplearon dos tipos de reducción de datos, los mapas conceptuales y la clasificación numérica (Novak, Gowin, & Kahle, 1984). El análisis de los datos y la identificación del tema

¹¹ <https://atlasti.com/es/>

principal fueron apoyados por un proceso de categorización y de resumen de los datos. Después de que las entrevistas fueran transcritas y revisadas, los datos se clasificaron por constructo y por entrevistado. Los mapas conceptuales se utilizaron para lograr resúmenes individuales por constructo. Este proceso se repitió hasta lograr un resumen de las afirmaciones de cada experto en relación al marco. Además, en el análisis, las afirmaciones se resumen, se comparan y se contrastan con la propuesta metodológica presentada del marco.

Para analizar, cada uno de los resúmenes de las afirmaciones fueron analizados a través del procedimiento descrito al final de este apartado (ver “Protocolo de integración de información en el marco”), a partir del cual se determinará si el marco metodológico integra los resultados de este análisis.

Entrevistas a expertos en SPI

Dada la naturaleza cualitativa de las entrevistas estructuradas realizadas, el procedimiento de análisis aplicado es el mismo que el explicado en el apartado anterior en la segunda ronda de entrevistas para los expertos en gamificación. La única particularidad que cabe mencionar es la existencia de tres preguntas cerradas evaluadas por medio de una escala de Likert de 5 puntos.

Protocolo de integración de información en el marco

Como se ha podido comprobar, se realizan sucesivas modificaciones del marco metodológico (ver figura 6.4). Estas modificaciones tienen como objetivo mejorar el marco presentado sin comprometer su validez y la confiabilidad. Para ello, se aplican métodos de verificación previamente a su inclusión dentro del marco con el objetivo de asegurar que estas modificaciones son internamente consistentes y que reflejan el punto de vista del profesional. Para ello, se han aplicado un método de verificación para integrar nueva información en el marco metodológico. Este método, está compuesto por 4 pasos, los cuales son:

1. Comprobar que la mejora está basada en los datos,
2. Evaluar la completitud de la mejora,
3. Comparar las sugerencias de los entrevistados con lo reflejado en la literatura,
4. Someter el marco metodológico a una revisión por pares.

6.2.3.5. Resultados y discusión

Fruto del análisis realizado, los resultados de esta investigación se han agrupado en tres secciones. La primera sección (A) corresponde con los resultados relacionados

con el entendimiento del fenómeno de implantación de gamificación. La segunda (B.1), está relacionada con la validación del marco metodológico desde la perspectiva de gamificación, mientras que la última sección (B.2) se centra en la validación del marco específicamente en iniciativas SPI, contemplando en todo caso propuestas de mejora y aspectos críticos a considerar.

A. Fenómeno de implementación de gamificación

A partir del proceso de análisis cualitativo de los datos resultado del método de codificación de GT, hemos identificado la categoría/tema principal y sus relacionadas, como se muestra en la figura 6.5. Este análisis ha producido 3 categorías y 13 subcategorías y pretende explicar cómo es la implementación del gamificación en organizaciones. Los detalles de las principales categorías se muestran debajo.

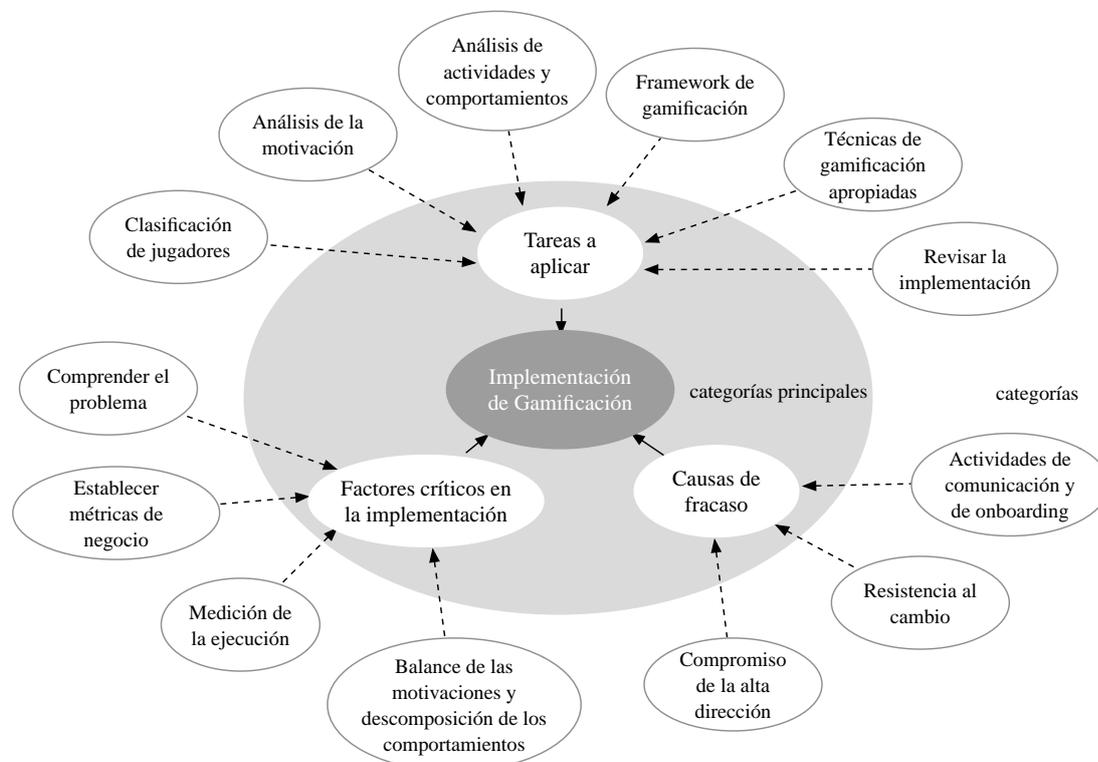


Figura 6.5. Tema principal, categorías principales y categorías

TAREAS A APLICAR

Es necesario llevar a cabo una serie de tareas para implementar gamificación en las organizaciones. Dentro de la guía de investigación (ver Apéndice B.1) de las entrevistas semi-estructuradas, se estipuló el recabar las opiniones, actitudes y sentimientos sobre las principales tareas contempladas en el marco metodológico. De este modo, se ha podido profundizar en el conocimiento de la aplicación práctica de dichas tareas y enriquecer, cuando ha sido necesario, el marco presentado. En esta línea, todos los expertos coinciden en la necesidad de llevar a cabo un análisis de las

motivaciones y un análisis de las actividades y los comportamientos relacionados. Como dos de los expertos declararon *“No es posible desplegar elementos de juego adecuados si no existe un análisis previo de las motivaciones y actividades a realizar”*. Cabe destacar también la importancia de la clasificación de jugadores, reflejada en la opinión del experto 5: *“Es absolutamente necesario realizar una segmentación de los jugadores involucrados. No todas las mecánicas de juego sirven para todo el mundo”*. Sin embargo, es interesante resaltar que sólo un 15% emplea una taxonomía predefinida, en concreto la clasificación de (Bartle, 1996), a pesar de ser considerada como una buena heurística (Hägglund, 2012). El 85% restante prefiere una clasificación de jugadores ad-hoc para cada caso. Además, en línea con otros autores (Chou et al., 2015; Kim, 2012; Marczewski, 2015), cuatro expertos diseñan las experiencias gamificadas teniendo en cuenta las fases del tránsito del jugador (player journey, ver apartado 2.2.2.5).

A lo hora de poner en marcha las tareas, la gran mayoría de los expertos emplea su propio *framework* de gamificación y resaltan que la importancia de usar las técnicas de gamificación adecuadas es relativa, siendo el último de los aspectos a abordar. Como el experto 12 explica: *“Es importante establecer unas adecuadas mecánicas de juego, pero es un último paso que está condicionado siempre por el análisis previo del contexto”*. Por último, los expertos 1 y 3 hicieron hincapié en la necesidad de una revisión de la implementación frente a los planteado: *“Es necesario establecer un proceso de revisión dado que se suelen dar disonancias entre lo propuesto y lo tecnológicamente implementado”*.

FACTORES CRÍTICOS EN LA IMPLEMENTACIÓN

Basado en el análisis de los datos, se ha encontrado que, para tener éxito en la implantación de gamificación en las organizaciones, es necesario tener en cuenta una serie de factores críticos. Así, *“entender el problema”* se postula como uno de los factores más importantes, y ha sido reflejado en la opinión de varios expertos. Una vez entendido el problema, es necesario *“establecer las métricas de negocio”*, que permitan posteriormente *“medir la ejecución”*, y así conocer la efectividad del planteamiento. En el análisis de los datos de las entrevistas se ha permitido identificar que al menos once de catorce expertos han mencionado explícitamente la relación entre *“entender el problema”* – *“métricas de negocio”* – *“medición de la ejecución”*.

Por último, cuatro expertos señalan la imposibilidad de realizar un correcto análisis de motivaciones y comportamientos si no se realiza un *“balance de las motivaciones”*, equilibrando entre motivaciones extrínsecas e intrínsecas, mientras que otros dos expertos hicieron especial hincapié en la necesidad de realizar una *“des-*

composición de los comportamientos” que permita llevar a cabo una monitorización de los elementos adecuados.

CAUSAS DE FRACASO

Esta categoría explica cuáles son las principales razones que pueden llevar al fracaso en la implementación de gamificación en las organizaciones. Alineado con alguna literatura dentro de SPI (Stelzer & Mellis, 1998), el análisis ha confirmado que el compromiso de la alta dirección es considerado como esencial. Esto está ilustrado en los siguientes extractos de entrevistas: *“Sin el compromiso de la alta dirección, los recursos necesarios no serán desplegados [...] y la propuesta será finalmente descartada”* and *“Las dudas de la alta dirección sobre la iniciativa de gamificación se contagiarán al resto del equipo”*. En esta línea, existen investigaciones que proponen precisamente técnicas de gamificación que permitan incrementar el compromiso de la alta dirección en iniciativas SPI (Herranz et al., 2013).

Otra de las principales causas de fracaso están relacionadas con la existencia de fuertes resistencias al cambio en la organización. Como un experto explicó, *“La resistencia al cambio inhibe la implementación de cualquier propuesta”*. Al respecto de este concepto, otro experto remarcaba, *“la infraestructura y la cultura organizacional condiciona seriamente la resistencia al cambio”*. Incluso, otro experto relaciona las subcategorías vistas, de este modo, *“la resistencia al cambio se verá multiplicada si la alta dirección no está comprometida y da soporte”*.

Además, cuatro de los expertos defendieron con vehemencia la necesidad de establecer acciones de comunicación previas a la puesta en marcha de la propuesta. Uno de los expertos manifestó, *“Las acciones de comunicación no sólo transmiten información sino también información acerca del interés y la motivación en la propuesta”* y otro definió la necesidad de incentivar un *“proceso de aproximación voluntaria a la propuesta gamificada”*.

Tras una revisión de los resultados descritos, se comprobó que los conceptos reflejados en las categorías y subcategorías anteriores estaban recogidos en el marco presentado. La comparación de estos elementos, en relación con los distintos conceptos y fases del marco, no revelan diferencias significativas. Es más, la gran mayoría de los atributos y propiedades identificadas está relacionada con al menos un concepto o fase del marco. La comparación entre fuentes de información de distintas clases puede ser visto como un modo de triangulación. En esta línea, el hecho de no encontrar diferencias significativas aporta un elevado nivel de confianza en el marco metodológico.

A pesar del consenso entre las distintas fuentes, existen pequeños detalles y consideraciones que, tras aplicar el protocolo descrito en el apartado 6.2.3.4 (“Pro-

to de integración de información en el marco”), se han integrado en el marco. La columna “1ª modificación” de la Tabla 6.10 muestra un resumen de estas modificaciones.

B. Validación del marco metodológico

En este apartado se analizan los resultados de la validación del marco metodológico presentado mediante una validación de expertos, tanto desde la perspectiva de gamificación como de SPI.

B.1. Validación por los expertos en gamificación

De la segunda ronda de entrevistas semi-estructuradas descritas en el apartado 6.2.3.4, se recaban resultados muy positivos en cuanto a las primeras impresiones del marco metodológico por parte de los siete expertos consultados. El marco se calificó como de *“marco de alta calidad”, “con una base muy importante”* y *“conteniendo un elevado rigor académico”*. Un revisor afirmó que el marco era *“[...] equilibrado, no muy simple ni tampoco muy complejo”*. Sin embargo, el mismo experto argumentó que *“Sería necesario contar con un experto que guíe en el proceso de puesta en marcha del marco”*.

En relación a la validez de implementación del marco metodológico en las organizaciones, cuatro expertos confirmaron su apoyo y no tuvieron comentarios. Dos de ellos afirmaron la necesidad de contar con personal de apoyo para ponerlo en marcha en una organización. Un experto hizo hincapié en la importancia de definir claramente los resultados de cada una de las fases y en definir los KPIs dado que, según el experto, *“[...] es donde el cliente se va a fijar”*.

Por lo que respecta a las relaciones y orden de las fases planteadas, en línea con lo indicado en otras investigaciones (Hamari et al., 2014), tres de los expertos señalaron que encontraban más coherente analizar las actividades y los comportamientos como paso previo a realizar un análisis de las motivaciones y los jugadores. Además, otro de los revisores indicó la conveniencia de representar un estado final en la definición del marco que indique visualmente el logro de los objetivos.

Finalmente, la mayoría de los revisores sugirieron aspectos que eliminar, agregar y ciertas recomendaciones. Gracias al análisis realizado, estas sugerencias pueden clasificarse bajo una categoría relacionada con aspectos a tener en cuenta a la hora de implementar gamificación en organizaciones. Así, tal y como se expone en modelos de gestión del cambio (Kotter, 2009), tres de los expertos señalaron la necesidad de urgencia en la implementación de gamificación para minimizar la resistencia al cambio. Esta necesidad de urgencia ha sido considerada un factor dife-

rencial a la hora de estimar la capacidad de mejora SPI de una organización (Pries-Heje, Christiansen, Johansen, & Korsaa, 2007).

Además, en línea con las investigaciones de (Werbach & Hunter, 2012), dos de los expertos recomendaron que el término ‘gamificación’ no debería ser usado para no crear controversia en el uso de elementos de juego en el entorno de trabajo. Por otro lado, alineado también con (Werbach & Hunter, 2012), tres expertos indicaron la necesidad de considerar la caducidad de las mecánicas de juego y los ciclos de actividad (*motivación-feedback-acción*) a la hora de definir los elementos de gamificación.

De manera consistente con los resultados obtenidos con los expertos en gamificación, puede afirmarse la validez del marco propuesto a la hora de implantar gamificación en las organizaciones, al menos desde la perspectiva de la gamificación. Sin embargo, muchos de los expertos han propuesto mejoras y modificaciones que han sido tenidas en cuenta tras aplicar el protocolo descrito en el apartado 6.2.3.4 (“Protocolo de integración de información en el marco”), se han integrado en el marco. La columna “2ª modificación” de la Tabla 6.10 muestra un resumen de estas modificaciones.

B.2. Validación por los expertos SPI

En relación a las preguntas cerradas de las entrevistas llevadas a cabo, las respuestas de los elementos de la escala de Likert fueron codificadas numéricamente (5 = strongly agree, 4 = agree, 3 = neutral, 2 = disagree, 1 = strongly disagree) y se calculó la media y la desviación estándar para cada uno de esos elementos. La frecuencia de cada una de las respuestas, junto con su media y la desviación estándar y la pregunta, se muestran en la siguiente tabla 6.9.

Preguntas	SA	A	N	D	SD	Media	Desv. Std.
Usted está familiarizado con el concepto de gamificación, algunas de sus técnicas más populares y aplicaciones	2	6	5	2	0	3.5333	0.9155
La aplicación de gamificación puede mejorar la motivación y el compromiso de las personas que participan en iniciativas SPI	5	7	3	0	0	4.1333	0.7432
El marco gamificación que se plantea es relevante / aplicable en iniciativas SPI	5	9	0	1	0	4.2	0.7746

Tabla 6.9. Frecuencias, medias y desviación estándar de las preguntas cerradas a expertos SPI

Aunque el conocimiento de los expertos SPI acerca de gamificación está sólo algo por encima de la media, los resultados muestran que un 93.3% de los participantes están de acuerdo con que el marco es relevante y aplicable a las iniciativas SPI. Además, el 80% considera que la gamificación puede mejorar la motivación y el compromiso de las personas involucradas en este tipo de iniciativas.

Por lo que respecta a los factores de éxito y barreras a la hora de implementar gamificación en las iniciativas SPI, cuatro expertos hicieron referencia a la necesidad de motivación e involucración de los *stakeholders* para lograr el éxito en la propuesta. En línea con (Herranz et al., 2013), otros dos expertos señalaron la necesidad del compromiso por parte de la alta dirección, mientras que uno de los expertos señala que *“No creo que este marco pueda aplicarse a todas las iniciativas SPI. Por lo tanto, los factores de éxito deberían vincularse con los distintos tipos de iniciativas SPI”*. Disponer de un *feedback* constante ha sido también un factor repetido por cuatro de los expertos. Todos estos aspectos están reflejados en el marco metodológico presentado.

Por último, los expertos fueron preguntados por sugerencias de mejora con el objetivo de ajustar el marco a las iniciativas SPI. Fruto del análisis, se han identificado tres categorías principales. Por un lado, contamos con la categoría Medición que recoge las sugerencias relacionadas con la medición de la motivación del personal y, en otra línea, la medición de los objetivos a través de técnicas como GQM (Basili, 1992). Así, tres expertos mencionaron la necesidad de medir durante el pro-

ceso la motivación de las personas. Uno de ellos, señaló la conveniencia de *“introducir computación afectiva a través del registro de señales biométricas durante la fase de evaluación”*.

La segunda de las categorías identificadas, corresponde con tareas para estimar la viabilidad a la hora de implantar gamificación. Cinco de los expertos hicieron hincapié en la necesidad de considerar aspectos culturales de la organización de manera previa a la hora de implantar la propuesta. Por otro lado, tres expertos señalan la importancia de la existencia de mecanismos de comunicación que permitan canalizar los objetivos y necesidades de la propuesta, así como el *feedback* constante en las actividades SPI desempeñadas. Por último, la última de las categorías corresponde con la verbalización de varios expertos sobre una serie de recomendaciones relacionadas con la trazabilidad de las tareas llevadas a cabo en el marco. Uno de los expertos define correctamente esta necesidad, *“Sugiero proveer un resumen de la trazabilidad de las distintas acciones del marco [...] con la idea de aportar una mayor comprensión de las acciones a los stakeholders”*, en línea con lo expuesto en el SPI Manifesto (Pries-Heje et al., 2010) para lograr el compromiso de la alta dirección. Esta propuesta de mejora de la comprensión de la trazabilidad se ha tenido en consideración y se ha desarrollado un resumen de este aspecto, como se puede observar en el apartado 6.2.5.

A partir de los resultados obtenidos con los expertos en SPI, los resultados de la investigación permiten confirmar la validez del marco metodológico propuesto a la hora de implantar gamificación en iniciativas SPI. De manera adicional, muchas de las sugerencias de los expertos se han tenido en cuenta tras aplicar el protocolo descrito en el apartado 6.2.3.4 (*“Protocolo de integración de información en el marco”*), se han integrado en el marco. La columna *“3ª modificación”* de la Tabla 6.10 muestra un resumen de estas modificaciones.

6.2.4. Marco metodológico definitivo

A raíz de los resultados de la validación de expertos, puede afirmarse la validez del marco metodológico presentado en el apartado 6.2.2, los principios que lo sustentan y su relevancia y aplicabilidad en iniciativas SPI. La práctica totalidad de los 29 expertos consultados a través de entrevistas confirman estos supuestos.

Sin embargo, en cada una de las fases de la metodología de investigación puesta en marcha, los expertos han aportado sugerencias y mejoras para mejorar la aplicabilidad del marco metodológico. Además, mediante la metodología Grounded Theory se han extraído una serie de hechos que incrementan el conocimiento del fenómeno de implantación de gamificación en organizaciones, profundizando en las

tareas necesarias a llevar a cabo, en los factores críticos y en las razones de fracaso de su implementación en la práctica.

Cada una de las sugerencias y mejoras aportadas, así como los hechos relacionados con el fenómeno de implantación de gamificación en organizaciones, han sido evaluados a través del protocolo establecido en el apartado 6.2.3.4 (“Protocolo de integración de información en el marco”). De este análisis se derivan dos conclusiones:

1. Existe una alineación entre el proceso de implementación de gamificación y el marco metodológico preliminar presentado en el apartado 6.2.2.
2. Se han integrado en el marco algunas de las sugerencias y mejoras aportadas por los expertos, así como los hechos extraídos a través de la metodología Grounded Theory. Estas modificaciones del marco metodológico se han realizado de manera gradual y quedan resumidas en la siguiente tabla 6.10.

Fase	Modificaciones del marco metodológico		
	1ª modificación	2ª modificación	3ª modificación
Aspectos generales del marco		<ul style="list-style-type: none"> • Añadir una nueva fase final 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la trazabilidad de las acciones
1. Viabilidad		<ul style="list-style-type: none"> • “Necesidad de la sensación de urgencia” como un factor de viabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • “Aspectos de la cultura organizacional” y “existencia de un canal de comunicación” como factor de viabilidad
2. Objetivos de negocio y SPI			<ul style="list-style-type: none"> • Usar técnica GQM para establecer métricas software
3. Motivaciones y perfil de jugadores	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor flexibilidad en la definición de jugadores. Promover taxonomías ad-hoc 	<ul style="list-style-type: none"> • Intercambiar el orden de las fases 3 y 4 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer algunas métricas relevantes sobre la motivación
4. Actividades and Comportamientos a mejorar	<ul style="list-style-type: none"> • Descomponer los comportamiento en sus unidades mínimas 		
5. Elementos de Gamificación	<ul style="list-style-type: none"> • Tener en cuenta las fases del tránsito del jugador 	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar la caducidad de la propuesta y el ciclo de actividad 	
6. Implementación		<ul style="list-style-type: none"> • No mencionar el término ‘gamificación’ en las actividades de comunicación 	
Refine Loop	<ul style="list-style-type: none"> • Detectar disonancias entre la propuesta teórica y la implementación técnica 		

Tabla 6.10. Resumen de las sucesivas modificaciones del marco metodológico

De manera más extendida, las modificaciones que se han integrado dentro del marco metodológico, reflejadas en la tabla 6.10, son las siguientes:

- Al respecto de aspectos generales del marco:

1. **Añadir una nueva fase final:** Uno de los expertos de gamificación entrevistados señaló como conveniente el representar un estado final en la representación visual del marco metodológico. Se trata de indicar de modo visual que se ha finalizado la ejecución, dado que las últimas tres fases se encuentran dentro de un ciclo. A pesar de ser un sólo experto el que lo comentó, el pequeño aporte se consideró oportuno, y esta modi-

ficación no fue refutada por ningún experto de SPI en la siguiente revisión por pares.

2. Mejorar la trazabilidad de las acciones del marco: durante el proceso de validación con expertos de SPI, dos de ellos confirmaron la necesidad de asegurar la trazabilidad de las tareas llevadas a cabo en el marco. Según uno de ellos, el objetivo era aportar un resumen de las acciones emprendidas y sus relaciones, de cara a asegurar el compromiso de la alta dirección en la propuesta. Estas apreciaciones están en línea con lo expuesto en el SPI Manifiesto (Pries-Heje et al., 2010). Por ello, se ha asegurado la trazabilidad de las acciones del marco metodológico y se ha especificado dicha trazabilidad en el apartado 6.2.5.

- en la Fase 1 (Viabilidad):

3. Agregar nuevos factores a la hora de estimar la viabilidad:

a. Verificar la necesidad de urgencia: durante la validación con expertos en gamificación, tres de ellos señalaron la necesidad de urgencia en la implementación de gamificación para minimizar la resistencia al cambio. Esto está alineado con determinados modelos de gestión del cambio como (Kotter, 2009). Además, esta necesidad de urgencia ha sido considerada un factor diferencial a la hora de estimar la capacidad de mejora SPI de una organización (Pries-Heje et al., 2007).

b. Evaluar la idoneidad de la cultura organizacional: un total de cinco de los expertos, entre expertos de gamificación y SPI, hicieron hincapié en la necesidad de considerar aspectos culturales de la organización de manera previa para evitar o minimizar las resistencias al cambio. Este aspecto está alineado literatura reciente del ámbito SPI (Allison & Narciso, 2015; Narciso & Allison, 2014). Dado que esto se agregaría en la fase de Viabilidad, para evaluar de manera ágil la cultura organizacional, se pueden emplear modelos el Hofstede (Hofstede, Hofstede, & Minkov, 1991) dado que es uno de los más utilizados en el ámbito software y cuenta con herramientas que permiten analizar la cultura nacional y la organizacional.

c. Asegurar un canal de comunicación: tres expertos, uno de gamificación y dos de SPI, señalaron la importancia de la existencia de mecanismos de comunicación que permitan canalizar los objetivos y necesidades de la propuesta, así como un *feedback* constante en las

actividades SPI desempeñadas. Esto está alineado con los principios y valores a poner en marcha en una mejora SPI (Pries-Heje et al., 2007).

- en la Fase 2 (Objetivos de negocio y SPI):

4. Valorar el emplear la técnica GQM para establecer las métricas de objetivos SPI: muy relacionado con la fase de Medición, un experto de SPI sugirió establecer las métricas de los objetivos software a través de la técnica de GQM (Basili, 1992). Dado que es una técnica muy aceptada en la literatura, se introduce en el marco metodológico como herramienta optativa para establecer las métricas, sólo para aquellos casos donde esas métricas sean complejas de establecer. Este carácter optativo pretende evitar la introducción de una excesiva rigidez en la aplicación del marco, sobre todo en aquellos casos donde no sea imprescindible.

- en la Fase 3 (Motivaciones y perfil de jugadores):

5. Mayor flexibilidad a la hora de definir el perfil de los jugadores: en el marco metodológico definido en el apartado 6.2.2, se proponía el uso de la taxonomía de (Bartle, 1996), entre todas las descritas en el apartado 2.2.2.4 (“Tipos de jugadores”). Sin embargo, a pesar de ser considerada como una buena heurística (Hägglund, 2012), se plantea finalmente sólo como una opción a valorar dentro del marco dado que, como resultado de la validación de expertos de gamificación, se obtienen los siguientes datos:

- Sólo un 15% emplea una taxonomía de jugadores predefinida.
- El 85% restante prefiere una clasificación de jugadores ad-hoc para cada caso en concreto.

6. Intercambiar el orden de las fases 3 y 4: tres de los expertos en gamificación señalaron que encontraban más coherente analizar las actividades y los comportamientos como paso previo a realizar un análisis de las motivaciones y los jugadores. Estas apreciaciones están en línea con lo indicado en otras investigaciones (Hamari et al., 2014) y tras analizarse el caso en detalle, se ha optado por aplicar este cambio y, por lo tanto, realizar antes el análisis de las actividades y los comportamientos, para luego profundizar en las motivaciones y perfiles de los grupos implicados en dichas tareas. Este cambio de orden se puede observar en la figura 6.6. y en la trazabilidad representada del apartado 6.2.5.

- en la Fase 4 (Actividades y comportamientos a mejorar):
 - 7. **Descomponer los comportamientos en sus unidades mínimas:** dos expertos en gamificación hicieron especial hincapié en la necesidad de realizar una “descomposición de los comportamientos” que permita llevar a cabo una monitorización de los elementos adecuados. Se ha decidido incluir en el marco metodológico dado que se considera una recomendación que mejora la precisión del marco, y está reflejada en estudios actuales (Mekler et al., 2017).
- en la Fase 5 (Propuesta de gamificación):
 - 8. **Tener en cuenta las fases del tránsito del jugador:** cuatro expertos de gamificación se extrañaron por no considerar de manera explícita las fases del tránsito del jugador (*player journey*), descritas en el apartado 2.2.2.5. Dado que la inclusión de estas fases de tránsito en la propuesta de gamificación están en línea con lo comentado con otros autores (Chou et al., 2015; Kim, 2012; Marczewski, 2015), se han integrado en el marco metodológico de modo que se deberá realizar una propuesta para cada una de las fases. En cuanto al modelo a utilizar, se realizará uno ad-hoc para cada caso, partiendo del enfoque de la taxonomía de jugadores.
 - 9. **Considerar la caducidad de la propuesta de gamificación y el ciclo de actividad:** tres expertos de gamificación indicaron durante la validación de expertos en la necesidad de considerar la caducidad de las mecánicas de juego y los ciclos de actividad (*acción-feedback-motivación*) a la hora de definir los elementos de gamificación. Mientras que la reducción en la eficiencia en las mecánicas de juego con el paso del tiempo es un concepto ampliamente reconocido por multitud de autores (Burke, 2016; Chou et al., 2015; Hamari et al., 2015; Marczewski, 2015; Paharia, 2013; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Cunningham, 2011), los ciclos de actividad no son menos reconocidos (Marczewski, 2015; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Linder, 2013), tal y como se ha descrito en el apartado 2.2.2.6. En este sentido, dado que la definición preliminar del marco metodológico no incluía de manera explícita la consideración de estos conceptos, se han decidido incluir a la hora de aplicar el método de asignación de técnicas de gamificación (ver apartado 6.1.2).
- en la Fase 6 (Implementación):
 - 10. **No mencionar el término ‘gamificación’ en las actividades de comunicación:** durante la validación, dos de los expertos en gamificación recomendaron no emplear el término ‘gamificación’ a la hora de comunicar

la propuesta para no crear controversia en el uso de elementos de juego en el entorno de trabajo, e hicieron referencia a algunas experiencias negativas propias. Este hecho se encuentra en consonancia con lo expuesto por (Werbach & Hunter, 2012), mientras que otros autores como (Zichermann & Cunningham, 2011) señalan el sustrato que subyace en la sociedad acerca de la no vinculación del juego y el trabajo. Por ello, a la hora de la comunicación, se debe valorar si utilizar el término gamificación para explicar de manera interna la iniciativa SPI gamificada.

- en el Refine Loop:

11. Detectar disonancias entre la propuesta teórica y la implementación técnica: dos de los expertos en gamificación hicieron hincapié en la necesidad de una revisión de la implementación técnicas frente a lo planteado en la propuesta teórica. Además, verbalizaron varios proyectos donde habían tenido problemas en estos aspectos, del modo que planteaban algo y luego la implementación técnica quedaba del lado del cliente, haciéndose de manera errónea sin ser eficiente. Por ello, dentro del “Refine Loop” se establece un proceso de revisión que tenga en cuenta estas posibles disonancias.

Cabe destacar que ninguno de los expertos de gamificación consultados lleva a cabo de manera explícita una fase de viabilidad previa a la implementación. Sin embargo, los resultados demuestran que gran parte de sus sugerencias y aportaciones están fuertemente relacionadas con aspectos necesarios a validar antes de la puesta en marcha de la propuesta. Por ello, se ha decidido mantener la fase de Viabilidad como punto de partida para una implementación de éxito. De igual modo, ningún experto considera el aprendizaje en sus propuestas. Sin embargo, esta fase ha sido vista de manera positiva y se ha decidido mantener dado que el aprendizaje es uno de los principios clave del SPI Manifiesto (Pries-Heje et al., 2010), además de aportar coherencia con el enfoque lean (Ries, 2011) que soporta la ejecución del marco.

Por lo tanto, el marco metodológico definitivo validado corresponde con la versión presentada en el apartado 6.2.2 junto con cada una de las sucesivas modificaciones realizadas durante el proceso de validación, reflejadas en la tabla 6.10. La representación visual del marco metodológico definitivo queda reflejada en la figura 6.6 que se muestra a continuación.

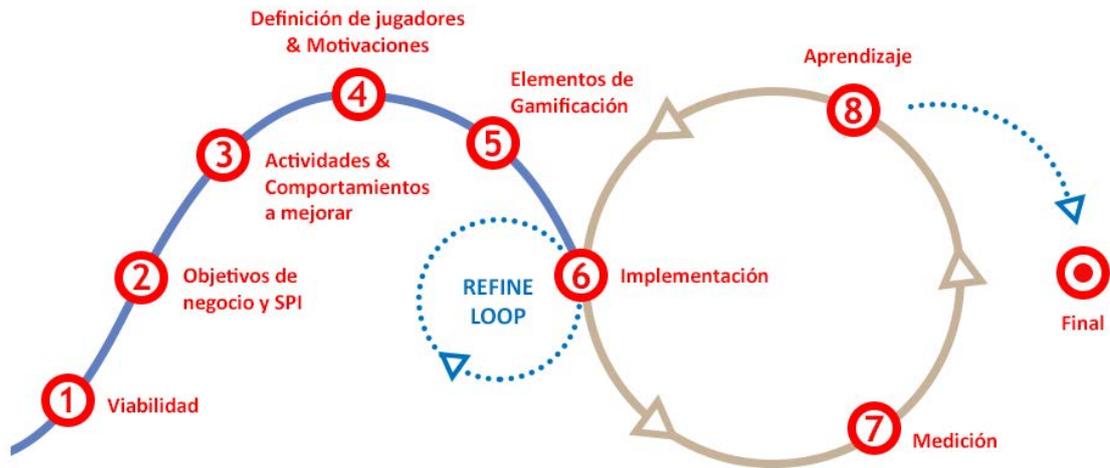


Figura 6.6. Representación gráfica del marco metodológico definitivo

De manera complementaria, se han analizado las modificaciones realizadas en el marco metodológico para evaluar si influyen, y en qué grado, sobre la correspondencia entre grupos de profesionales software y roles SPI realizada, y sobre el método de asignación de técnicas de gamificación desarrollado. Se ha comprobado que ninguno de los dos artefactos se ven afectados por estas modificaciones.

6.2.5. Trazabilidad de acciones en el marco metodológico

Durante el proceso de validación de expertos se ha puesto de manifiesto la necesidad de poner de manifiesto la trazabilidad de las acciones emprendidas en el marco metodológico. En este apartado se muestra un resumen de las acciones llevadas a cabo en el marco definitivo presentado en el apartado 6.2.4 y se indica la trazabilidad de todas las acciones y sus relaciones. Con esto, se pretende facilitar la comprensión de todos los *stakeholders* y asegurar el compromiso de la alta dirección, en línea con lo expuesto en el SPI Manifiesto (Pries-Heje et al., 2010).

Por ello, se indica la trazabilidad de las acciones del marco: así, la primera acción que se lleva a cabo es la de estimar la viabilidad de la propuesta (fase 1). Una vez se determina viable la iniciativa SPI con gamificación, se establecen los objetivos de negocio y sus KPIs asociados. Cada uno de estos objetivos tiene asociados varios objetivos SPI, con sus correspondientes métricas software (fase 2). Posteriormente, se analiza cada una de las actividades SPI a potenciar y los comportamientos a modificar. Cada una de estas actividades SPI contribuye a unos objetivos SPI, que a su vez están asociados a unos objetivos de negocio (fase 3). Una vez analizadas las actividades SPI y sus comportamientos, se analizan los roles SPI implicados, sus motivadores con los estudios de (Baddoo & Hall, 2002, 2003) y se establece por grupos los perfiles de los jugadores (fase 4). Llegados a este punto, en base a toda la infor-

mación, se realiza la propuesta de gamificación de manera individual por cada actividad SPI (fase 5). Se establecen las técnicas de gamificación, sus métricas, los mecanismos de *feedback* y se refina la propuesta con los modelos de gestión del cambio organizacional de SPI. Tras cerrar la propuesta para cada una de las actividades SPI, se inicia un ciclo que contiene las siguientes fases: implementación (fase 6), medición (fase 7) y aprendizaje (fase 8). En este ciclo, se puede ir ajustando el resultado de las fases 2 a 5, en función de los resultados en la fase de medición. Todo esto queda reflejado de manera resumida en la siguiente figura 6.7.

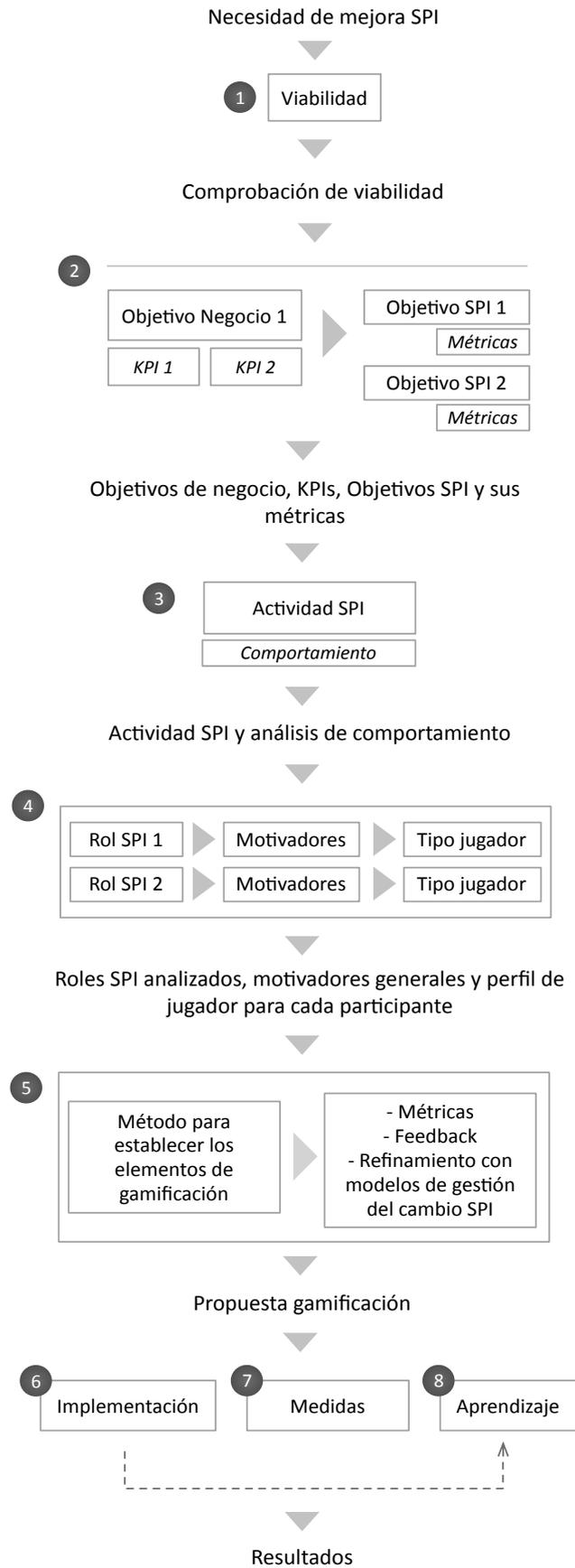


Figura 6.7. Resumen de trazabilidad de las acciones del marco metodológico

6.2.6. Integración del marco en SPI

Una vez se ha presentado todo el proceso gamificador para incrementar la motivación y el rendimiento en la gestión del cambio organizacional de SPI, es necesario saber cómo se puede integrar este marco metodológico dentro de SPI.

En este caso, para facilitar la integración en una iniciativa SPI se podrían emplear de manera simultánea y coordinada dos modelos:

6.2.6.1. Modelo IDEAL

Aunque ya se ha descrito en el apartado 3.3.4, el modelo IDEAL (McFeeley, 1996) sirve de guía para iniciar, planificar e implementar las iniciativas de mejora de procesos software. Sin embargo, aunque es una de las principales referencias de implantación de SPI, no presenta recomendaciones a problemas relacionados con las personas (Ferreira & Wazlawick, 2011) y, precisamente por ello, el marco gamificador puede configurarse como un complemento perfecto al modelo IDEAL.

Para analizar la complementariedad del modelo IDEAL y del marco metodológico presentado, se han enfrentado las fases y objetivos de ambos. En la figura 4.2 de la siguiente página se muestra el resultado de este análisis, donde se muestra la correspondencia entre las fases de IDEAL y del marco metodológico gamificador. Esta correspondencia aspira a servir de aproximación para la integración del proceso gamificador dentro del modelo IDEAL.

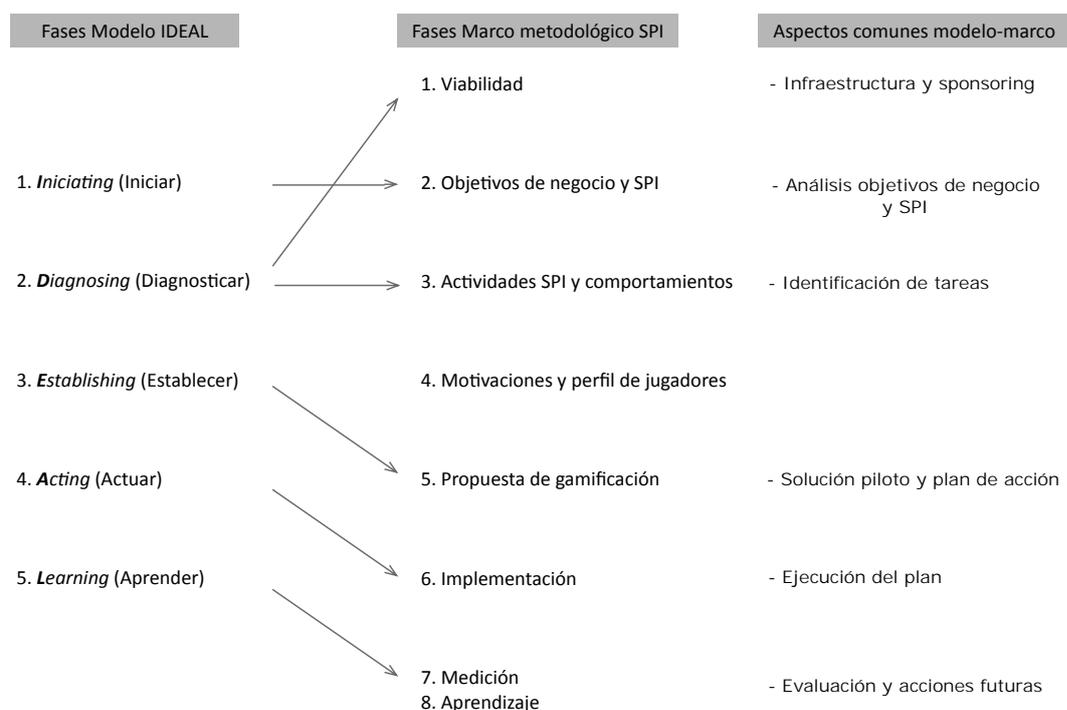


Figura 6.8. Correspondencia entre modelo IDEAL y marco metodológico

6.2.6.2. Modelo de cambio organizacional de SPI

Existe un modelo de cambio organizacional (Beckhard & Harris, 1977) que ha sido adaptado para iniciativas SPI (Stelzer & Mellis, 1998) que consiste en dos fases diferenciadas:

1. **Analizar el proceso**, cuyo resultado será un proceso previsto. En esta fase hay que identificar las fortalezas y debilidades de los procesos y explorar vías de mejora a través de recomendaciones, priorizando y detallando un plan de mejora de acuerdo con los objetivos de negocio, la cultura corporativa y otras circunstancias de la organización.
2. **Cambiar el proceso**, cuyo resultado será la implantación del proceso que ha sido modificado. Esto requiere la gestión del cambio de procesos.

En base a las fases de este modelo y su cometido, el marco metodológico gamificador podría integrarse del siguiente modo: en la primera fase -Analizar el proceso- se ejecutarían las fases 2-5 del marco metodológico que corresponden con la determinación de los objetivos de negocio, de SPI, el estudio de motivaciones y usuarios implicados, el análisis de las actividades SPI y los comportamientos, y la realización de la propuesta de gamificación. La fase 1 del marco metodológico -Viabilidad- podría integrarse en esta primera fase. En la segunda fase -Cambiar el proceso- se ejecutarían las fases 6, 7 y 8 del marco, que corresponden con la Implementación, Medición y Aprendizaje, respectivamente.

En la figura 6.10 se representa la integración de las fases del marco metodológico gamificador en el modelo de cambio organizacional de SPI tratado.

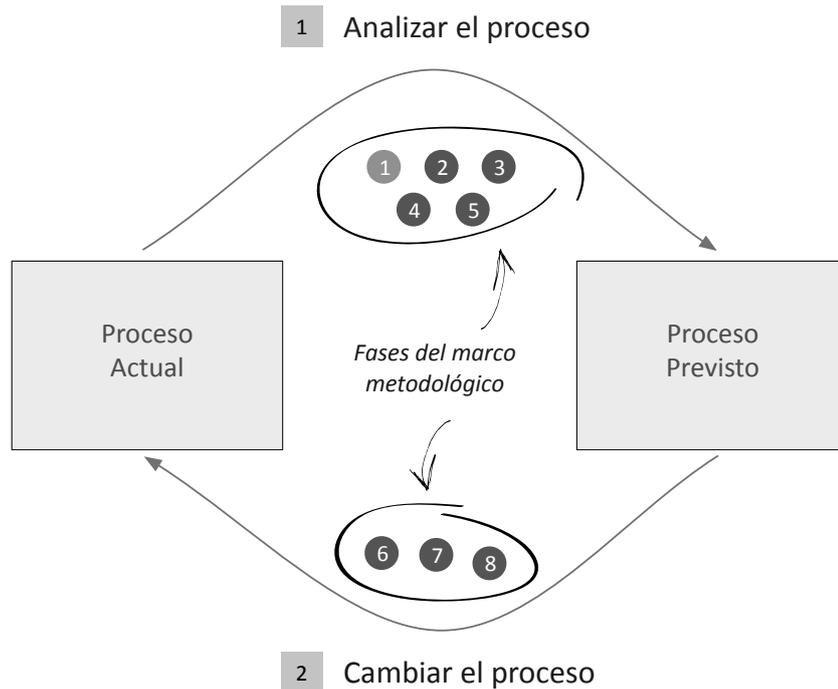


Figura 6.9. Integración del marco en modelo de cambio organizacional

6.2.6.3. Correspondencia con SPI Manifesto

El SPI Manifesto (Pries-Heje et al., 2010) consiste en un conjunto de principios y valores que recogen las mejores prácticas a la hora de poner en práctica una iniciativa de SPI. En esta línea, el marco metodológico definitivo presentado en esta tesis doctoral impacta en cada uno de los valores fundamentales reflejados en el SPI Manifesto: personas, negocio y cambio organizacional. Por lo tanto, cabe preguntarse si el marco metodológico está plenamente alineado con los principios y valores reflejados en el SPI Manifesto. Así, con el objetivo de dar respuesta a esta pregunta, se desarrolla una correspondencia entre los valores y principios del SPI Manifesto (Pries-Heje et al., 2010) y los principios y actividades que subyacen en cada una de las fases del marco metodológico definitivo presentado.

En el ámbito de la investigación, las correspondencias (o *mappings*) permiten detectar diferencias y similitudes entre las aproximaciones que son comparadas. En este caso, para la realización de esta correspondencia, se han seguido las directrices provistas en la investigación de (Baldassarre, Caivano, Pino, Piattini, & Visaggio, 2012). Este enfoque seguido contempla los siguientes pasos:

1. Analizar los elementos a comparar.
2. Diseñar la correspondencia a realizar.
3. Realizar la correspondencia.
4. Analizar los resultados.

1. Análisis de SPI Manifesto y marco metodológico

El primero de los pasos es analizar cada uno de los elementos involucrados en la correspondencia, esto es, por un lado, los principios del SPI Manifesto y, por otro, los principios subyacentes y las actividades de cada fase del marco metodológico. Por lo tanto, cada uno de estos elementos son estudiados en detalle. Se puede encontrar un resumen del SPI Manifesto en el Estado de la Cuestión relacionado con la gestión del cambio organizacional de SPI (ver apartado 3.3.4), mientras que el marco metodológico es el núcleo de la presente tesis doctoral.

2. Diseñar la correspondencia

A la hora del diseño de la correspondencia, se llevan a cabo las actividades especificadas por los autores (Baldassarre et al., 2012), esto es:

1. Identificar los elementos a ser comparados: en nuestro caso, se trata de identificar los principios reflejados en el SPI Manifesto (Pries-Heje et al., 2010) y los principios subyacentes y las actividades de cada una de las fases del marco metodológico definitivo presentado.
2. Establecer la dirección de la comparación: la dirección será desde los principios de SPI Manifesto hacia el marco metodológico.
3. Definir la escala de comparación: se emplea la escala del “semáforo”, también usada en la comparación de otras investigación donde se comparan múltiples *frameworks* de gamificación existentes (Mora et al., 2015, 2017). Esta escala del “semáforo” se ha representado del siguiente modo:
 - a. E: Explícito, el principio de SPI Manifesto está reflejado explícitamente en las actividades a realizar en la fase del marco metodológico.
 - b. I: Implícito, el principio de SPI Manifesto no aparece de manera explícita en la definición de las actividades de la fase del marco metodológico, pero sí subyace en la naturaleza de las actividades de dicha fase.
 - c. U: *Unavailable*, el principio de SPI Manifesto no aparece de ningún modo en la fase del marco metodológico.
4. Definir una plantilla de comparación: todos los elementos son analizados y comprobados desde un punto de vista global, y se determina hasta qué punto los principios están reflejados en las fases del marco.

3. Realizar la correspondencia

Esta correspondencia es un proceso iterativo en el que se han analizado los principios reflejados en el SPI Manifesto y su reflejo en las actividades realizadas en cada fase del marco metodológico. Para el desarrollo de esta correspondencia, se ha rea-

lizado una primera revisión identificando potenciales relaciones. Posteriormente, con el objetivo de discernir sobre la tipología de relación encontrada, se ha profundizado en el análisis de las potenciales relaciones encontradas. Todo el análisis se ha realizado empleando una hoja de cálculo donde se iban indicando los resultados. De este modo, se han analizado los 10 principios reflejados en el SPI Manifiesto y se han comparado con todas las actividades que se realizan en las 8 fases del marco.

4. Análisis de los resultados

Para el análisis de los resultados se han seguido las directrices propuestas por (Baldassarre et al., 2012). El resultado final es la correspondencia entre SPI Manifiesto y el marco metodológico que se muestra en la tabla 6.11. En esta tabla, cada columna está completada con los resultados de la comparación realizada.

SPI Manifiesto		Marco metodológico							
		1: Viabilidad	2: Objetivos de negocio y SPI	3: Actividades y comportamientos	4: Motivaciones y perfiles de jugadores	5: Elementos de juego	6: Implementación	7: Medición	8: Aprendizaje
Principios	Valores								
Personas	Conocer la cultura y centrarse en las necesidades	E	E	I	U	U	U	U	U
	Motivar a todas las personas involucradas	I	U	U	E	I	U	U	U
	Basar las mejoras en la experiencia y en mediciones	I	U	U	U	U	U	E	U
	Crear una organización que aprenda	U	U	U	U	U	U	U	E
Negocio	Apoyar la visión y objetivos de la organización	I	E	I	U	U	U	I	U
	Usar modelos dinámicos y adaptables, cuando sea necesario	I	I	I	I	I	I	I	I
	Aplicar gestión de riesgos	I	U	U	U	U	U	U	U
Cambio	Gestionar el cambio organizacional en la iniciativa de mejora	I	U	U	I	E	U	U	U
	Asegurar el entendimiento y aceptación de todas las partes	I	U	U	U	U	E	U	U
	No perder el foco	U	I	I	U	I	I	E	I

Tabla 6.11. Mapping entre SPI Manifiesto y marco metodológico gamificador de SPI

La comparación de la tabla 6.11 muestra que el 80% (8 de 10) de los principios del SPI Manifiesto están reflejados de manera explícita en al menos una de las 8 fases del marco metodológico presentado. El 20% restante corresponde con principios donde al menos una de las fases del marco incluye de manera implícita el principio en cuestión. Sin embargo, estos casos aceptan algunos matices que deben ser discutidos de manera más concreta:

- 1. El principio “Usar modelos dinámicos y adaptables, cuando sea necesario” se ha señalado en la tabla 6.11 como reflejado de manera implícita en cada una de las fases del marco. Este hecho se fundamenta en la naturaleza di-

námica y flexible del marco metodológico presentado. De hecho, a lo largo de la evolución del marco, se han ido introduciendo modificaciones con el objetivo de minimizar la rigidez en su aplicación práctica. Esta evolución puede percibirse claramente si se comparan publicaciones pasadas relacionadas con el marco (Herranz et al., 2013, 2015, 2014), con las últimas publicaciones (Herranz et al., 2016) y la presentada en esta tesis doctoral.

- 2. El principio “Aplicar gestión de riesgos” figura sólo como recogido de manera implícita en la fase de Viabilidad. Esto está justificado por la propia naturaleza de la fase de Viabilidad, donde se intentan prevenir riesgos. Sin embargo, en esta fase no se incluyen tareas específicas como la identificación de riesgos software o el desarrollo de planes de riesgos software. En relación con este principio, se ha valorado la posibilidad de introducir estas tareas en dicha fase del marco, pero en pro de la agilidad, se ha decidido valorar este punto en las líneas futuras de investigación de esta tesis doctoral.

Por lo tanto, podría afirmarse que el marco metodológico cubre de un modo relevante los principios y valores reflejados en el SPI Manifiesto.

6.2.6.4. Compatibilidad con otras propuestas motivacionales de SPI

El marco metodológico de gamificación presentado no es pionero en lo que a propuestas motivacionales dentro de SPI se refiere. Existen otras propuestas, descritas en el apartado 3.3.4 (“Aspectos esenciales en la gestión del cambio organizacional”), que son compatibles con el trabajo presentado en esta tesis doctoral. De hecho, es recomendable complementar y tener en cuenta todas estas propuestas motivacionales a la hora de llevar a cabo el marco metodológico.

6.3. Herramienta de apoyo a la implementación

Un objetivo menor de la tesis doctoral es la creación de una herramienta que soporte la implementación del marco metodológico presentado. Dicha herramienta (llamada Gamiware) no ha sido diseñada para su explotación comercial, sino que se ha configurado como una mera aproximación de apoyo a esta investigación. Para su correcta ejecución, es necesaria la previa puesta en marcha de las fases 1 a 5 del marco metodológico. Con los resultados de dichas fases en la mano, la herramienta permite registrar los datos necesarios para la ejecución de las actividades SPI gamificadas y recopila la información necesaria de la ejecución para evaluar la efectividad de la propuesta.

Por lo que respecta al conocimiento actual del autor de esta tesis doctoral, Gamiware es la primera herramienta de este tipo en el ámbito SPI. En su concepción y diseño, Gamiware integra elementos de gamificación con el objetivo de hacer posible el principal objetivo del marco metodológico, esto es, incrementar la motivación y el rendimiento del personal involucrado en la iniciativa SPI.

Por lo tanto, en este apartado se describen las principales motivaciones para el desarrollo de la herramienta que soporta la ejecución del marco. Posteriormente, se realiza una descripción funcional de la herramienta, explicando cuáles son los principales elementos de gamificación presentes en Gamiware, y cuáles son los roles SPI que soporta. A continuación, se da una breve descripción de la tecnología empleada en su desarrollo y, por último, se presenta un estudio piloto que muestra los resultados iniciales en su implementación.

6.3.1. Motivación de la herramienta

El marco metodológico presentado en el apartado 6.2 puede ser aplicado a cualquier organización software. Sin embargo, los costes de implementación pueden ser elevados e impedir su implementación final. Esta es una de las razones por las cuáles se ha desarrollado Gamiware, una herramienta SaaS de código abierto que soporta la fase de Implementación del marco metodológico de un modo sencillo y asumible. Esta herramienta es capaz de soportar el proceso gamificador iterativo haciendo más viable la adopción de técnicas de gamificación (Herranz et al., 2015).

Por ello, Gamiware ha sido diseñado para ser independiente del proyecto y del proceso. Esta herramienta puede adaptarse a cualquier contexto por medio de una personalización paramétrica que gira en torno a cuestiones organizacionales y a aspectos de gamificación analizados en las fases 1-5 del marco. Por ejemplo, es posible especificar en la herramienta los objetivos de negocio, sus KPIs y los objetivos SPI y sus métricas correspondientes. Dada la importancia del personal en las iniciativas software, es también posible establecer las actividades SPI que realizará cada grupo de profesionales y las técnicas de gamificación específicas para cada actividad. Más aún, con el objetivo de mejorar la alineación de los objetivos de negocio y SPI y las actividades realizadas, es posible definir la contribución específica de cada tarea a los objetivos. De este modo, se puede comprobar el grado de cumplimiento de los distintos objetivos (Herranz et al., 2015).

6.3.2. Descripción funcional

6.3.2.1. Integración de la herramienta en el marco

Como se muestra en la siguiente figura (ver Figura 6.11), es necesario llevar a cabo las primeras 5 etapas del marco antes de considerar la fase de Implementación con Gamiware. Sin los resultados de las fases iniciales, no se podrán alcanzar los beneficios propuestos por el marco metodológico dado que Gamiware no se habrá podido configurar del modo correcto. Sólo después de la ejecución de estas fases, Gamiware puede ser empleado en una iniciativa SPI (Herranz et al., 2015).

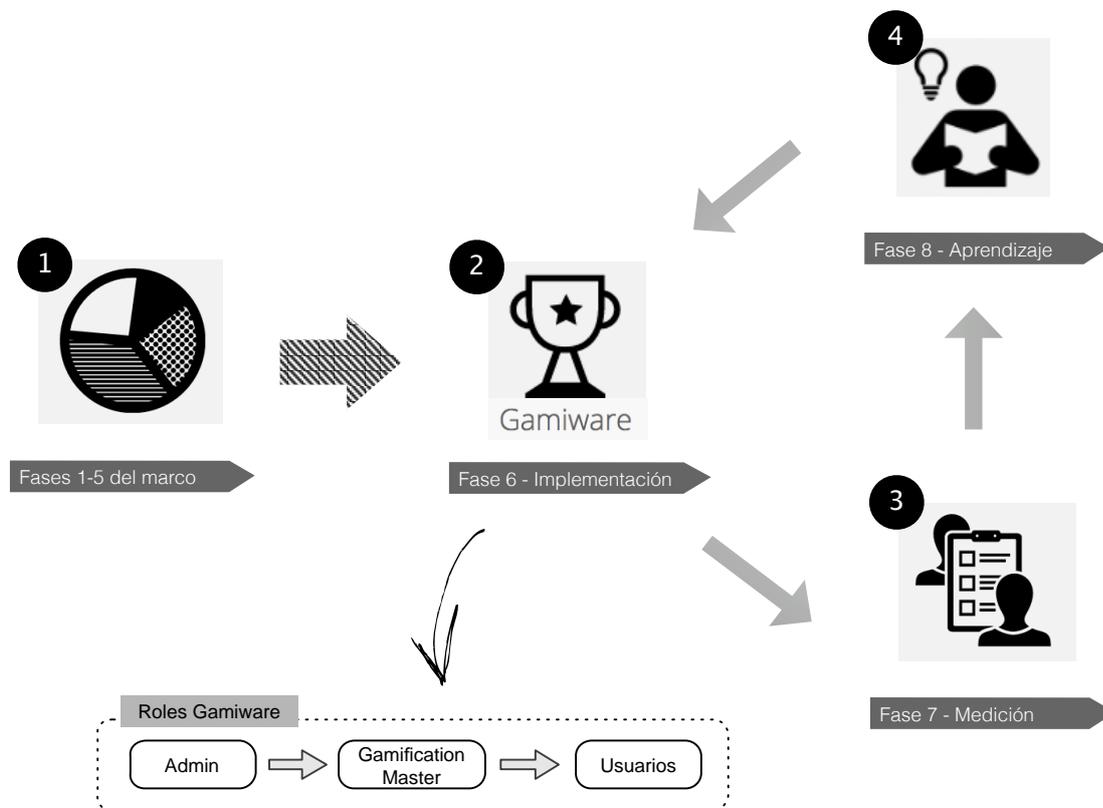


Figura 6.10. Esquema de integración de Gamiware en el marco

Por último, cabe indicar que una adopción exitosa de Gamiware está basada en una progresiva involucración de cada uno de los roles definidos a nivel de herramienta. Así, el rol *Admin* será el responsable de registrar al *Gamification Master* y preconfigurar el sistema de manera acorde a la organización donde se vaya a llevar a cabo la iniciativa. Una vez en el sistema, el *Gamification Master* configura el sistema al completo para un proyecto y organización en particular y registra al resto de participantes. El rol *Usuarios* corresponde con todos los participantes en la propuesta gamificada (Herranz et al., 2015). Los distintos roles SPI que soporta Gamiware serán descritos en el apartado 6.3.2.3.

6.3.2.2. Elementos de juego que contempla

A la hora de determinar qué elementos de juego se reflejan en Gamiware, se ha optado por seguir el enfoque de (Werbach & Hunter, 2012) y, por lo tanto, los elementos que se representan en la herramienta son: dinámicas, mecánicas y componentes del juego.

1. **Dinámicas de juego:** estas dinámicas tienen que ver con el empoderamiento de los objetivos de negocio y SPI, por parte del personal involucrado en la iniciativa SPI (Herranz et al., 2015). En Gamiware, las principales dinámicas subyacentes son la progresión y el fomento de las relaciones entre los participantes (Herranz et al., 2015). Mientras que la socialización se basa en la necesidad esencial de socializar entre los seres humanos, la progresión implica tener la sensación de tener algo que lograr. De acuerdo con (Werbach & Hunter, 2012), no se trata de conseguir logros aislados, sino de demostrar maestría y control en el desarrollo de una actividad mediante en una progresión constante. Lograr la maestría es un objetivo para muchos trabajadores y esta necesidad se debe utilizar para alinear nuestros objetivos con la organización y el proceso (Zichermann & Cunningham, 2011).
2. **Mecánicas de juego:** el segundo elemento de gamificación, las mecánicas de juego, pueden ser consideradas como las acciones básicas que motivan y comprometen al usuario (Werbach & Hunter, 2012). Las mecánicas de juego aspiran a modificar el comportamiento de las personas a través de sistemas de incentivos, *feedback* y competición, entre otros, con unos resultados razonablemente previsibles (Dorling & McCaffery, 2012). En relación a las mecánicas de juego dentro de Gamiware, se pueden encontrar la competición, la cooperación y los retos, incentivados todos por recompensas y apoyados por varios tipos de *feedback* (Herranz et al., 2015).
3. **Componentes de juego:** es el último elemento de juego representado en Gamiware; estos elementos son instancias concretas de las dinámicas y las mecánicas de juego (Werbach & Hunter, 2012). En Gamiware, los componentes que modelan esas mecánicas son muy diversos. Entre los más importantes, podemos citar los puntos, insignias, rankings y logros (Herranz et al., 2015).

6.3.2.3. Roles SPI que cubre y funcionalidades

A pesar de que la literatura ha estudiado en profundidad los roles en la ingeniería de software, por ejemplo (Colomo-Palacios, Casado-Lumbreras, Misra, &

Soto-Acosta, 2014; Colomo-Palacios et al., 2013; Colomo-Palacios, Tovar-Caro, García-Crespo, & Gómez-Berbís, 2010; Cruz, da Silva, & Capretz, 2015; Kosti, Felddt, & Angelis, 2014), cada organización presenta sus particularidades. Con el fin de orientar en la selección de roles y responsabilidades, la Tabla 6.13 presenta una correspondencia entre los roles Gamiware y los principales roles de software definidos en (Baddoo & Hall, 2002, 2003), por un lado, y los roles SPI definidos por Johansen y Pries-Heje (Johansen & Pries-Heje, 2007). En cualquier caso, debido a la naturaleza personalizable de Gamiware, las responsabilidades pueden ser modificadas sin mucho esfuerzo (Herranz et al., 2015). En la siguiente tabla, se realiza una descripción resumida de las principales responsabilidades por cada uno de los roles predefinidos.

	Roles Gamiware	Profesionales Baddoo & Hall	Roles Johansen & Pries-Heje	Funcionalidades Gamiware
Usuarios	"Admin"			<ul style="list-style-type: none"> · Configurar los parámetros de contexto: tareas, objetivos, roles, ... · Añadir Gamification Masters
	"Gamification Master"			<ul style="list-style-type: none"> · Ajustar parámetros de contexto · Crear proyectos & añadir usuarios · Establecer mecánicas gamificación · Validar herramienta ejecución
	"Executive"	"Senior manager"	"Sponsor"	<ul style="list-style-type: none"> · Panel de control
	"High Manager"	"Project manager"	"Project organizer"	<ul style="list-style-type: none"> · Histórico de actividades · Sugerencias
	"Low Manager"		"Expert"	
	"Member"	"Developer"	"PI Developer"	<ul style="list-style-type: none"> · Perfil
		"User"	<ul style="list-style-type: none"> · Crear Equipos · Verificar tareas + Actualizar tareas: <ul style="list-style-type: none"> · Progresión · Objetivos logrados · Métricas · Iniciar una tarea · Mecánicas de Gamificación · Establecer puntos y recompensas 	

Tabla 6.12. Correspondencia entre roles y sus funcionalidades en Gamiware

A. Rol ADMIN

El *Admin* es el responsable de realizar la primera configuración del contexto de ejecución. Por lo tanto, este rol analiza proyectos anteriores y configura la herramienta con un conjunto de parámetros. Algunos de esos parámetros son los objetivos de negocio y sus métricas, tareas y roles principales, entre otros (Herranz et al., 2015). Las principales funcionalidades se especifican en la siguiente figura 6.12.

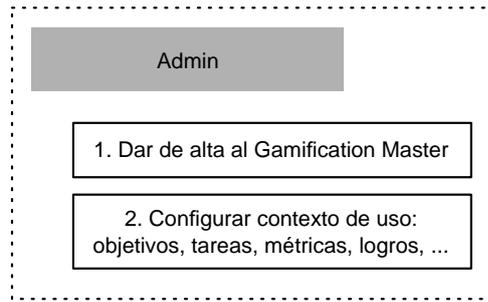


Figura 6.11. Funcionalidades del rol Admin

B. Rol GAMIFICATION MASTER

Es el responsable de configurar el proyecto de gamificación en la organización y en el proyecto dado, atendiendo a los resultados de las fases 1-4 del marco metodológico. Una vez se ha creado y configurado el proyecto, este rol asignará personas al proyecto. En este punto, se añade la capa de gamificación. El *Gamification Master* debe analizar los resultados de la Fase 5 del marco (Propuesta de gamificación) e incluir lo conveniente en Gamiware. Por lo tanto, las técnicas de gamificación principales se definen en términos de reglas de ejecución. Gracias a este medio, el *Gamification Master* definirá qué mecánicas de juego se pueden emplear en cada tarea, junto con su contribución a los objetivos de negocio y SPI. Además, se establecerá los puntos asignados a cada una de estas tareas y los usuarios participantes, así como un responsable de comunicar la finalización de las tareas (Herranz et al., 2015).

El trabajo del *Gamification Master* no termina aquí. Durante la ejecución de las tareas, este rol será el responsable de asegurar el uso correcto de las técnicas de gamificación puestas en marcha. Por ejemplo, será necesario comprobar que los desafíos y recompensas establecidas por los usuarios en cada tarea son razonables. Esta validación de la ejecución tiene como objetivo, en primer lugar, asegurar el uso del sentido común en la implantación de las diferentes técnicas de gamification y, en segundo lugar, evitar trampas que ponen en peligro la viabilidad de todo el sistema (Herranz et al., 2015; Kumar, 2013). Una revisión global de las funcionalidades de este rol se puede encontrar en la Figura 6.13 que se muestra a continuación.

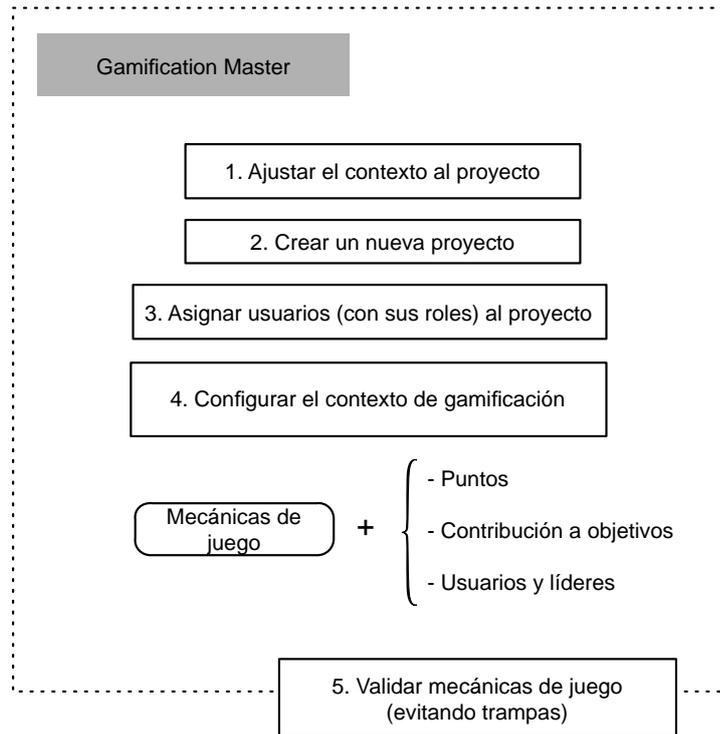


Figura 6.12. Funcionalidades del rol Gamification Master

C. Rol USER

Los *Users* se corresponden con el personal asignado a las distintas actividades de la iniciativa SPI. Existen tres tipos de usuarios que están disponibles en Gamiware; nombrados como, Alta dirección (Executive), Gestor (Manager) y Miembros (Members) (Herranz et al., 2015). La siguiente figura 6.14 muestra las características principales de estos tipos de usuarios.

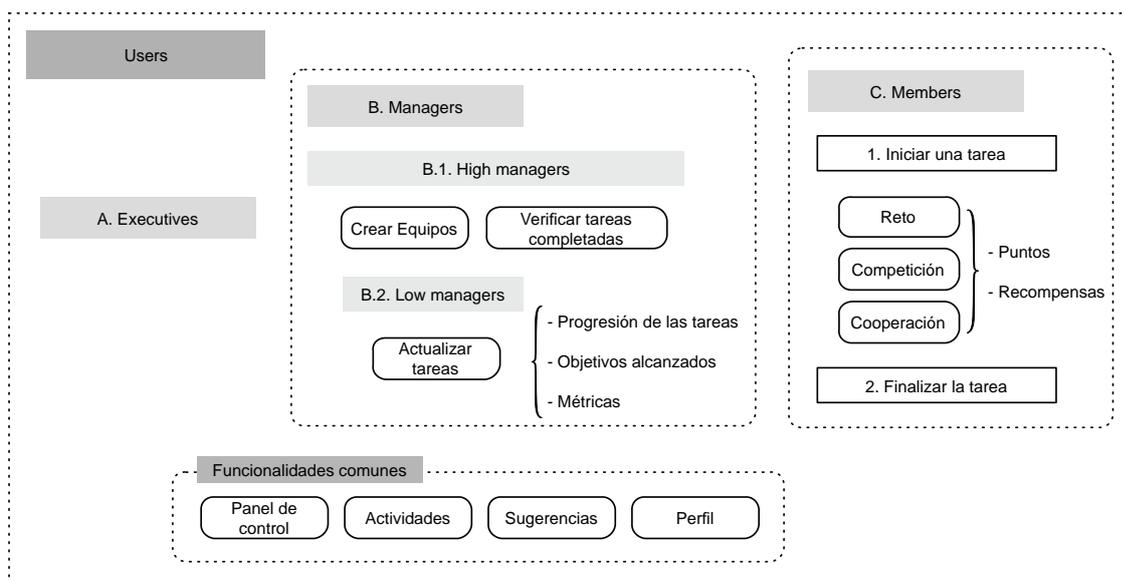


Figura 6.13. Funcionalidades del rol User

Dentro de Gamiware existen un conjunto de funcionalidades comunes, disponibles para todo tipo de usuarios dentro del rol *User*. Además, cada usuario cuenta con un mecanismo formalizado de *feedback* y con un panel de control personalizado a las necesidades de cada tipo de usuario. Así, por ejemplo, el panel de control de los usuarios de *Alta Dirección* muestra información sobre los aspectos del negocio, ocultando detalles sobre aspectos de software. Por otra parte, los mecanismos de *feedback* cuentan con un sistema de notificaciones que envía mensajes personalizados a cada tipo de usuario. De manera adicional, todos los roles pueden acceder a su feed de actividad. Este feed presenta un registro de todas las actividades en las que están implicados junto con los resultados de su ejecución (Herranz et al., 2015).

Por otra parte, todos los usuarios de tipo *User* son capaces de escribir y discutir ideas o sugerencias. Son también capaces de comentar y votar estas ideas o sugerencias. Esta participación es estimulada con un sencillo componente de juego: puntos. Todo ello con el objetivo de aumentar la participación (Herranz et al., 2015).

EXECUTIVE ROLE (Alta dirección)

Dentro de Gamiware, como se ha presentado en la Tabla 6.5, el Executive role es una aproximación a la alta dirección por Baddoo y Hall (Baddoo & Hall, 2002, 2003) y a los Sponsors como fueron establecidos por Johansen y Pries-Heje (Johansen & Pries-Heje, 2007). En la herramienta, este rol no tiene funciones específicas, a excepción de las funcionalidades comunes especificadas anteriormente (Herranz et al., 2015).

MANAGER ROLE

Con el fin de reflejar ciertas peculiaridades en las iniciativas de SPI, este rol se ha subdividido en *High Manager* y *Low Manager*. De este modo, el rol *High Manager* es similar al Experto o Steering Committee (Johansen & Pries-Heje, 2007), mientras que el rol *Low Manager* representa el *Process Owner* o *PI Project Manager* (Johansen & Pries-Heje, 2007).

En cualquiera de las situaciones, el rol *High Manager* tendrá al alcance sus propias funcionalidades, junto con todas las funcionalidades correspondientes al rol *Low Manager*. Por lo tanto, los *High Manager* tienen un cuadro de mando por proyecto en el que se muestran los datos relevantes de la ejecución de las actividades SPI. Además, este rol es capaz de crear equipos para la ejecución de tareas, pero también es responsable de verificar la integridad de dichas tareas. Durante el proceso de verificación, el rol *Executive Manager* puede sumar o restar puntos a los participantes, de acuerdo con el esquema de recompensas previamente estableci-

do. Por otro lado, el rol *Low Manager* puede iniciar una tarea o actualizar su progreso, establecer los objetivos alcanzados e introducir las métricas correspondientes (Herranz et al., 2015).

MEMBER ROLE

Este rol se corresponde con un *Desarrollador* (Baddoo & Hall, 2002, 2003) en un proyecto de software o con un *PI Developer* y el *User* (Johansen & Pries-Heje, 2007) en el ámbito de SPI. La función principal del rol *Member* es poner en marcha técnicas gamificación para cada una de las tareas asignadas y monitorizadas con Gamiware. Además, deberán establecer las correspondientes recompensas (Herranz et al., 2015).

En línea con las principales mecánicas de juego disponibles en la herramienta, el usuario dispone de tres técnicas de gamification disponibles: retos, competencia y cooperación. De este modo, un usuario puede proponer un reto a alguno de los participantes en la iniciativa para realizar una tarea bajo unas condiciones específicas. Aparte de los retos, el usuario puede optar por iniciar una competición. En las competiciones siempre hay un ganador y un perdedor, y todas las partes involucradas en dicha competición realizan las tareas en igualdad de condiciones. Cabe señalar que es posible realizar retos y competiciones entre los equipos establecidos (Herranz et al., 2015). La introducción de los componentes sociales y de colaboración reduce la presión generada por mecanismos altamente competitivos (Paharia, 2013). La última técnica de gamification disponible es la cooperación, donde un equipo de trabajo estará centrado en lograr un objetivo común de manera colaborativa (Herranz et al., 2015).

6.3.3. Estudio piloto

Para comprobar de manera preliminar la efectividad de la herramienta presentada, se ha realizado un pequeño estudio piloto con participantes que llevasen a cabo tareas propias de iniciativas SPI. Para ello, se ha empleado el marco metodológico presentado, con el apoyo de Gamiware en la fase de Implementación.

Dentro de este estudio, el objetivo de investigación al que nos enfrentamos consiste, por un lado, en determinar el impacto de la herramienta en la motivación intrínseca de las personas involucradas y, como consecuencia, anticipar de manera preliminar si se considera factible la introducción de técnicas de gamificación en iniciativas SPI.

Para ello, a través de la herramienta Gamiware y siguiendo el marco metodológico presentado en el apartado 6.2, se ha articulado un estudio piloto que se

describirá en los siguientes subapartados, junto con los resultados obtenidos y una discusión de estos últimos. En esta discusión, se analizarán las limitaciones del estudio y cómo estas condicionan la generalización de las conclusiones y las futuras validaciones empíricas en organizaciones.

6.3.3.1. Descripción del estudio piloto

Considerando el objetivo de investigación, se puso en marcha un estudio piloto del que se describe, por un lado, los participantes involucrados, el proceso necesario para su puesta en marcha y, por último, los instrumentos y procedimiento de recopilación de datos que se emplearon para lograr correspondientes resultados.

Cabe señalar que el experimento con Gamiware se focalizó en los *Members* del *User role* descrito en el apartado 6.3.2.3. Esta decisión ha estado motivada por el interés en obtener un mayor alcance de las conclusiones, y se fundamentó en la mayor presencia, en número, de los *Members*, frente a los *Managers o Executives*. Dentro de los *Members*, dado que se iban a realizar tareas propias de iniciativas SPI, el rol que se asignó a los participantes fue el de *PI Developers* (Johansen & Pries-Heje, 2007).

A. Participantes

Este estudio fue realizado durante la asignatura Equipos Virtuales (inspirada en la línea de investigación de GSD – Global Software Development) y en Dirección de Proyectos de Desarrollo Software del master/grado en Ingeniería Informática de la Universidad Carlos III de Madrid. Un total de 24 alumnos (17 hombres y 7 mujeres, edades 20-25, $M=21.3$, $SD=0.8$) aceptaron voluntariamente participar en el estudio.

Por lo que respecta a las asignaturas del estudio, cabe indicar que fue seleccionada de un conjunto de asignaturas del ámbito de la ingeniería del software cuyas prácticas permiten la ejecución de tareas relacionadas con iniciativas SPI.

B. Preparación del estudio piloto

La fase de preparación del estudio piloto es esencial. Dado que la herramienta Gamiware ofrece soporte al marco metodológico presentado, es necesario poner en marcha las distintas fases del marco para una correcta configuración de la herramienta.

De este modo, se ejecutó el marco metodológico gamificador presentado en el apartado 6.2. Así, partiendo de una hipótesis de implantación de gamificación viable, se establecieron unos objetivos SPI y de negocio. Para los objetivos de negocio, se plantearon unos objetivos genéricos. Se consideró que este carácter genérico no tendría influencia en el estudio piloto dado que la visibilidad de este tipo de ob-

jetivos no figura como uno de los motivadores del rol PI Developers o análogos (Baddoo & Hall, 2002, 2003).

Una vez establecidos los objetivos, se estudiaron las motivaciones y perfil de los participantes. Para ello, en primera instancia, se analizaron los resultados de los estudios motivacionales de Baddoo & Hall (Baddoo & Hall, 2002, 2003) para los roles análogos a los implicados (ver correspondencia de roles en Tabla 6.5). Tras este análisis, se quiso dar un paso más y profundizar en el perfil específico de los participantes en el estudio. En esta línea, se pidió a los alumnos que rellenaran el test de Bartle¹² con el objetivo de determinar el arquetipo de jugador y así poder mejorar el ajuste de los elementos de juego.

Posteriormente, se establecieron cuáles iban a ser las tareas a llevar a cabo por los participantes. En consonancia con las iniciativas SPI, se plantearon las siguientes tareas a realizar:

1. Definición de una solución técnica a un problema planteado.
2. Determinar la trazabilidad y dependencia de requisitos software.
3. Inspección de código para analizar la cuantía de la deuda técnica: bugs, malas prácticas, etc.

Una vez establecidas las tareas, se preparó el material para su puesta en marcha y se definió la propuesta gamificada. En este caso, en base a los resultados de las fases anteriores, se decidió emplear mecánicas de juego competitivas simultáneamente con mecánicas colaborativas. Es decir, los participantes llevarían a cabo las tareas en equipo (teamwork), y dichos equipos competirán entre sí.

Por último, se configuró Gamiware con todos estos datos bajo el rol de *Gamification Master*. Se dividió a los participantes de manera aleatoria en equipos de 4 personas y se designó un responsable en cada equipo. Una vez formados los grupos, se les explicó brevemente el funcionamiento del experimento y cómo debían registrar sus resultados en la herramienta.

C. Instrumentos y procedimiento de recopilación de datos

Para los propósitos de la investigación, se entregaron dos cuestionarios a los participantes: el primero de ellos, como se ha explicado en el apartado anterior, se facilitó antes de iniciar la prueba y su objetivo era determinar el perfil de jugador de los participantes. Este cuestionario contaba con 30 preguntas con dos respuestas a ele-

¹² <http://matthewbarr.co.uk/bartle/>

gir y está basado en el test de Bartle (Bartle, 1996). La recopilación de datos se realizó manualmente participante a participante en la misma sesión.

Tras la ejecución de la prueba piloto, se les entregó otro cuestionario distinto que pretendía medir la motivación intrínseca de los participantes en relación a las tareas SPI realizadas. Para la realización de este cuestionario se partió del “task evaluation questionnaire” del *Intrinsic Motivation Inventory* (IMI) (Ryan et al., 1991). Así, se seleccionaron aquellas preguntas que se consideraron relevantes para los objetivos de investigación y se adaptaron, sin cambiar su naturaleza, al contexto de uso con Gamiware.

Desde este modo, el cuestionario de evaluación de la motivación acabó formado por 9 elementos bajo una escala de Likert de 5-puntos que contenía cuestiones relacionadas, entre otras, con el interés en la tarea, la competencia y el incremento de motivación intrínseca percibido bajo Gamiware. Pueden comprobarse los distintos elementos de este cuestionario en la Tabla 6.14.

6.3.3.2. Resultados

De los 24 participantes, sólo 22 completaron las dos encuestas (91,6%). En el primero de los cuestionarios, 10 participantes fueron etiquetados como de tipo *Achiever* (45%), 4 participantes como de tipo *Killer* (18%), 3 participantes como de tipo *Explorer* (14%) y, finalmente, 5 participantes como *Socializers* (23%).

Por lo que respecta al segundo cuestionario, las respuestas de los elementos de la escala de Likert fueron codificadas numéricamente (5 = strongly agree, 4 = agree, 3 = neutral, 2 = disagree, 1 = strongly disagree) y se calculó la media para cada uno de esos elementos. La frecuencia de cada una de esas respuestas, junto con los significados de los elementos, están representados en la tabla 6.6. Los resultados muestran que un 82% pudieron comprobar lo bien que hicieron las tareas en comparación con el resto de participantes. Mientras que para el 44% el uso de la herramienta hizo las tareas más divertidas, sólo un 18% de los participantes se sintió relajado a la hora de realizar dichas tareas. A pesar de ello, el 73% está satisfecho con su rendimiento cuando sólo el 45% se consideraban con destreza a la hora de realizarlas. Por otro lado, el 27% de los participantes se sintieron presionados a la hora de realizar dichas tareas y, tras trabajar sobre ellas durante un tiempo, se sintieron muy competentes. Para finalizar, y a pesar de la tensión experimentada o de la falta de destreza, el 82% de los participantes percibió que el uso de Gamiware incrementó su motivación a la hora de realizar las tareas.

Preguntas	Strongly agree	Agree	Neutral	Disagree	Strongly disagree	Media
Me di cuenta de lo bien que hice las tareas, en comparación con otros participantes	7	11	2	1	1	4
El uso de Gamiware hizo las tareas más divertidas	2	7	7	5	1	3.181
Me sentí relajado mientras realizaba las tareas	0	4	13	4	1	2.909
Estoy satisfecho con el rendimiento en mis tareas	6	10	5	2	0	4.045
Pensé que las tareas eran aburridas	1	2	5	10	4	2.363
Me sentí con bastante destreza en la realización de las tareas	4	6	5	4	3	3.181
Me sentí presionado mientras realizaba las tareas	2	4	7	6	2	2.772
Después de trabajar en las tareas durante un rato, me noté mucho más competente en ellas	4	12	6	0	0	3.909
En general, Gamiware ha incrementado mi motivación a la hora de realizar estas tareas	6	12	2	2	0	4

Tabla 6.13. Frecuencias y puntuaciones para los valores de la escala de Likert

6.3.3.3. Conclusiones

Los resultados de este estudio piloto sugieren que, a través del uso de la herramienta Gamiware, los participantes percibieron que su motivación se había visto incrementada a la hora de realizar tareas propias de iniciativas SPI. Además, la mayor parte de los participantes fueron conscientes de sus buenos resultados en comparación con los otros participantes. Por si fuera poco, una mayoría significativa se sintió satisfecha con su rendimiento, así como competente en la realización de las tareas. Por lo tanto, los resultados iniciales sobre la aplicación de Gamiware sugieren que el despliegue de una herramienta de este tipo podría ser apropiado y viable en las iniciativas de SPI (Herranz et al., 2015).

Sin embargo, aunque los resultados pueden considerarse como positivos, existen otros resultados más débiles que deben ser analizados. Entre estos resultados, nos encontramos con la falta de relajación a la hora de afrontar las tareas, o

incluso la falta de incremento en la diversión a la hora de realizar las tareas a través de la herramienta. Este último aspecto es llamativo, dado que las tareas en sí no fueron consideradas, en su gran mayoría, como aburridas. Por lo que respecta a estos resultados, es probable que la introducción de mecánicas de juego competitivas introduzca tensión a los participantes y este hecho pueda repercutir a su vez en una menor motivación y diversión, tal y como indican estudios anteriores (Hanus & Fox, 2015). Aun así, puede comprobarse, al menos en este estudio piloto, cómo la motivación no se ha visto aparentemente resentida. Esta circunstancia puede encontrarse justificada, por un lado, por la aparición del conocido estrés bueno (eustress), frente al estrés malo (distress) (McGonigal, 2011). Como comenta la autora Jane McGonigal (McGonigal, 2011), el estrés de tipo Eustress es muy común en el ámbito de los juegos y suele aparecer cuando jugador está explorando las potenciales recompensas por ganar un juego. Este estrés es positivo para el cuerpo humano y favorece el aprendizaje, el crecimiento y el logro, y por ende, una vez alcanzado el logro, la satisfacción en el trabajo y el rendimiento (McGonigal, 2011). Por otro lado, se han introducido mecánicas de colaboración en equipo con el objetivo de reducir la tensión de los participantes, tal y como se sugiere en otros estudios del ámbito académico (Hanus & Fox, 2015).

A pesar de estos notables resultados, existen diversas limitaciones que impiden plantear una generalización de los resultados. Debe tenerse en cuenta que el estudio piloto ha sido realizado con una muestra limitada y en un entorno académico. Por un lado, los participantes no fueron seleccionados aleatoriamente y sus características demográficas no eran uniformes. Además, tal y como otros autores han indicado (Hamari et al., 2014), los efectos de la gamificación son enormemente dependientes del contexto de implementación y de los usuarios, por lo que unos resultados obtenidos en el ámbito educativo no deberían ser generalizables al ámbito profesional. Todas estas consideraciones deberán ser tenidas en cuenta en futuras validaciones empíricas.

6.4. Beneficios complementarios de aplicar gamificación en SPI

Como se ha venido repitiendo a lo largo de esta tesis doctoral, el principal propósito es incrementar la motivación intrínseca de las personas implicadas en la gestión del cambio organizacional relacionada con las iniciativas SPI así como su rendimiento. Sin embargo, la aplicación de gamificación en este contexto puede reportar otro tipo de beneficios complementarios. Estos beneficios, que describiremos brevemente a continuación, están relacionados con un potencial incremento de la pro-

ductividad y *engagement* del empleado, y con la reducción de la resistencia al cambio.

6.4.1. Incremento de la productividad, el engagement y la competitividad

La definición más aceptada de *engagement* corresponde con la formulada por (Kahn, 1990). De hecho, en el ámbito de los recursos humanos, el *engagement* guarda una relación directa con el compromiso y, en muchos casos, es un término análogo al compromiso (*commitment*) citado en la literatura de SPI. En este caso, el compromiso se divide en compromiso del empleado con la organización, y en *engagement*, entendido como un compromiso a un nivel más profundo, más emocional, no tanto con la organización, sino con su trabajo y actividad en sí (Vance, 2006). Tal es la diversidad a la hora de tratarlo, que el *engagement* de los empleados se define comúnmente como el compromiso emocional de los empleados con la organización y sus objetivos. Los empleados que están vinculados/comprometidos (en el sentido de *engaged*) a su trabajo y que están comprometidos con sus organizaciones aportan a sus empresas unas ventajas competitivas cruciales - como una mayor productividad y menor rotación de los empleados. Por lo tanto, no es sorprendente que las organizaciones de todos los tamaños y tipos hayan invertido sustancialmente en las políticas y prácticas que fomentan la participación y el compromiso en su fuerza de trabajo (Vance, 2006).

Por lo tanto, y a pesar de que el marco gamificador está enfocado principalmente al incremento de la motivación intrínseca, se incrementará también el compromiso más emocional del empleado (el *engagement*) con la actividad en sí, y no tanto con la organización. La gamificación puede usarse en el trabajo para incrementar el *engagement* del empleado, especialmente si el trabajo es tedioso y repetitivo (McGonigal, 2011). Sabemos que el compromiso guarda una fuerte relación con la motivación (Abrahamsson, 2001; Thomas, 2000) y asumimos que, para lograr el compromiso, es necesario motivar (Baddoo & Hall, 2002). Incluso, determinados estudios en el ámbito de la gestión del talento argumentan que la motivación y el compromiso son componentes casi indistinguibles, siendo el compromiso un componente de la motivación (Meyer et al., 2004).

Por último, al motivar a los empleados y aumentar su identificación con la empresa, las organizaciones aspiran a aumentar la productividad. Más específicamente, los cambios organizacionales son medios viables para reducir el coste de producción y para mejorar la calidad del producto (Bertschek & Kaiser, 2004).

En relación a esta productividad, algunos estudios han revelado que las mecánicas de juego de puntos y las dinámicas de narrativa tienen un impacto significativo en la percepción del rendimiento del aprendizaje y en las motivaciones intrínsecas, y esto demuestra la habilidad de la gamificación para mejorar los resultados organizacionales y el rendimiento en el trabajo (Herzig, Ameling, & Schill, 2012). Por si fuera poco, existen otras investigaciones (Webb & Cantú, 2013) que demuestran de manera empírica en organizaciones cómo los trabajadores que están más involucrados (*engaged*) son un 43% más productivos y, además, dichas empresas cuentan con un 6% de margen de beneficio adicional. Además, este estudio señala que las empresas con empleados plenamente comprometidos cuentan con un rendimiento accionario cinco veces superior a los cinco años.

La competitividad no queda el margen de la influencia de la gamificación. SPI es una herramienta para mejorar la competitividad de las organizaciones y esta competitividad se basa en el conocimiento y el *engagement* de las personas que trabajan en ella (Pries-Heje et al., 2010), que son aspectos que la gamificación ha demostrado potenciar (McGonigal, 2011).

6.4.2. Reducción de la resistencia al cambio

La resistencia al cambio está bien representada en la fase de Resistencia del Modelo de Cambio de Satir (Satir, Banmen, Gerber, Gomori, & others, 1991). Durante esta fase, las personas se enfrentan con un agente externo que les requiere un cambio. Este elemento externo amenaza la estabilidad y las personas implicadas reaccionan cerrándose al cambio y negando su necesidad y validez. A lo largo de la duración de la fase de Resistencia, el rendimiento de las personas desciende drásticamente hasta una siguiente fase, denominada Caos, donde se comienza a aceptar el cambio, pasando a las fases de Integración y Nuevo *Status Quo* donde el cambio se integra y el rendimiento se dispara tras la adopción de dicho cambio.

Este modelo de cambio fue inicialmente concebido para terapias psicológicas en el seno de la familia, pero ha sido aplicado de manera exitosa sobre cualquier grupo de personas y también en la ingeniería del software. De hecho, el investigador Weinberg (Weinberg, 1997) apoya el punto de vista de este modelo destacando que el rendimiento en un proyecto de software se comporta ante un cambio del mismo modo como se indica el modelo de cambio de Satir. Weinberg sostiene que las personas en la fase de Caos se ponen a la defensiva debido a que se despiertan sus viejos miedos de supervivencia. Cuando las personas se exponen a cambios y tiene que abandonar el antiguo status quo, suele darse un patrón de resistencia, como por ejemplo, no aparecer en las reuniones o evitar nuevos retos. El Modelo

de Cambio Satir hace hincapié en que es necesario superar esta fase del caos para llegar a un mejor desempeño.

Por lo tanto, en base a la investigación de Weinberg, se espera que una organización, ante una iniciativa SPI (que de por sí implica un cambio), experimente un comportamiento similar al representado en el modelo de Satir. Por ello, se podría afirmar que el marco de referencia de aplicación de gamificación a SPI, si bien no eliminaría esa resistencia al cambio, sí minimizaría su duración y la caída de rendimiento asociada. Las razones que sustentan esta afirmación se basan en que el marco gamificador aspira a incentivar la motivación intrínseca a través de una propuesta que alinea los objetivos de las personas implicadas con los del negocio y donde además es recomendable que la participación en dicha propuesta sea voluntaria. Además, si la propuesta se ve complementada por elementos ajenos a la gamificación como la necesidad de comunicación y transparencia, se deduce que la resistencia al cambio se verá reducida sustancialmente.

Capítulo 7

Validación empírica

En este capítulo se presenta la validación empírica puesta en marcha con el objetivo de verificar que el marco metodológico propuesto en esta tesis doctoral contribuye a una mejora de la motivación intrínseca de los agentes involucrados y a la mejora de rendimiento en actividades SPI. Para ello, se presentan los objetivos y las hipótesis de investigación que se pretenden validar en esta validación empírica. La puesta en marcha de esta validación corresponde, fundamentalmente, con el caso de estudio de la empresa XYZ que se presenta en este capítulo. En esta línea, se realiza en primer lugar una descripción de la organización y de su proceso de trabajo. Posteriormente, se señalan las actividades SPI a realizar y sus objetivos, y se profundiza en la descripción de los participantes desde varias perspectivas complementarias. Partiendo de esta base, se define paso a paso cómo será el experimento y los distintos mecanismos de recopilación de datos empleados. A continuación, se detallan de manera segmentada los resultados obtenidos en el caso de estudio, en función de cada una de las hipótesis de investigación establecidas. Para finalizar el caso de estudio, se presenta una discusión de los resultados y unas conclusiones parciales. Por último, para terminar el capítulo, se describen brevemente las aproximaciones realizadas a otras organizaciones y se realiza un contraste de hipótesis en función de los resultados obtenidos del caso de estudio de XYZ. Cabe destacar que se iniciaron los trámites para la participación de otras empresas como ABC y DEF, aunque finalmente no pusieron en marcha el marco metodológico.

7.1. Objetivos

El principal objetivo de esta validación empírica es verificar que el marco metodológico presentado contribuye a una mejora de la motivación intrínseca de los agentes involucrados, así como a incrementar el rendimiento en el desarrollo de actividades SPI. A continuación, se describe el objetivo general de la presente tesis doctoral:

“Crear un marco metodológico que aplique gamificación en las iniciativas SPI con el fin de incrementar la motivación intrínseca y el rendimiento de los agentes involucrados”

Este objetivo general puede dividirse a su vez en sub-objetivos, que pasamos a señalar:

- **Objetivo 1.** Investigar y recopilar información de otros posibles modelos y aproximaciones en la comunidad científica y en la industria.
- **Objetivo 2.** Formalizar un marco metodológico sencillo de entender y de implementar que, a través de gamificación, permita el logro del objetivo principal.
- **Objetivo 3.** Adaptar el marco metodológico propuesto a las particularidades de cada grupo de profesionales software y de los roles SPI.
- **Objetivo 4.** Diseñar y desarrollar una herramienta software que soporte la implementación del marco metodológico presentado en iniciativas SPI reales.
- **Objetivo 5.** Definir una aproximación de integración de este marco metodológico en los actuales modelos de SPI orientados a la gestión del cambio organizacional.
- **Objetivo 6.** Evaluar el impacto y los resultados de la aplicación del marco metodológico propuesto en un entorno productivo.

Teniendo en cuenta los objetivos señalados, la **hipótesis de investigación** que se trata de validar mediante el desarrollo de este trabajo de investigación, es la siguiente:

Si es posible establecer un marco metodológico que aplique gamificación en las iniciativas de mejoras de proceso software (SPI) el cual mejore la motivación intrínseca y el rendimiento de los agentes involucrados

Entonces las organizaciones software que adopten dicho marco podrán:

- **SUBHIPÓTESIS 1:** Incrementar la motivación intrínseca del personal implicado de manera directa en la iniciativa SPI. Este incremento de motivación permitirá fomentar la adopción de estas iniciativas de mejora.
- **SUBHIPÓTESIS 2:** Mejorar el rendimiento de los participantes en las actividades SPI mediante el uso de diversas técnicas de gamificación, articuladas en una propuesta resultante de la puesta en marcha del marco metodológico. En conjunto, esto permitirá incrementar las posibilidades de éxito de cualquier iniciativa SPI.

Para la validación de estas subhipótesis se ha aplicado el método del caso de estudio en una organización que previamente había puesto en marcha de manera fallida iniciativas SPI. Este caso de estudio se describe de manera pormenorizada en el siguiente apartado y se ha publicado en (Herranz et al., 2018).

7.2. Caso de estudio XYZ

7.2.1. Descripción de la organización. Proceso de trabajo

XYZ es una empresa de desarrollo software española que implementa diferentes tipos de sistemas de la información: aplicaciones móviles, sistemas de información geográfica, sistemas de gestión de contenidos web y mantenimiento software, entre otros. Estos proyectos están desarrollados empleando tecnologías de Microsoft, Java (incluyendo Android) y también Apple iOS. Normalmente, estos proyectos tienen una duración media de 4-5 meses.

En el momento de la puesta en marcha del experimento (noviembre-diciembre 2017), XYZ tenía 45 empleados y una facturación anual de 1.7 millones de euros. En base a estos datos y a la definición de la Unión Europea (European Commission, 2005) como para pequeñas y medianas empresas y a los datos recopilados por (Ayyagari, Demirgüç-Kunt, & Beck, 2003), XYZ puede ser considerada como una organización pequeña.

El **proceso de desarrollo software** empleado en XYZ está resumido en la figura 7.1 que se muestra a continuación. Este proceso fue modelado junto con el Director de Operaciones de XYZ a través de una sesión de trabajo donde se identificaron los elementos que conforman el proceso, así como los roles implicados. El conocimiento de este proceso de desarrollo software es una parte esencial de la fase 3 del marco metodológico (ver apartado 6.2.2.4) para poder situar la actividad SPI a gamificar dentro del proceso de trabajo e identificar puntos de mejora.

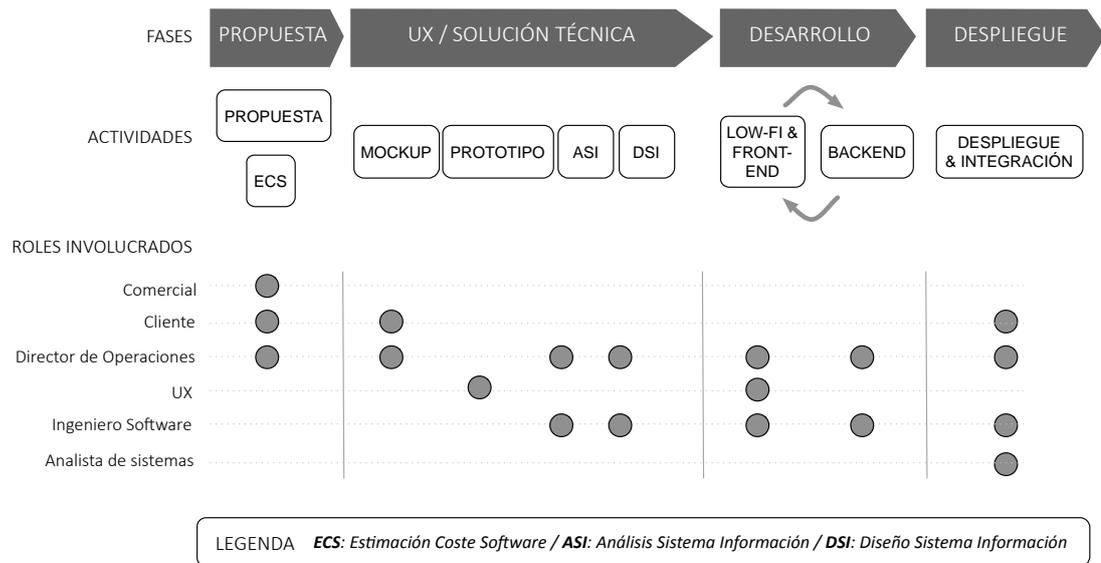


Figura 7.1. Proceso de desarrollo software de XYZ

Como se puede observar en la figura 7.1., los roles involucrados dentro de su proceso de desarrollo software a nivel general son: comercial de ventas, cliente, director de operaciones, UX (experiencia de usuario), ingeniero software y analista de sistemas. En este caso, se ha obviado al gerente de más alto nivel (CEO). Por su lado, el Director de Operaciones lleva a cabo labores de dirección de proyecto además de supervisión global de los proyectos y del proceso de desarrollo software.

A lo largo de su historia, XYZ ha puesto en marcha varias iniciativas SPI. La primera de ellas consistió en la obtención de una certificación ISO/IEC 90003:2014 en 2003. Sin embargo, los procesos certificados necesitaron ser completados y actualizados para mejorar el rendimiento organizacional. En 2016, XYZ inició otra iniciativa SPI para mejorar la calidad de los procesos de pruebas software, pero no se finalizó debido a la falta de disponibilidad y motivación del personal involucrado en el proceso de mejora. Nuevamente, en 2017, XYZ puso en marcha una iniciativa SPI que es la que corresponde con este caso de estudio. Esta iniciativa consiste en la mejora de las tareas de estimación de proyectos y en la mejora de la planificación de procesos, todo ello a través de la aplicación del marco metodológico presentado en esta tesis doctoral.

7.2.2. Objetivos de negocio y SPI

Como resultado de las conversaciones con el Director de Operaciones de XYZ, se establecieron dos objetivos de negocio establecidos para este caso de estudio. Cada uno de estos objetivos se describen a continuación:

- **Objetivo de negocio 1:** Mejorar la capacidad del personal a la hora de identificar las tareas a finalizar durante la semana. El principal aspecto a mejorar es la precisión a la hora de identificar qué tareas van a ser incluidas en el plan de proyecto y su relación con los artefactos que se crearán durante el proceso de desarrollo software.
- **Objetivo de negocio 2:** Mejorar la capacidad del personal de estimar el esfuerzo necesario para una tarea. En este caso, se trata de mejorar la precisión en la estimación de los esfuerzos que se tienen que llevar a cabo durante el desarrollo de un proyecto software.

Para que esta iniciativa SPI con gamificación sea sostenible en el tiempo, es necesario que estos objetivos de negocio estén alineados con los objetivos de los participantes (Werbach & Hunter, 2012). En este caso, se puede anticipar que ambos objetivos de negocio estarían alineados, al menos, con la motivación intrínseca de la satisfacción por el trabajo bien hecho, el cual ha sido identificado como uno de los principales motivadores para los grupos de profesionales de los Desarrolladores

software (Baddoo & Hall, 2002). De manera complementaria, se analizaron los objetivos de negocio bajo el criterio SMART (Doran, 1981), confirmándose el cumplimiento de los criterios en ambos casos, tal y como se recomienda en la fase 2 del marco metodológico presentado en esta tesis doctoral (ver apartado 6.2.2.2).

Los KPIs asociados a cada uno de estos objetivos de negocio están reflejados en la tabla 7.1 siguiente:

Objetivos de negocio	KPIs
Mejorar la capacidad del personal a la hora de identificar las tareas a finalizar durante la semana	KPI 1: Promedio/ratio de las tareas que no necesitan ser finalizadas en la semana
Mejorar la capacidad del personal de estimar el esfuerzo necesario para una tarea	KPI 2: Promedio/ratio de las tareas que cumplen su estimación KPI 3: Diferencia promedio entre horas estimadas y horas efectivamente invertidas en un proyecto KPI 4: Promedio/ratio de los hitos de facturación correctamente alcanzados

Tabla 7.1. KPIs de los objetivos de negocio de XYZ

Por lo que respecta a los objetivos SPI, estos son:

- **Objetivo SPI 1:** Mejorar la habilidad de identificar tareas orientadas en el desarrollo de artefactos específicos.
- **Objetivo SPI 2:** Definir heurísticas o criterios que faciliten la estimación en horas del esfuerzo necesario para completar una tarea.
- **Objetivo SPI 3:** Definir un repositorio donde almacenar datos históricos del esfuerzo requerido para desarrollar diferentes tipos de actividades dentro de un proyecto software.

Las métricas asociadas a cada uno de estos objetivos SPI están reflejadas en la siguiente tabla 7.2:

Objetivos SPI	Métricas
Mejorar la habilidad de identificar tareas orientadas en el desarrollo de artefactos específicos	Métrica 1: Ratio de tareas del proyecto software correctamente identificadas sin necesidad de tener que ser desglosadas
Definir heurísticas o criterios que faciliten la estimación en horas del esfuerzo necesario para completar una tarea	Métrica 2: Ratio de tareas del proyecto software que han tenido una variación de tiempo mayor de un 10% frente a la estimación
Definir un repositorio donde almacenar datos históricos del esfuerzo requerido para desarrollar diferentes tipos de actividades dentro de un proyecto software	Métrica 3: Ratio de esfuerzo (tiempo de dedicación) estimado y real de las tareas del proyecto software

Tabla 7.2. Métricas de los objetivos SPI de XYZ

Por último, la relación entre los objetivos de negocio y los objetivos SPI es la siguiente: el primero de los objetivos de negocio está relacionado con el primero de los objetivos SPI, mientras que el segundo de los objetivos de negocio está relacionado con dos restantes objetivos SPI. Esta relación está resumida en la siguiente tabla 7.3.

Objetivos de negocio	Objetivos SPI
BO1: Mejorar la capacidad del personal a la hora de identificar las tareas a finalizar durante la semana	SPIO1: Mejorar la habilidad de identificar tareas orientadas en el desarrollo de artefactos específicos.
BO2: Mejorar la capacidad del personal de estimar el esfuerzo necesario para una tarea	SPIO2: Definir heurísticas o criterios que faciliten la estimación en horas del esfuerzo necesario para completar una tarea SPIO3: Definir un repositorio donde almacenar datos históricos del esfuerzo requerido para desarrollar diferentes tipos de actividades dentro de un proyecto software

Tabla 7.3. Relación entre objetivos de negocio y SPI en XYZ

7.2.3. Tareas SPI

Las actividades SPI impactadas directamente por los objetivos SPI indicados anteriormente fueron “Planificación de proyectos” y “Estimación de tareas y seguimiento”. De hecho, dentro del ámbito del SPI en PYMES, los procesos de mejora software relacionados con la planificación de proyectos se encuentran en la lista de las iniciativas SPI más frecuentes (Valtierra, Muñoz, & Mejía, 2013) y que mayor proyección están teniendo (Kuhrmann et al., 2016).

La primera de las actividades (**Planificación de proyectos**) se descompuso en tres tareas a su vez:

- Tarea 1: Definición del plan de proyecto con la mayor exhaustividad posible, teniendo en cuenta los siguientes factores: Nivel de detalle, Secuencialidad/Paralelización y Dependencia.
- Tarea 2: Identificación de hitos de proyectos relacionados con hitos de facturación.
- Tarea 3: Monitorización del progreso del plan de proyecto.

Por lo que respecta a la primera de las tareas, se les pidió a los participantes el mayor nivel de detalle posible a la hora de describir y definir las tareas. Además, se les señaló la importancia de paralelizar tareas, siempre y cuando fuera posible. Por último, a la hora de definir las tareas a realizar, era necesario conocer las dependencias entre ellas para evitar bloqueos.

La segunda de las actividades (**Estimación de tareas y seguimiento**) se descompuso también en tres tareas:

- Tarea 1: Identificación de tareas semanales atómicas.
- Tarea 2: Estimación del esfuerzo de las tareas.
- Tarea 3: Registro del esfuerzo real para completar una tarea.

Es importante señalar que, tal y como se describió en el apartado 2.1.4, la naturaleza de ambas actividades es más algorítmica que heurística (más complejas y menos automatizables), siendo las tareas heurísticas las más apropiadas para aplicar técnicas de gamificación al ser más intrínsecamente motivadoras (Pink, 2011).

7.2.4. Participantes

De los roles especificados en la figura 7.1. (Proceso de desarrollo software de XYZ), participaron en el caso de estudio seis ingenieros software, además del director de operaciones. Este último sólo hizo las labores de árbitro, evaluando el desempeño de los ingenieros software en cuanto a sus tareas se refiere.

La experiencia de los ingenieros software involucrados varía desde los 1 hasta los 8 años y ha sido caracterizada desde tres perspectivas diferentes:

1. Desde la **perspectiva de la educación**, los participantes obtuvieron su título de Ingeniería Informática y de Ingeniería de Telecomunicaciones en la Universidad Carlos III de Madrid. Aquellos que estudiaron Ingeniería Informática (3 de 6) cuentan con un extenso conocimiento en el cuerpo de conocimiento de la ingeniería del software, incluyendo múltiples aspectos relacionados con competencias en la gestión y dirección de proyectos. Sin embargo, aquellos que estudiaron Ingeniería en Telecomunicaciones no fueron instruidos durante su formación en competencia en la dirección de proyectos software.
2. Desde la **perspectiva del proceso software**, los participantes contaban con experiencia en los procesos de diseño, implementación y pruebas. A pesar de ello, tenían muy poca experiencia en las actividades de planificación y seguimiento que han sido seleccionadas en el proceso de mejora software.
3. Desde una **perspectiva tecnológica**, los proyectos desarrollados por los ingenieros software involucrados estaban relacionados con el desarrollo web front-end con HTML 5, Windows (.NET) y desarrollo de aplicaciones móviles (iOS y Android). Por lo que respecta a los desarrollos en el back-end, las tecnologías involucradas en los proyectos desarrollados por XYZ son *frameworks* .NET y J2EE.

Una vez caracterizada la experiencia de los participantes, es necesario identificar los roles SPI a los que se corresponden, en base a la literatura científica existente. En la tabla 7.4 se muestra una correspondencia entre los roles software de XYZ, los grupos de profesionales de Baddoo y Hall (Baddoo & Hall, 2002, 2003) y los roles SPI reflejados en el modelo de Humphrey (Humphrey, 1989) y el modelo de Johansen y Pries-Heje (Johansen & Pries-Heje, 2007).

SOLUSOFT	Baddoo & Hall	Humphrey	Johansen & Pries-Heje
UX			
Ingeniero Software	Desarrolladores	Agente de cambio	Miembros SPI
Analista de sistemas			
-----	-----		-----
	Directores de proyecto		Responsables SPI
Director de Operaciones		-----	-----
	-----	Defensor (<i>champion</i>)	Líder iniciativa SPI
		-----	-----
	Gerentes senior	Patrocinadores (<i>sponsors</i>)	Organizador proyecto (miembro comité directivo)

			Altos directivos

Tabla 7.4. Correspondencia entre roles XYZ en iniciativa SPI, grupos de profesionales y roles de SPI

Esta correspondencia permite acotar el alcance de la investigación en el ámbito SPI a los Desarrolladores de (Baddoo & Hall, 2002, 2003), a los identificados como Agentes de Cambio por parte de (Humphrey, 1989) y a los Miembros SPI de (Johansen & Pries-Heje, 2007). Además, facilitará la posterior identificación de motivadores y desmotivadores, ya estudiado previamente en los apartados 6.1.1.1 y 6.1.1.2.

Previamente a definir la propuesta de gamificación, es necesario caracterizar a los participantes mediante el test de Bartle (Bartle, 1996). Los resultados obtenidos de la aplicación de este test, divididos por los equipos participantes descritos más adelante, son los indicados en la siguiente tabla 7.5.

Equipo	Participantes	Killer	Socializer	Explorer	Achiever
1	Ingeniero software 1	40%	40%	80%	40%
	Ingeniero software 2	27%	60%	73%	40%
2	Ingeniero software 3	67%	60%	20%	53%
	Ingeniero software 4	0%	67%	80%	53%
3	Ingeniero software 5	53%	47%	60%	40%
	Ingeniero software 6	47%	40%	80%	33%
	Media	39%	52.3%	65.6%	43.2%

Tabla 7.5. Perfil de Bartle de los ingenieros software de XYZ

La descripción de los proyectos software desarrollados por cada equipo son:

- Equipo 1: aplicación web empleando tecnología .NET para la gestión de las operaciones del mercado central de Madrid.
- Equipo 2: aplicación web empleando tecnología .NET para la gestión de las operaciones comerciales de una nueva promotora de viviendas.
- Equipo 3: red social empresarial para los usuarios de la empresa de transporte de autobuses públicos de Madrid, con el objetivo de mejorar la comunicación entre los usuarios y la compañía. La aplicación se desarrolló en tecnologías nativas para iOS y Android.

7.2.5. Definición del experimento

Tal y como se ha ido describiendo, el experimento llevado a cabo ha consistido en la puesta en marcha del marco metodológico de gamificación presentado en esta tesis doctoral, con el objetivo de mejorar las actividades SPI de planificación y estimación en tres proyectos de XYZ. El experimento se ha extendido a lo largo de 11 semanas. Las fases consideradas cronológicamente, con sus elementos de entrada-salida y los roles implicados, están reflejadas en la figura 7.2.

SEMANA	ENTRADA	ACTIVIDADES	SALIDA	ROLES		
				Investigador	Director de Operaciones	Ingenieros Software
S0	- Objetivos investigación - Marco metodológico	Objetivos experimentación y selección de contexto	- Objetivos investigación - Selección organización - Objetivos negocio	●		
S1	- Selección organización - Objetivos de negocio	Fase 1: Viabilidad	- Comprobación viabilidad	●	●	
	- Comprobación viabilidad	Fase 2: Objetivos de negocio y SPI	- Objetivos SPI y métricas - Mejoras específicas a implementar	●	●	
	- Objetivos SPI - Mejoras específicas a implementar	Fase 3: Actividades & Comportamientos	- Actividades SPI y análisis del comportamiento	●	●	
S2	- Actividades SPI y análisis comportamiento	Fase 4: Definición jugadores & Motivaciones	- Caracterización participantes basado en perfil de Bartle y en test IMI inicial	●	●	●
S3	- Descripción de jugador y de actividades	Fase 5: Elementos de gamificación	- Propuesta de gamificación - Esquema recompensas	●	●	
S4-10	- Propuesta gamificación - Esquema recompensas	Fase 6-8: Implementación de la iniciativa de gamificación	- Métricas SPI y gamificación - Cuestionario final IMI - Observaciones - Entrevistas	●	●	●
S11	- Objetivos experimento - Cuestionarios IMI - Métricas SPI y gamificación - Observaciones y entrevistas	Análisis de resultados	- Resultados experimento - Discusión	●		

Figura 7.2. Fases del experimento en XYZ

Por lo tanto, de cara a poner en marcha el experimento, lo primero que se hizo fue definir los objetivos de la experimentación y cuál sería el contexto organizacional idóneo para lograrlos. Partiendo de esta base, se localizó a XYZ y, tras confirmar su predisposición a participar, se tuvo una reunión con su director de operaciones. En esta reunión, se explicaron los detalles del experimento y, en base a los datos aportados, se evaluó la viabilidad de la puesta en marcha del marco metodológico de gamificación.

Para evaluar la viabilidad se analizaron los principales factores especificados en el apartado 6.2.2.1. y 6.2.4. Entre estos factores, se confirmó verbalmente con el Director de Operaciones que XYZ contaba con una filosofía de prueba y error, que disponían de los recursos necesarios, así como que el experimento contaba con el compromiso de la alta dirección. También se evaluó que la infraestructura SPI se encuentra en un punto intermedio entre una estructura organizacional jerárquica y plana. Además, se estimó previamente la falta de posible de conflictos entre los

participantes y se aseguró un canal de comunicación abierto de manera continua entre los investigadores y los participantes. Sin embargo, no se detectó una sensación de urgencia en la puesta en marcha del experimento ni se profundizó en el análisis cultural de la organización.

A continuación, se determinaron los objetivos de negocio y SPI, y una vez establecidos, se especificaron las actividades y comportamientos a mejorar, todos ellos descritos en el apartado 7.2.2 (Objetivos de negocio y SPI) y 7.2.3 (Tareas SPI), respectivamente. Una vez conocidas las tareas SPI, se definió junto con XYZ el proceso de desarrollo software, representado en la figura 7.1. Posteriormente, en la siguiente semana, se analizaron los motivadores y desmotivadores correspondientes al perfil Desarrolladores de (Baddoo & Hall, 2002, 2003), tal y como se ha profundizado en el apartado 7.2.4 (Participantes). Adicionalmente, los participantes realizaron el test de Bartle, cuyos resultados se han presentado en la tabla 7.5. Los resultados de este test indican que el promedio de los participantes tiene un perfil predominante de Explorador. Sin embargo, debido a la naturaleza de las actividades de desarrollo software a mejorar y la complejidad de crear o desarrollar un juego basado en una mecánica de juego exploratoria, esta aproximación óptima fue descartada por el director de operaciones de XYZ. Por ello, se optó por crear una propuesta de gamificación orientada a cubrir de manera subóptima el resto de perfiles de Socializer, Achiever y Killer.

En la tercera semana de experimento, se puso en marcha una de las fases más representativas del marco metodológico presentado. La definición de todos los elementos de gamificación se realiza en el siguiente apartado.

7.2.5.1. Definición de los elementos de gamificación

Partiendo de la aproximación respecto de los perfiles de Bartle anteriormente explicada, se planteó una propuesta de gamificación siguiendo las directrices indicadas en la definición del marco metodológico (ver apartado 6.2.2.5, **Elementos de gamificación**). En esta línea, se llevaron a cabo las siguientes tareas:

1. **Aplicación del método de asignación de técnicas de gamificación a SPI.**

Este método de asignación está descrito en el apartado 6.1.2.2. y se divide en 3 fases:

- **Fase 1: Propuesta de alto nivel** siguiendo el modelo de (Werbach & Hunter, 2012). Para ello, dado que las tareas SPI corresponden con la planificación de proyectos y con el seguimiento y estimación, se consideró que la Dinámica más adecuada que guiaría toda la propuesta de gamificación debía ser la Progresión. Con esta progresión, se pretende generar en el usuario una sensación de progreso y de oportunidad de

mejora del usuario (Werbach & Hunter, 2012). En base a la dinámica de la Progresión, se identificaron qué mecánicas de juego podrían implementarse para lograr dicha Progresión para, a continuación, localizar componentes de juego que pudieran canalizar las mecánicas seleccionadas. En la tabla 7.6 se representan estas dinámicas, mecánicas y componentes.

Dinámicas	Mecánicas	Componentes
Progresión	Cooperación Competición Retos Recompensas <i>Feedback</i>	Logros Insignias Ranking Niveles Puntos Barra de progreso

Tabla 7.6. Propuesta de gamificación de alto nivel para XYZ

En base a estos resultados, se revisaron estudios que determinan cuáles son los elementos de gamificación que mejor funcionan en los equipos de desarrollo software (Muñoz, Hernández, Mejía, Gasca-Hurtado, & Gómez-Alvarez, 2017). Tras esto, se definió la siguiente propuesta de gamificación a alto nivel:

Dinámica de progresión mediante un juego dirigido (Burke, 2016) basado en una competición por equipos (cooperación entre los miembros del equipo) para el logro de una serie de retos preestablecidos, con el mayor feedback posible, todo ello bajo un esquema de recompensas conocido y aceptado por todos los participantes. La puesta en marcha de estas mecánicas será visible a través de la asignación de puntos, que permitirá avanzar por determinados niveles, donde la posición con respecto al resto de equipos se visualizará en rankings.

- **Fase 2: Propuesta de bajo nivel** siguiendo el modelo de (Chou et al., 2015). En este caso, tal y como se especifica en el apartado 6.1.2.2. , se vinculó la dinámica de Progresión del modelo de (Werbach & Hunter, 2012) con los *Core-Drives* de (Chou et al., 2015). Esto permitió identificar que el *Core-Drive* era el “Desarrollo y Realización”. En este caso, para el logro de dicho *Core-Drive*, los “*Game-Elements*” del modelo de (Chou et al., 2015) eran muy similares a los componentes anteriores de (Werbach & Hunter, 2012) representados en la tabla 7.6.

- **Fase 3: Análisis del equilibrio motivacional** intrínseco-extrínseco. Este análisis se realizó empleando la herramienta online de Yukai Chou¹³ y siempre según la percepción del investigador. Los sesgos que se puedan introducir en este punto no se consideran relevantes, dado que esta fase sólo aspira a evaluar el equilibrio motivacional. Por lo tanto, en base a la propuesta de gamificación preliminar, se ajusta la intensidad de aplicación de cada uno de los *Core-Drives* de (Chou et al., 2015). La asignación de puntuación a cada uno de los *Core-Drives* se describe a continuación, y el resultado de la ejecución de la herramienta puede observarse en la figura 7.3.
 - *Epic Meaning and Calling* (“Meaning”): puntuación 1. Los participantes no percibirán que estén haciendo una actividad épica, que está por encima de ellos.
 - *Development and Accomplishment* (“Accomplishment”): puntuación 9. Este es el Core-Drive principal, directamente relacionado con la dinámica de Progresión de (Werbach & Hunter, 2012). Los participantes percibirán que están enfrentándose a retos que les permite mejorar sus habilidades y progresar.
 - *Empowerment of Creativity and Feedback* (“Empowerment”): puntuación 2. La creatividad de los participantes no jugará un papel fundamental a la hora de desempeñar las actividades SPI seleccionadas. Sin embargo, de sus acciones recibirán *feedback* lo más temprano posible.
 - *Ownership and Possession* (“Ownership”): puntuación 3. Los participantes podrán percibir que controlan las actividades SPI.
 - *Social Influence and Relatedness* (“Social Influence”): puntuación 5. La propuesta de gamificación preliminar incluye elementos sociales como la competición por equipos, e incluso la envidia. Sin embargo, no se integran otros elementos sociales como la mentoría o el *feedback* social.
 - *Scarcity and Impatience* (“Scarcity”): puntuación 1. Las actividades SPI seleccionadas no serán nunca percibidas como exclusivas.
 - *Unpredictability and Curiosity* (“Unpredictability”): puntuación 2. En la propuesta de gamificación preliminar no se han introducido sorpresas, y las actividades SPI en sí no cuentan con muchos factores inesperados.

¹³ <http://www.yukaichou.com/octalysis-tool/>

- *Loss and Avoidance* (“Avoidance”): puntuación 6. Los participantes deberán ser conscientes del nivel de criticidad de sus actividades SPI.

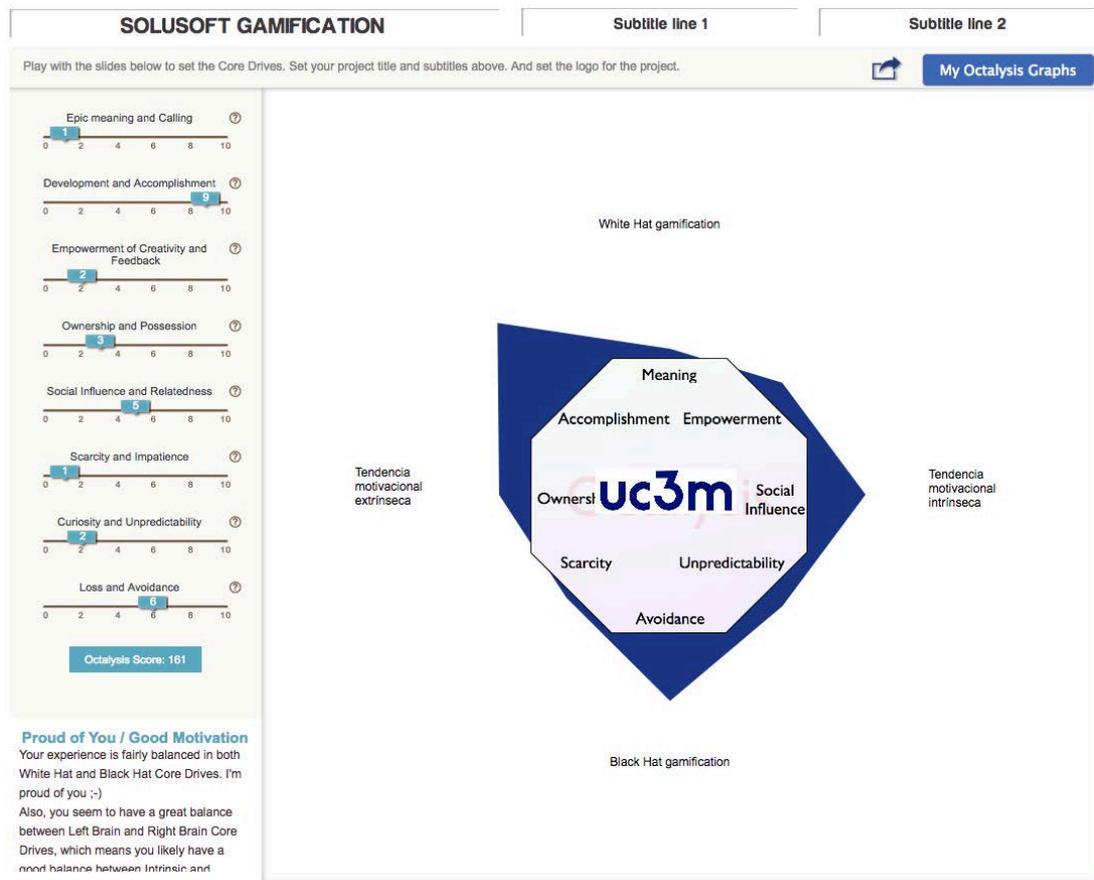


Figura 7.3. Análisis equilibrio motivacional propuesta de XYZ

En el resultado de la figura 7.3 se puede observar que existe un buen equilibrio motivacional en la propuesta planteada, por lo que no se considera necesario hacer ningún ajuste.

2. **Definición de métricas para las técnicas de gamificación:** en esta propuesta, las métricas estarán relacionadas con el **esquema de incentivos** o recompensas, el cual guiará toda la dinámica.

Para el desarrollo de este esquema de recompensas se revisaron las actividades SPI identificadas (ver apartado 7.2.3) junto el director de operaciones de XYZ. El objetivo de esta revisión era asignar el peso relativo de cada una de ellas, en base a la importancia de los comportamientos a incentivar. En esta línea, la asignación de pesos relativos fue la siguiente:

- Actividad 1, Planificación de proyectos: 35% respecto del total
 - Tarea 1.1, Identificación de tareas apropiadas: 33% peso.
 - Tarea 1.2, Identificación de hitos apropiados: 33% peso.

- Tarea 1.3, Monitorización del progreso del proyecto: 33% peso.
- Actividad 2, Estimación de tareas y seguimiento: 65% respecto del total
 - Tarea 2.1, Desglose de tareas detallado: 45% peso.
 - Tarea 2.2, Estimación del esfuerzo de las tareas: 45% peso.
 - Tarea 2.3, Registro del esfuerzo real para completar una tarea: 10% peso.

En base a estos pesos relativos, se estableció el esquema de recompensas representado en la tabla 7.7. Adicionalmente al esquema presentado, se estableció una penalización de -40 puntos por participante, con el objetivo de desincentivar las trampas.

Actividad	Tareas	Puntos / mes
1. Planificación de proyectos (35% sobre el total – Puntos totales: 48)	1.1. (Sólo en primera semana) Identificación de tareas apropiadas	12
	1.2. (Sólo en primera semana) Identificación de hitos apropiados	12
	1.3. (Cada semana desde la segunda semana) Monitorización –y registro- del progreso del proyecto - 8 puntos por semana	24
2. Estimación de tareas y seguimiento (65% sobre el total – Puntos totales: 88)	2.1. (Cada semana desde la segunda semana) Desglose de tareas detallado - 10 puntos por semana	40
	2.2. (Cada semana desde la segunda semana) Estimación del esfuerzo de las tareas - 10 puntos por semana	40
	2.3. (Cada semana desde la segunda semana) Registro del esfuerzo real para completar tareas - 2 punto por semana	8
Puntos totales		136

Tabla 7.7. Esquema de recompensas

Posteriormente, se representaron los puntos que se podrían conseguir durante una supuesta ejecución correcta de todas las actividades durante 4 semanas. Con este ejercicio, se pretendió analizar cuál podría ser la teórica evolución semanal de cada uno de los equipos involucrados en el experimento, bajo una perspectiva de máxi-

mos y se estableció como un punto de referencia de Maestría en las actividades. Los resultados de este ejercicio están reflejados en la siguiente tabla 7.8.

Semana	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	Total
Actividad 1	24	8	8	8	48
Actividad 2	22	22	22	22	88
Total	46	30	30	30	136

Tabla 7.8. Evolución esperada de puntos por semana.

En base a este ejercicio de puntos semanales, se establecieron unos niveles que los participantes debían intentar alcanzar y superar cada semana. Este desafío se articuló en la mecánica de juego de reto semanal para cada uno de los equipos participantes a través de los niveles. Como se ha indicado en el apartado 2.2.2.3, la existencia de niveles es considerada en la literatura (Hägglund, 2012; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Cunningham, 2011) como un componente de juego muy efectivo dentro de las propuestas gamificadas. Por lo tanto, los niveles establecidos están representados en la figura 7.4 siguiente.

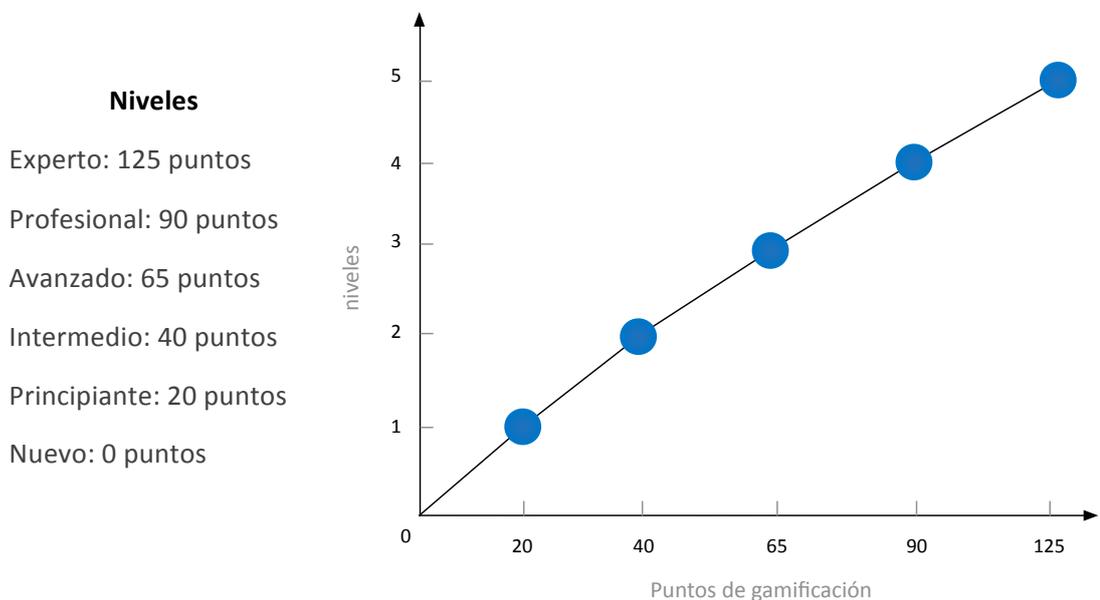


Figura 7.4. Niveles de referencia de rendimiento establecidos

3. **Establecer proceso de *feedback*:** en una primera propuesta se planteó a XYZ un proceso de *feedback* diario, siendo lo más cercano a las recomen-

daciones de la literatura, que recomienda un *feedback* en tiempo real (ver apartado 2.2, Fundamentos de Gamificación). Sin embargo, dado que dicho *feedback* se registra y evalúa manualmente, el director de operaciones de XYZ señaló que no disponía tiempo para evaluar el desempeño de los participantes y registrar una puntuación de manera diaria. Por lo tanto, se acabó consensuando un *feedback* de 2 días por semana, los lunes y viernes.

4. **Refinar y complementar propuesta gamificada:** por último, se refina y complementa la propuesta gamificada con la revisión de los modelos de gestión del cambio organizacional descritos en el apartado 2.2.1 y 3.3.4.1 y 3.3.4.2. A pesar de que dichos modelos se han tenido en cuenta a la hora de desarrollar el marco metodológico presentado, se identificaron algunos aspectos no reflejados explícitamente en la propuesta de gamificación inicial. Por un lado, las consideraciones de sobre la teoría del Flow (Csikszentmihalyi, 1997) arrojaban dos aspectos a tener en cuenta. El primero de ellos relacionado con la necesaria filosofía de prueba y error en la organización. Se debe eliminar la preocupación por los fallos y hacer ver que forman parte del aprendizaje. Para ello, se aseguró que los participantes fueran informados de la no existencia de castigos ante posibles malos resultados. Además, es necesario considerar que la actividad a desarrollar sea un fin en sí misma y un sentido de urgencia a la hora de ponerla en marcha (Kotter, 2009). Por último, según el modelo de cambio de (Conner & Patterson, 1982) es necesaria una fase de preparación donde los participantes tengan un contacto inicial con la propuesta de cambio y tomen conciencia de él. Todos estos aspectos, se incluyeron como puntos a tratar en la sesión de comunicación (ver apartado siguiente, 7.2.5.2).

En el siguiente apartado se describen los aspectos más relevantes de la parte de definición de la implementación, definida su ejecución durante 4 semanas, para finalmente extenderse hasta 6 semanas, tal y como se refleja en la figura 7.2.

7.2.5.2. Definición de implementación de la iniciativa

Antes de poner en marcha la iniciativa gamificada, se realizó una sesión comunicación presencial en las oficinas de XYZ de 40 minutos de duración. En esta sesión, se presentó la iniciativa a todos los participantes y se formaron equipos entre ellos. El esquema de recompensas se explicó y consensuó con todos los participantes y fue aceptado por todos los participantes.

Todo el material presentado en la sesión de comunicación se puso a disposición de todos los participantes a través de un repositorio compartido.

La implementación de la propuesta se realizó intentando impactar lo mínimo posible en el flujo de trabajo de los participantes en el experimento. Así, se decidió no usar la herramienta desarrollada Gamiware (ver apartado 6.3) dada la falta de integración de la herramienta en dicho flujo de trabajo de XYZ. Para las actividades involucradas en el caso de estudio, las herramientas utilizadas son las siguientes:

- Google Spreadsheet¹⁴: donde se realizaba el registro de,
 - Definición del plan de proyecto y monitorización de todas las tareas. En la figura 7.5 figura un ejemplo de registro de tareas. Todas estas tareas se vinculan con identificadores de tareas en su cuenta de GitLab¹⁵.
 - Puntuaciones individuales y por equipo, así como las tablas de clasificación y los niveles superados.
- Google Drive¹⁶: repositorio donde se almacenaba toda la información.
- Slack¹⁷: comunicación diaria con los participantes para resolución de dudas y realización de observaciones.
- E-mail: comunicación de hechos relevantes con los participantes. Por ejemplo, las tablas de clasificación.

¹⁴ <https://spreadsheets.google.com/>

¹⁵ <https://about.gitlab.com/>

¹⁶ <https://www.google.es/drive/>

¹⁷ <https://slack.com/intl/es-es>

[PROJEC] :: Client_name				DATA BASED ON PROPOSAL:				MILESTONES OF INVOICING:							
[CLIENT Project Manager] :: Name				5 weeks of work				* 14th December							
[Project Manager] :: Name								* 21th December							
[Version] :: 1								* 4th January							
[Author] :: Name															
[Reviewing date] :: 20/12/2017															
				WEEKS											
				6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
GitLab ID	Task	Work days	Team member	6/11	13/11	20/11	27/11	4/12	11/12	18/12	25/12	1/1	8/1		
Tablet															
12	Clean Template - Change Field Remarks	0,24	Hector							X					
18	List of Works	2,35	Hector									X			
54	Share templates	0,59	Hector						X						
58	Cleaning. Data is not cleaned from one day to the next in agent hours	0,59	Hector	X											
84	Multiple profiles	0,12	Hector							X					
87	Detail of the goods	0,94	Hector						X						
89	Validation of the goods	0,35	Hector						X						
8	Records. Send to user e-mail	3,29	Fer, Hector							X					
93	Error in Prices. Record only in export and save	0,50	Hector	X											
94	Logic ID in Records and Control	0,18	Hector	X											
97	Discard draft	0,35	Hector							X					
96	Prices. It does not refresh price percentage	0,47	Hector							X					
Services and databases															
81	Creating endpoints for channels in notifications	0,71	Hector								X				
90	Goods. Database. Create Procedures	1,41	Hector					X							
21	Migration of machines and warehouses	0,59	Cristina			X									
78	BBDD prices. Insert Product if it does not exist	0,35	Cristina	X											
80	Insertion of text templates for daily closing	0,71	Cristina					X							
Backend															
19	Print in PDF: Machines and Warehouses	0,47	Fer					X							
22	Improve visualization of deficient areas	1,41	Fer							X					
32	Creating channels in notifications	1,88	Fer									X			
53	Possibility of recovering a user who has logged out	0,82	Fer							X		X			
67	Improvement. Keep filter grid in markets by going back from the detail	0,71	Fer								X				
70	Improvement. Markets. Show column label highlighted on the grid	0,82	Fer							X					
76	Indicators	0,94	Fer						X						
77	Multiple profiles	0,82	Fer					X							
79	Cleaning template. Display Fields Comments	0,47	Fer								X				
92	Logic ID in Maintenance	0,05	Fer					X							
Design															
85	Goods. Screen design	0,50	Santi, Javi					X							
Total Work days		22,64													

Figura 7.5. Ejemplo de registro de tareas en XYZ

Por último, la implementación de la iniciativa de gamificación se definió para ser ejecutada inicialmente durante un periodo de 4 semanas, aunque finalmente se extendió a 6 semanas. La distribución semanal de las acciones era la siguiente:

1. Al inicio de la semana (generalmente los lunes), el director de operaciones revisaba el plan de proyecto, o sus actualizaciones, realizadas por la persona del equipo asignada para ello. En esta revisión, se asignaban los puntos correspondientes a esta definición del plan de proyecto. En relación con el esquema de recompensas, las acciones realizadas corresponden con los puntos 1.1, 1.2 y 1.3 indicados (ver tabla 7.7).
2. Durante la semana, los ingenieros software involucrados en la iniciativa actualizan la información de sus tareas, identificando nuevas tareas si es necesario, re-estimando los esfuerzos asignados a las tareas y registrando el esfuerzo real de las tareas ya terminadas. En relación con el esquema de recompensas, la acción realizada corresponde con el punto 2.2 indicado (ver tabla 7.7).
3. La información se volvía a revisar al final de cada semana (generalmente los viernes) por el director de operaciones, el cual asignaba los puntos corres-

pondientes al seguimiento de las tareas. La acción 2.3. del esquema de recompensas (ver tabla 7.7) corresponde con este punto.

La secuencia de tareas está presentada en la figura 7.6.

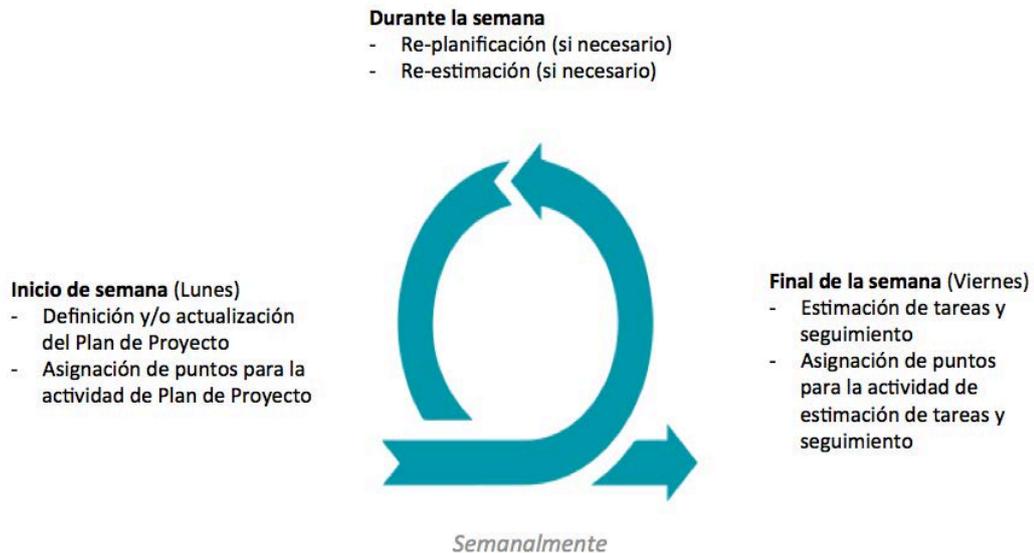


Figura 7.6. Timing semanal de la implementación en XYZ

7.2.6. Recopilación de datos

Por cada uno de las subhipótesis de investigación establecidas para este caso de estudio (ver apartado 7.1), los datos a recopilar son:

1. Incremento de la motivación intrínseca del personal en la iniciativa SPI. Para este objetivo se ha empleado el *Intrinsic Motivation Inventory* (IMI) (Ryan et al., 1991) antes y después de la implementación de la iniciativa de gamificación. Los cuestionarios IMI presentados al inicio y al final, se presentan en los apéndices C.1 y C.2, respectivamente.

El test IMI es un recurso de medición multidimensional cuyo objetivo es evaluar la experiencia subjetiva de los participantes en lo que respecta a una tarea o actividad concreta. Ha sido empleado en una gran cantidad de experimentos de motivación intrínseca y auto-regulación (Ryan et al., 1991) y también en previas investigaciones de gamificación y SPI (Herranz et al., 2015). El instrumento evalúa una serie de factores (ver Apéndice C) relacionados con la motivación intrínseca de los individuos participantes. Por lo tanto, este recurso aporta información muy relevante en la evolu-

ción de la motivación intrínseca de los ingenieros software para las tareas SPI definidas en el apartado 7.2.3.

De manera complementaria, en el cuestionario final se han agregado unas preguntas abiertas (ver Apéndice C.1) orientadas a recabar datos en lo que respecta a la iniciativa de gamificación en sí, no tanto a las actividades SPI llevadas a cabo.

2. Incremento del rendimiento del proceso software. Para este objetivo, se han considerado varios tipos de datos:
 - a. Puntos de gamificación, recopilados según el esquema de recompensas presentado en la tabla 7.7. Para categorizar el nivel de mejora en función de los puntos logrados, se establecieron seis niveles de pericia. Estos niveles están representados en la figura 7.4 y son acumulados por los ingenieros software participantes.
 - b. Resultados de la entrevista abierta realizada al Director de Operaciones. La guía de esta entrevista está descrita en el Apéndice C.2.
 - c. Métricas para los objetivos SPI asignados a esta iniciativa de gamificación, las cuales se encuentran especificadas en la tabla 7.2. con su vinculación con cada objetivo SPI:
 - i. Ratio de tareas del proyecto software correctamente identificadas sin necesidad de tener que ser desglosadas.
 - ii. Ratio de tareas del proyecto software que han tenido una variación de tiempo mayor de un 10% frente a la estimación.
 - iii. Ratio de esfuerzo (tiempo de dedicación) estimado y real de las tareas del proyecto software.

7.2.7. Resultados

Este apartado presenta los resultados obtenidos en la validación experimental por cada una de las subhipótesis de investigación establecidas.

7.2.7.1. Incremento de motivación intrínseca del personal en iniciativas SPI

Por lo que respecta al objetivo de incremento de motivación intrínseca, la tabla 7.9 compara los valores resultantes del cuestionario de motivación intrínseca (Ryan et al., 1991) para cada uno de los seis participantes, distribuidos por equipos, antes (fase "Pre") y después (fase "Post") de implementar la iniciativa de gamificación con el marco metodológico. La motivación intrínseca se analiza en función de una serie

de subescalas establecidas: “Interés / Disfrute”, “Competencia percibida”, “Elección percibida”, “Presión / Tensión” y “Valor / Utilidad”. Estas subescalas están consideradas en las 21 preguntas del cuestionario descrito en el Apéndice C.1. Los valores presentados para cada subescala corresponden con la media aritmética de la respuesta a las preguntas consideradas para cada escala.

Las subescalas están medidas en una escala de Likert de 5 puntos, indicando una mayor presencia de la subescala, salvo casos concretos de preguntas negativas incluidas para mejorar la confiabilidad de la respuesta (Ryan et al., 1991).

El cuestionario presentado al final del experimento fue complementado con una serie de preguntas abiertas (ver Apéndice C.1) centradas en el *feedback* obtenido por el árbitro (Director de Operaciones, en este caso) y en los problemas encontrados en la iniciativa de gamificación.

Subescala IMI	Equipo 1				Equipo 2				Equipo 3			
	P1		P2		P3		P4		P5		P6	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Interés / Disfrute	3.4	2.2	4.6	3.2	3.8	3.8	4	4.2	3.4	3.6	5	5
Competencia percibida	4.2	3.4	3.8	3.4	2.6	2.6	2.4	2.4	4.2	4	3.4	4.2
Elección percibida	3	2.3	5	4	3.7	3.7	3.3	3	3	3	3.7	3.7
Presión / Tensión	2.6	2.2	1	1.8	1	1.4	2.2	2.4	1.4	1.6	2.6	2.6
Valor / Utilidad	5	3	4.3	3.7	1.7	4.4	4.3	4.3	5	5	5	5

Leyenda: Participante (P)

Tabla 7.9. Evolución de los participantes en el test de motivación intrínseca.

Como se puede observar en la tabla anterior, en términos generales, la iniciativa de gamificación implementada no ha contribuido a incrementar la motivación intrínseca de los participantes. Es más, en algunos casos los valores de las subescalas se reducen ligeramente. Para profundizar en el análisis, se ha realizado un análisis estadístico de cada una de las subescalas (ver Apéndice D). Como resultado de este análisis, se ha realizado un diagrama de Kiviat (ver figura 7.7) donde se comparan visualmente las cinco subescalas que componen el test de IMI, antes (“Pre”) y después (“Post”) de la aplicación del marco metodológico.

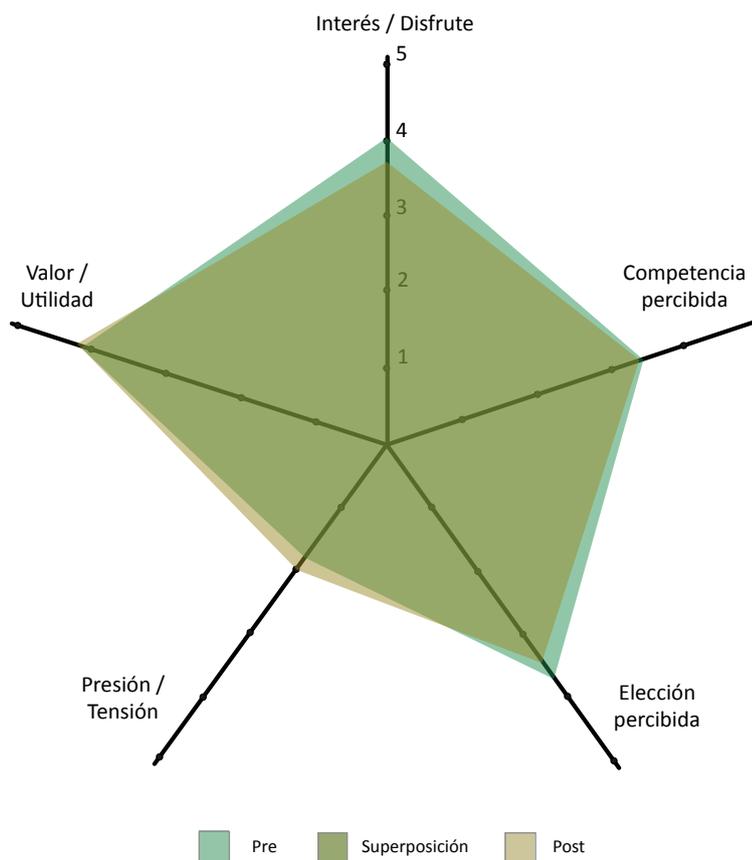


Figura 7.7. Diagrama de subescalas IMI antes/después del experimento

Como ya se anticipaba de los datos de la tabla 7.9, como se confirma en el análisis estadístico del Apéndice D, y como se puede comprobar en la figura anterior, los valores de las subescalas IMI con ligeramente menores en 4 de las 5 subescalas, mientras que es mayor en una de ellas (“Presión / Tensión”), que precisamente tiene un efecto contrario sobre la motivación intrínseca. Con lo cual, se puede afirmar que, en este caso de estudio, los valores del test IMI son ligeramente inferiores tras la aplicación del marco metodológico.

Por lo tanto, considerando los datos de la tabla 7.9 y el análisis estadístico del Apéndice D, se encontraron los siguientes resultados por cada una de las subescalas:

- Por lo que respecta a la subescala de “Interés / Disfrute”, cabe señalar que existe una ligera reducción a nivel global del “Post” frente al “Pre”. Aunque dos participantes incrementaron ligeramente su percepción en el “Post”, otros dos participantes de un mismo equipo tuvieron una reducción de su percepción más significativa. Los dos participantes restantes, mantuvieron su nivel de percepción.
- En cuanto a la subescala de “Competencia percibida”, también se da una ligerísima reducción del valor “Post” frente al “Pre”. En este caso, el 50% de

los participantes afirmaron que tenían una percepción de competencia menor sobre las actividades SPI desarrolladas. Sólo en un participante hubo un incremento destacable, sin haber variaciones los dos restantes.

- Asimismo, la subescala de “Elección percibida” cuenta con una ligera reducción en el “Post”, dado que se mantiene igual en el 50% de los participantes mientras que se reduce ligeramente en el 50% restante.
- Por lo que respecta a la subescala de “Presión / Tensión”, en el 66.67% de los participantes (4 de 6), esta variable se incrementó en la fase “Post”. En otro participante, esa variable se mantuvo constante para, sin embargo, reducirse en otro caso.
- Por último, la subescala “Valor / Utilidad”, se redujo ligerísimamente, aunque muestra resultados dispares entre los participantes. Por un lado, se mantiene constante en el 50% de los participantes y, por otro, decrece en dos de ellos, para luego crecer drásticamente en uno de los participantes.

En las preguntas abiertas del cuestionario IMI final (ver Apéndice C.1), los participantes cuyas variables en las subescalas IMI en la fase de “Post” no se incrementaron, indicaron bastantes dificultades, retrasos en el *feedback* y señalaron dudas a la hora de la objetividad a la hora de la asignación de los puntos del esquema de recompensas (ver tabla 7.7).

En el apartado de Discusión (ver apartado 7.2.8) se analizará en profundidad los posibles factores que justifican estos resultados.

7.2.7.2. Incremento del rendimiento del proceso software

La tabla 7.10 presenta los resultados obtenidos por los equipos participantes durante las 4 semanas inicialmente estimadas, frente a la evolución esperada, especificada previamente en la tabla 7.8. Estos resultados reflejan la competencia de los participantes en lo que respecta a las actividades SPI establecidas, estas son, la planificación de proyectos y la estimación y seguimiento de tareas.

	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4	
	Puntos	Nivel	Puntos	Nivel	Puntos	Nivel	Puntos	Nivel
Esperado	46	Intermedio	76	Avanzado	106	Profesional	136	Experto
Equipo 1	43	Intermedio	63	Intermedio	85	Avanzado	103	Profesional
Equipo 2	44	Intermedio	66	Avanzado	81	Avanzado	100	Profesional
Equipo 3	44	Intermedio	71	Avanzado	93	Profesional	113	Profesional

Tabla 7.10. Evolución de la competencia de los participantes.

La primera fila corresponde con los puntos esperados o deseados que deberían lograr los equipos en su camino hacia la maestría de las actividades SPI gamificadas, mientras que las siguientes filas corresponden con la evolución real de cada uno de los tres equipos. El periodo comprendido son las 4 semanas inicialmente planteadas, presentándose el avance cronológico esperado, semana tras semana, en base a los puntos y los niveles establecidos en la propuesta de gamificación.

En general, como puede observarse en la tabla 7.10, los equipos han ido incrementando de manera continua sus habilidades en la planificación de proyectos y en la estimación y seguimiento de tareas, aunque a un ritmo menor del esperado. Al no alcanzar el nivel esperado o deseado, en el inicio de la cuarta semana, se consensuó con el Director de Operaciones de XYZ la extensión del experimento por un periodo de dos semanas. Las principales razones de esta prórroga se fundamentaron en la posibilidad de recoger aún más datos cuantitativos de cara a la investigación y, dadas las buenas sensaciones en el día a día del experimento, en aprovechar y potenciar las capacidades de los participantes hasta niveles de Experto en dichas actividades SPI.

La evolución real de la competencia de los equipos a lo largo de las seis semanas está presentada en la figura 7.8. Al final de la quinta semana, el equipo 3 alcanzó el nivel de Experto, mientras que el equipo 1 lo alcanzó al final de la sexta semana. También debe destacarse que el equipo 2 no fue capaz de alcanzar ese nivel máximo de competencia, considerando incluso esas dos semanas adicionales, decayendo su ritmo de mejora. Sin embargo, puede comprobarse visualmente en la

figura 7.8 cómo el ritmo de mejora de los equipos 1 y 3 se ha incrementado semana tras semana, salvo momentos puntuales.

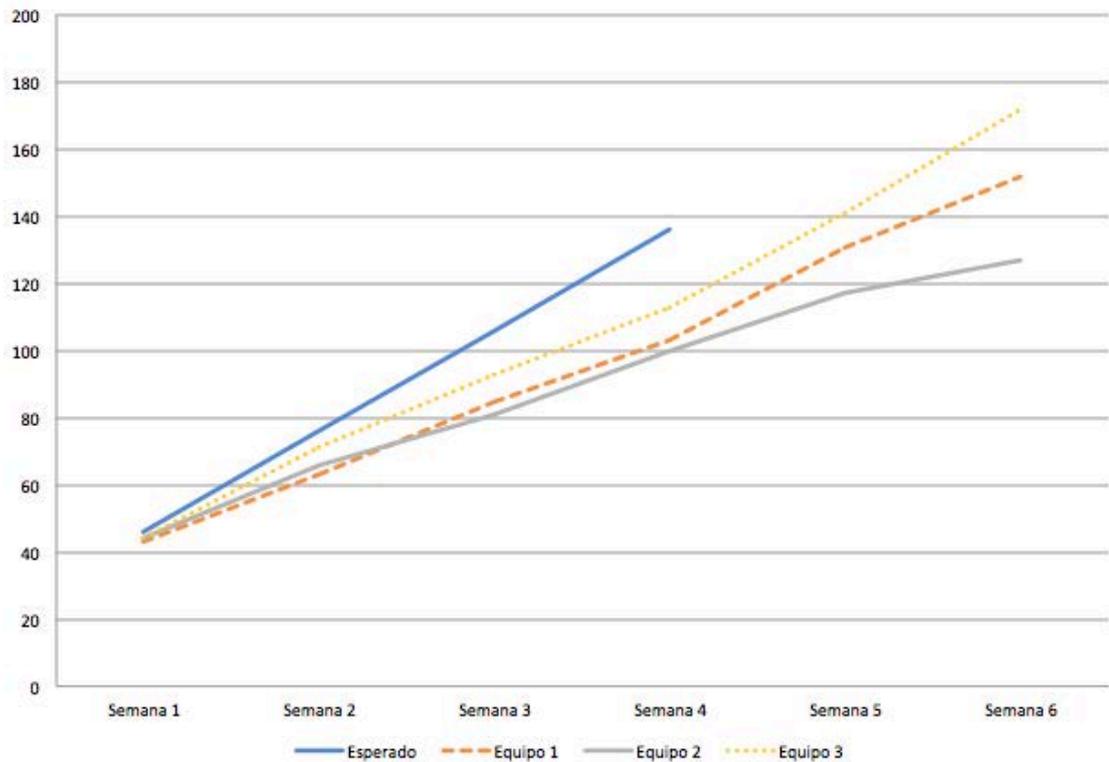


Figura 7.8. Evolución de la competencia de los participantes

En relación con el primero de los objetivos SPI (Mejorar la habilidad de identificar tareas orientadas en el desarrollo de artefactos específicos), se analizó la ratio de tareas del proyecto software correctamente identificadas sin necesidad de tener que ser desglosadas (ver tabla 7.11).

Equipo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Equipo 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo 2	0.00	0.08	0.17	0.17	0.10	0.08
Equipo 3	0.17	0.17	0.33	0.29	0.44	0.43

Tabla 7.11. Ratio de tareas correctamente identificadas sin necesidad de ser desglosadas.

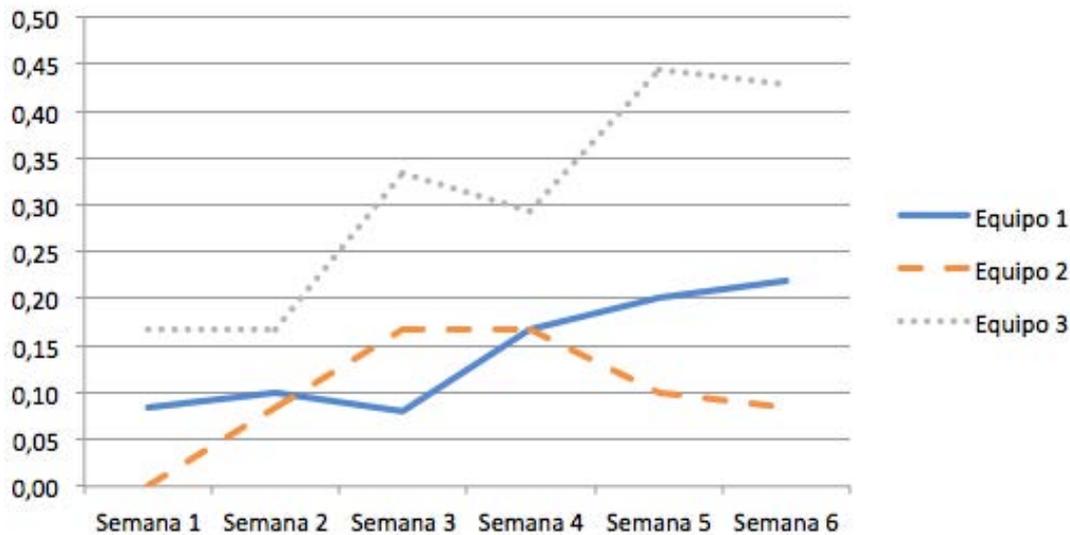


Figura 7.9. Evolución ratio de tareas correctamente identificadas sin desglose

Como se puede observar en la figura 7.9, el equipo 3 logró el mejor rendimiento planificando apropiadamente las tareas al inicio de cada semana y actualizando el plan de proyecto, si existía alguna tarea que no había sido considerada inicialmente.

Tanto el equipo 1 como el 2 tuvieron una ligerísima mejora. Respecto del equipo 2 es necesario destacar que uno de los participantes (participante 3) no completó de manera continua la actualización del plan de proyecto, las estimaciones y el seguimiento a partir de la segunda semana del experimento. Parece ser que esto fue debido a una carga excesiva de trabajo en otras tareas. Además, este equipo incluyó todas las tareas no planificadas en una sola tarea llamada “tareas no planificadas”. Esta decisión no mejoró el proceso de planificación ya que no ayudaba a los ingenieros software a identificar la tipología de tareas no incluidas en el plan inicial que deberían ser incluidas en planificaciones futuras. Con lo cual, no se ayudaba a evitar futuros errores de planificación software.

Con respecto al segundo objetivo SPI (Definir heurísticas o criterios que faciliten la estimación en horas del esfuerzo necesario para completar una tarea), se analizó la ratio de tareas del proyecto software que han tenido una variación de tiempo mayor de un 10% frente a la estimación (ver tabla 7.12).

Equipo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Equipo 1	0.67	0.50	0.57	0.54	0.67	0.42
Equipo 2	0.33	0.69	0.45	0.75	0.53	0.52
Equipo 3	0.33	0.33	0.50	0.31	0.43	0.25

Tabla 7.12. Ratio de tareas que han tenido una variación de tiempo mayor de un 10% frente a la estimación.

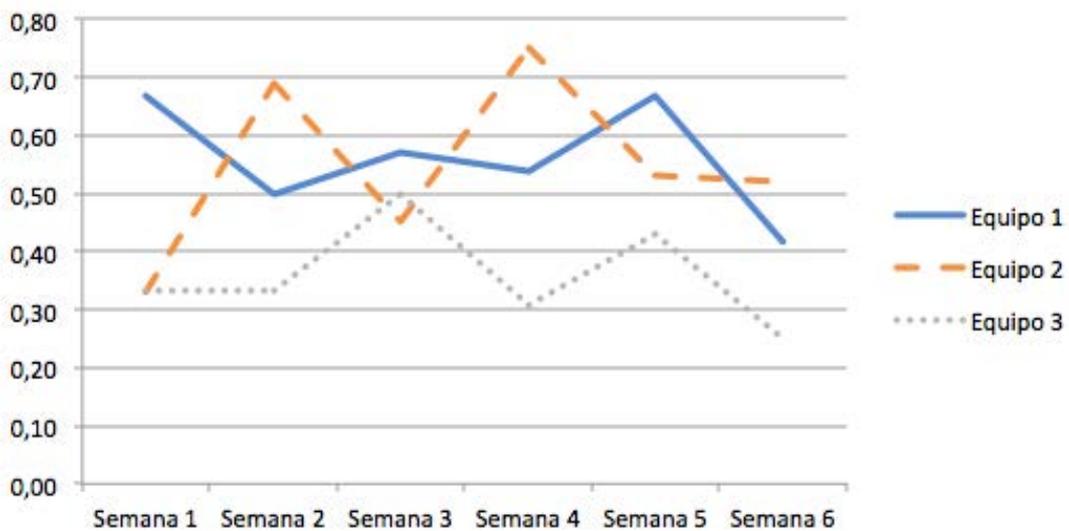


Figura 7.10. Evolución ratio de tareas con variación mayor al 10%

En este caso, se puede comprobar visualmente en la figura 7.10 que el equipo 3 tuvo una leve mejora de rendimiento, salvo en dos semanas puntuales (3 y 5) mientras que en el equipo 1 también se tuvo una ligera mejora, salvo en la semana 5. El equipo 2 no tuvo ninguna mejora de rendimiento destacable. Nótese que, por la naturaleza de esta ratio, se considera una mejora siempre y cuando se reduzca dicho ratio. También es necesario señalar que las variaciones bruscas entre valores son debidas a que múltiples tareas que fueron estimadas en 1 hora de esfuerzo tuvieron un esfuerzo real de 1,5 horas. En términos porcentuales, esta variación representa un 50% (y fue incluida en esta ratio), pero su influencia en el esfuerzo efectivo fue baja en relación con el total del esfuerzo del proyecto. Esta situación puede ser analizada mejor considerando una ratio de esfuerzo estimado y real. Esta métrica es presentada en la tabla 7.13.

En relación al tercer objetivo SPI (Definir un repositorio donde almacenar datos históricos del esfuerzo requerido para desarrollar diferentes tipos de actividades dentro de un proyecto software), se analizó la ratio de esfuerzo (tiempo de dedicación) estimado y real de las tareas del proyecto software (ver tabla 7.13).

Equipo	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Equipo 1	0.33	0.58	0.35	0.21	0.25	0.20
Equipo 2	0.23	0.43	0.18	0.06	0.50	0.44
Equipo 3	0.30	0.23	0.31	0.33	0.18	0.18

Tabla 7.13. Ratio de esfuerzo estimado y real de las tareas.

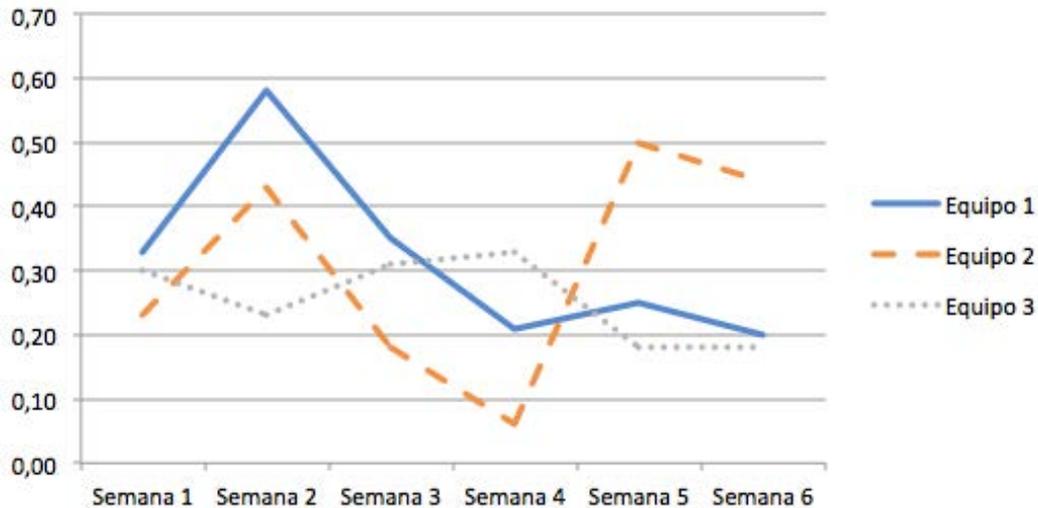


Figura 7.11. Evolución ratio de esfuerzo estimado y real de las tareas

La figura 7.11 representa la mejora de rendimiento obtenido en la precisión de las estimaciones en los equipos 1 y 3. En el equipo 2, no hay una tendencia clara. En este caso concreto, el contexto del proyecto estuvo rodeado de presión y múltiples retrasos. Este hecho dificultaba la dedicación del tiempo necesario por parte de los participantes a las tareas de estimación.

Finalmente, es importante señalar que la asignación de puntos a cada equipo corresponde con el rendimiento global del equipo, pero no hay una clara relación entre las métricas SPI y los niveles de competencia adquiridos, registrados en base al esquema de recompensas. Esto es debido a un sesgo introducido en la asignación de puntos semanal mediante una cierta subjetividad a la hora de asignar puntos, aspecto sobre lo que se profundizará en el siguiente apartado. Por último, cabe señalar que no se detectó ninguna trampa por parte de los participantes, por lo que no se tuvo que aplicar ninguna penalización.

7.2.8. Discusión del experimento

La discusión está estructurada en base a las tres fases del experimento: antes, durante y después.

7.2.8.1. Antes: preparación de la iniciativa de gamificación

Previamente a la implementación del experimento, una serie de aspectos deben ser considerados. Por un lado, como se ha anticipado brevemente en el apartado 7.2.5 (Definición del experimento), a la hora del análisis del perfil de Bartle de los participantes los resultados indicaron un perfil predominante de Explorador (ver tabla 7.5).

Ante este resultado, se diseñó y presentó al Director de Operaciones de XYZ una primera aproximación de propuesta basada en una mecánica de juego exploratoria para las actividades SPI involucradas. Sin embargo, al conocer la propuesta, el gerente transmitió la extrema dificultad de poner en marcha en su día a día esa propuesta basada en mecánicas de juego exploratorias. Por lo tanto, para asegurar la viabilidad del experimento, se decidió simplificar la propuesta de gamificación lo máximo posible, manteniendo en su momento la efectividad. En esta línea, se optó por crear una propuesta de gamificación orientada que combinase mecánicas de cooperación y de competición, como una alternativa subóptima alineada con los perfiles de Bartle de los participantes (ver tabla 7.5). Esta selección de una propuesta subóptima puede implicar un supuesto menor rendimiento de la iniciativa. En cuanto a los elementos y componentes de gamificación empleados, estos son básicamente del tipo PBL (Puntos, Insignias y Rankings) (Chou et al., 2015; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Linder, 2013), cuya efectividad se ha confirmado (Sailer et al., 2017) sobre todo en el corto-medio plazo (Kifetew et al., 2017), aunque puede ser inefectiva en el largo plazo, sobre todo si no se actualizan las mecánicas de juego (Chou et al., 2015; Hamari et al., 2014; Werbach & Hunter, 2012). Nótese que los elementos de tipo PBL, son los más empleados en las propuestas de gamificación orientadas al ámbito de la ingeniería software (Hernández et al., 2016). Finalmente, el uso de Gamiware como herramienta de soporte en la implementación (Herranz et al., 2015) fue valorado, pero se descartó al agregar una nueva barrera en la fase de lanzamiento de la iniciativa SPI. La viabilidad del experimento era una prioridad.

Otro aspecto a ser destacado fue la decisión de incluir exclusivamente motivadores intrínsecos en la propuesta, evitando, por lo tanto, cualquier tipo de motivador extrínseco. Esta decisión de diseño se justifica sobre la base del Efecto de Sobrejustificación (Tang & Hall, 1995), el cual afirma cómo la introducción de moti-

vadores extrínsecos pueden cancelar cualquier tipo de motivación intrínseca. Sin embargo, ambos tipos de motivadores, correctamente balanceados, puedan dar resultados aún más positivos (Chou et al., 2015; Pink, 2011; Werbach & Hunter, 2012). Por lo tanto, en base a este efecto y bajo un criterio de prudencia, se decidió minimizar el riesgo de cancelación de la motivación intrínseca, asumiendo en este caso una posible mitigación de la efectividad de la propuesta de gamificación.

Finalmente, es importante señalar que, tanto XYZ como otras organizaciones invitadas a participar en el experimento, estuvieron muy receptivas desde el inicio. En el caso de XYZ, desde los primeros pasos, la alta dirección mostró su compromiso en la implementación de la propuesta. Este compromiso es crítico, tanto en SPI (Narciso & Allison, 2014; Niazi, 2015; Niazi et al., 2004; Pries-Heje et al., 2010; Singer & Schneider, 2012b) como en iniciativas de gamificación (Herranz et al., 2013). Sin embargo, a pesar de esto, aun cuando se habían comprometido con la puesta en marcha en repetidas ocasiones, era muy complicado arrancar la iniciativa porque no se daba la movilización de recursos necesaria.

7.2.8.2. Durante: implementación de la iniciativa de gamificación

Durante la puesta en marcha de la propuesta (fases 6-8 del marco metodológico), se identificaron nuevas limitaciones a la implementación y recomendaciones para la fase de aprendizaje, en base a las mediciones y las observaciones realizadas.

Lo primero de todo, la frecuencia del *feedback* a los participantes fue muy baja. Multitud de investigaciones indican que, para obtener un rendimiento adecuado en una iniciativa de gamificación, es necesario un *feedback* en tiempo real (Chou et al., 2015; Hamari et al., 2014; Jung et al., 2010; Werbach & Hunter, 2012). Sin embargo, las condiciones particulares de la organización impedían cualquier tipo de frecuencia de *feedback* que se acercase mínimamente a las recomendaciones. Mientras que un *feedback* en tiempo real era inviable, un *feedback* diario tampoco era factible por la imposibilidad de realizar una valoración manual diaria por parte del Director de Operaciones. Por todo ello, se acordó con la organización una frecuencia de *feedback* de 2 días por semana. Aunque esta frecuencia en sí misma supone una limitación en la efectividad de la propuesta, la periodicidad establecida para el *feedback* no fue respetada, siendo reducida a 1.3 veces por semana. Este hecho impacto aún más sobre el ciclo de actividad (acción – *feedback* - motivación), el cual es considerado como crítico a la hora de mantener la motivación en iniciativas de gamificación (Marczewski, 2015; Werbach & Hunter, 2012). Por esta razón, en sucesivas implementaciones, es considerado como crítico la integración de un *feedback*, al menos, diario y, a ser posible, automatizado e integrado en el flujo de trabajo de los participantes para poder ser aportado en tiempo real.

Por otro lado, la comunicación con el Director de Operaciones no fue fluida, por lo que los aspectos de mejora de la implementación contemplados en el “Refine loop” (ver apartado 6.2.2.9) no pudieron ser ejecutados tan frecuentemente como era necesario. De este hecho, se puede deducir que esta iniciativa no era una prioridad para la organización. En relación con esto, la falta de sentido de urgencia es uno de los factores indicados en la fase de viabilidad del marco presentado y ha sido señalado por renombrados expertos como uno de los principales aspectos a tener en cuenta, tanto en el ámbito de la gamificación en sí mismo (Herranz et al., 2016) como en el ámbito de las iniciativas que implique una gestión de cambio organizacional (Ferreira & Wazlawick, 2011; Johansen & Pries-Heje, 2007; Kotter, 2009).

Además, a la semana de haberse puesto en marcha la iniciativa, esta tuvo que reiniciarse debido a la reasignación de uno de los participantes. Por lo tanto, es necesario destacar la sensibilidad del marco metodológico a los cambios de los participantes. Dado que el marco metodológico establece una propuesta de gamificación ajustada a los perfiles de los participantes, cualquier rotación de personal puede afectar al desarrollo de la propuesta. Debe tenerse en cuenta que, si cualquier miembro es reemplazado durante el experimento, será necesario cuanto menos volver a realizar los tests de Bartle (Bartle, 1996) e IMI (Ryan et al., 1991) para los nuevos miembros. Por si fuera poco, será necesario evaluar cómo estos resultados afectan a la propuesta de gamificación. Por último, cabe señalar que existen estudios que han encontrado correlaciones entre la rotación del personal e índices de motivación reducidos (Hall, Beecham, Verner, & Wilson, 2008).

Finalmente, durante el experimento se detectó que la asignación de puntos estaba teniendo una carga subjetiva no prevista. Este hecho se confirmó posteriormente con el Director de Operaciones. En consecuencia, a pesar de haber consensuado el esquema de recompensas con la organización, se encontró que a la hora de puntuar se tenían en cuenta múltiples factores no visibles o que no se habían contemplado previamente. Por ejemplo, si uno de los participantes había tenido una elevada carga de trabajo y no había registrado la evolución de su participación en el experimento, se le asignaban algunos puntos a modo de consolación o en compensación por el esfuerzo realizado en la tarea ajena al experimento. Para evitar estas distorsiones o sesgos de cara a futuro, es necesario establecer unos mecanismos de evaluación objetivos (Chou et al., 2015; Hamari et al., 2015, 2014; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Linder, 2013) y, a ser posible, automatizada a través de un mecanismo automático de asignación o evaluación (Herranz et al., 2015), donde los gerentes encargados no tengan que asignar puntos o evaluar.

7.2.8.3. Después: evaluación de la iniciativa de gamificación

La discusión sobre lo sucedido después de finalizar el experimento está dividida en dos bloques. Cada uno de los bloques corresponde con las subhipótesis de investigación, esto es, el incremento de motivación intrínseca del personal en las actividades SPI y la mejora en el rendimiento del proceso software.

(i) Incremento de motivación intrínseca del personal en actividades SPI

Por lo tanto, en relación con el incremento de motivación intrínseca, debe señalarse que la aplicación del marco metodológico no ha contribuido a la mejora de la motivación intrínseca de los participantes. Aunque los participantes consideraron la iniciativa de gamificación como “muy útil” (4.33 de 5), las subescalas de los tests IMI llevados a cabo (ver tabla 7.9, figura 7.7 y Apéndice D) muestran ligeras reducciones de las subescalas tras la aplicación del marco metodológico.

Este no-incremento de la motivación intrínseca puede ser debido a múltiples razones. La primera de ellas es la diversidad de limitaciones identificadas antes y durante el experimento. Sin embargo, en base a los resultados reflejados en el apartado 7.2.7.1 por cada una de las subescalas, se identifican nuevas limitaciones y se puede afirmar lo siguiente por cada una de las subescalas del test IMI.

La subescala de “**Interés / Disfrute**” es la más importante para el objetivo de investigación en cuestión, ya que es la única subescala que muestra una correlación directa con la motivación intrínseca (Ryan et al., 1991). En este caso, cuenta con una ligera reducción tras la aplicación del marco metodológico. Sin embargo, puede observarse en la tabla 7.9 cómo la reducción se da exclusivamente en los dos participantes (P1 y P2) del equipo 1, manteniéndose estable e incluso creciendo en el resto de participantes. Esta reducción puede deberse a la baja calidad y frecuencia del *feedback* recibido, y a las dudas sobre la hora de la objetividad a la hora de la asignación de los puntos del esquema de recompensas, tal y como confirmaron estos participantes en las preguntas abiertas del test IMI. De hecho, el nivel de utilidad del *feedback* recibido fue considerado por el conjunto de los participantes, en media, como “indiferente” (3.5 sobre 5). Por otro lado, las tareas SPI involucradas en el experimento son, intrínsecamente, aburridas y poco creativas. La dificultad de hacer divertida una tarea aburrida ha sido destacada en diversa literatura (Andonova, 2013; Chou et al., 2015; Pink, 2011; Werbach & Hunter, 2012).

En cuanto a la subescala de “**Competencia percibida**”, el 50% de los participantes tuvo una ligera reducción en su percepción tras la aplicación del marco metodológico. Esta competencia percibida es considerada como un buen predictor de comportamientos de motivación intrínseca, al igual que la siguiente subescala de

elección percibida (Ryan et al., 1991). En este sentido, es importante destacar que la organización seleccionó una serie de tareas SPI que no eran usualmente llevadas a cabo entre los participantes. En la entrevista abierta con el Director de Operaciones, se confirmó que los participantes en el experimento no realizaban habitualmente labores de seguimiento de proyectos. En concreto, dos de los participantes nunca habían realizado estas tareas en su carrera profesional y otros dos participantes no las habían realizado con el nivel de detalle que se les demandaba en este caso. Esto implica una gran resistencia al cambio en cualquier iniciativa SPI (Allison & Narciso, 2015; Conradi & Fuggetta, 2002; Ferreira & Wazlawick, 2011; Kotter, 2009; Narciso & Allison, 2014) e introduce un sesgo en los valores de la fase “Pre” del test IMI. En consecuencia, algunos de los valores de la fase “Pre” registraron las expectativas de aquellos participantes que no realizaron las tareas, frente a las percepciones de los participantes que sí las realizaron en el pasado. De hecho, se confirmó que dos de los participantes que indicaron una reducción en su percepción en la competencia, correspondían con los dos que no habían realizado las tareas SPI nunca.

Por otro lado, la subescala de “**Elección percibida**” cuenta también con una ligera reducción en el 50% de los participantes. En este caso, puede afirmarse que, aunque se fomentaba la participación voluntaria de los participantes, en realidad los participantes eran seleccionados por la organización, con lo que el nivel de voluntariedad entre todos los participantes no se puede asegurar. Este hecho puede influir de manera indirecta en una reducción de la motivación intrínseca, ya que para garantizar el éxito de cualquier iniciativa de gamificación es necesario asegurar la participación voluntaria (McGonigal, 2011; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Linder, 2013).

Por lo que respecta a la subescala de “**Presión / Tensión**”, esta se incrementó en un 66.7% de los participantes (4 de 6). Nótese que esta subescala es un predictor negativo de motivación intrínseca (Ryan et al., 1991). Las causas de este incremento son diversas. Por un lado, aparece una mayor resistencia al cambio por la responsabilidad asumida sobre tareas SPI que, en algunos casos, no se habían realizado previamente. A esto se le suma que las actividades SPI fueron percibidas por algunos participantes como un ejercicio para monitorizar y evaluar su desempeño profesional, más allá de formar parte de una iniciativa SPI. Además, la introducción de mecánicas de juego competitivas puede introducir tensión entre los participantes, como se ha señalado en estudios previos en el ámbito académico (Hanus & Fox, 2015), aunque esto puede ser mitigado mediante el uso de mecánicas colaborativas (Werbach & Hunter, 2012), tal y como se hace en la propuesta de gamificación a través de la competición en equipos.

La última de las subescalas, “**Valor / Utilidad**”, muestra resultados dispares entre los participantes. Esta subescala no tiene una relación clara con la motivación intrínseca en sí, sino con la posibilidad de internalización de las actividades (Ryan et al., 1991). Por lo tanto, en base a estos resultados no puede confirmarse la internalización de las tareas SPI, y esto puede afectar a perduración de los resultados, tal y como se analizará en el siguiente apartado.

Para finalizar el apartado, debe tenerse en cuenta que los equipos participantes venían prefijados por parte de XYZ, ya que cada equipo estaba involucrado en un proyecto software concreto. En caso de haber podido configurar los equipos de manera libre, se podría haber realizado una selección de los participantes de cada equipo empleando modelos de evaluación de perfiles de personalidad MBTI (Myers–Briggs Type Indicator) (Myers et al., 1998) y FFM (Five-Factor Model) (McCrae & John, 1992). La aplicación de estos modelos permite configurar equipos de desarrollo donde se podrán reducir las posibilidades de fracaso debidas a la existencia de conflictos personales (Yilmaz et al., 2017).

(ii) Incremento del rendimiento en el proceso software

En segundo lugar, tanto los datos cuantitativos como los cualitativos confirman que la aplicación del marco metodológico ha contribuido a incrementar el rendimiento en proceso software (Herranz et al., 2018).

En lo que respecta a los datos cuantitativos, se puede comprobar en los resultados reflejados en las figuras 7.9, 7.10 y 7.11 una ligera mejoría en el rendimiento, en términos generales. También, en la figura 7.8 se observa un incremento semanal en el ritmo de mejora en 2 de los 3 equipos. En este caso, se observa una diferencia entre la evolución de la competencia real y la esperada. Esto es debido a múltiples factores y limitaciones que se han encontrado. Entre los principales encontramos la frecuencia y naturaleza del *feedback* semanal aportado, así como el sesgo subjetivo en la asignación de puntos.

Por otro lado, las métricas SPI recopiladas para cada objetivo permiten conocer de manera directa los tres primeros KPIs de los objetivos de negocio reflejados en la tabla 7.1. Para el cuarto KPI, promedio de hitos de facturación correctamente alcanzados, se ha confirmado un incremento del 10% de la facturación en comparación el resto de proyectos de la organización. A la hora de revisar los datos, existe una correlación en la evolución de los 3 equipos (cada uno con un proyecto diferente) dentro de la iniciativa de gamificación y en su posterior cumplimiento de los hitos del proyecto. Así, el proyecto del equipo ganador y del segundo fueron satisfactoriamente facturados. Sin embargo, el proyecto del equipo perdedor no fue

facturado. Por lo tanto, puede afirmarse que el 66.7% de los proyectos alcanzaron su objetivo.

En cuanto a los datos cualitativos, estos refuerzan los resultados de los datos cuantitativos. Así, la entrevista con el Director de Operaciones confirmó que el rendimiento en el desarrollo de las tareas SPI tuvo una mejora considerable. De manera más concreta, esta mejora fue percibida en un incremento de la autonomía por parte de los participantes y en una mejor ordenación a la hora de considerar las tareas. Además, se logró un objetivo muy importante: la visibilidad de las tareas de cada proyecto, su desglose y el progreso semanal. Antes del experimento, no había visibilidad de las tareas y muchas de las decisiones de negocio no podrían estar soportados por datos.

Estos resultados está relacionados concretamente con incrementos de calidad, de calendario y de productividad, en base a las medidas planteadas por (Iversen and Ngwenyama., 2006), presentadas en el apartado 3.

Sin embargo, esta mejora en el rendimiento de las actividades SPI no perduró mucho en el tiempo. Tras un mes de finalizar la iniciativa SPI con gamificación, sólo el 60% de los participantes seguían realizando las actividades SPI, y a los dos meses, ninguno de los participantes continuaba con ellas. Este hecho era previsible dado que convergen varios factores críticos. Por un lado, no sólo las limitaciones ya citadas se han mantenido, sino que determinados aspectos se agravaron, como la falta de *feedback*. Además, la obligación de participar en el experimento desapareció. Por último, para que una iniciativa de gamificación perdure en el tiempo, es necesario modificar periódicamente las dinámicas y mecánicas de juego planteadas (Chou et al., 2015; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Linder, 2013).

7.2.9. Conclusiones parciales

La implementación del marco metodológico presentado dentro de la organización puede ser considerado como exitoso, pero sólo de manera parcial e incluye un conjunto importante de limitaciones relevantes. Aunque los participantes consideraron la iniciativa de gamificación como “muy útil” (4.33 sobre 5), las subhipótesis de investigación no se han verificado por completo (Herranz et al., 2018).

En relación con el primero de los objetivos del caso de estudio (incremento de motivación del personal en las actividades SPI), no se observa un incremento significativo de la motivación intrínseca entre los participantes en el experimento. Por otro lado, en relación con el segundo de los objetivos (incremento de rendimiento del proceso software), se han observado mejoras en las actividades de planificación de proyecto, estimación y seguimiento de tareas, aunque debe destacar-

se que los efectos positivos de las mejoras no han perdurado significativamente a lo largo del tiempo (Herranz et al., 2018).

De todos modos, es necesario tener en cuenta la cantidad de condicionantes a la efectividad encontrados durante la implementación del marco metodológico en la organización. Los principales condicionantes son:

- a. La frecuencia del *feedback* a los participantes ha sido baja, incluso menor de lo inicialmente acordado con la organización. Un *feedback* en tiempo real, o con una frecuencia muy elevada, es considerado como crucial para el éxito de las iniciativas de gamificación (Chou et al., 2015; Hamari et al., 2014; Werbach & Hunter, 2012). Además, este *feedback* ha sido calificado por los participantes como “indiferente” (3.5 sobre 5), en lo que respecta a su utilidad y valor.
- b. El tipo de mecánica de juego implementada (competición por equipos) es una opción subóptima, dado que la mejor alternativa (mecánica exploratoria) no se consideró viable por la organización, debido al esfuerzo requerido para implementar esta alternativa. Además, la aplicación del esquema de incentivos ha sido aplicado con un nivel de subjetividad no previsto.
- c. Las tareas pertenecientes a las actividades SPI no había sido realizadas previamente por parte de los participantes. Esto incrementa la presión y responsabilidad sobre las tareas, más aún cuando su progreso está siendo monitorizado.

Para futuras implementaciones en organizaciones, el marco metodológico de gamificación debería ser implementado evitando el conjunto de limitaciones y condicionantes encontradas. Además, es necesario considerar nuevos factores de viabilidad en la fase 1 del marco. Estos factores corresponden con la necesidad de evaluar el esfuerzo necesario asociado a la implementación y analizar la viabilidad de implementación de acuerdo con la disponibilidad del personal involucrado. También, es necesario transmitir de manera más efectiva y asegurar la sensación de urgencia de la iniciativa SPI. De este modo, el compromiso con la iniciativa será más realista y se destinarán más recursos en su ejecución.

7.3. Otros casos de estudio

Durante el periodo de aprobación del caso de estudio anterior, se contactó con varias empresas candidatas para que participasen en el experimento. Dos de ellas, nombradas en este caso con nombres ficticio como ABC y DEF, confirmaron su interés en participar. Con ello, se pusieron en marcha los trámites necesarios para su participación, aunque finalmente ninguna de ellas puso en marcha el marco metodológico presentado en esta tesis doctoral.

En los siguientes apartados se explica brevemente las tareas realizadas con cada una de ellas y las conclusiones que se extraen de cada caso.

7.3.1. Caso de estudio ABC

ABC (nombre ficticio) es una pequeña empresa española de 12 empleados, fundada en el año 2012 y orientada al desarrollo de productos software dentro del mercado del Big Data.

En una primera reunión presencial se presentó el experimento y se obtuvo toda la información necesaria para evaluar la viabilidad de la puesta en marcha del marco metodológico (primera fase del marco). Asegurada la viabilidad de la implementación, la alta dirección confirmó su interés en participar y su compromiso de proveer de todos los recursos necesarios. A continuación, la organización inició un periodo de análisis tras el cual comunicaron dos cosas. Por un lado, señalaron que deseaban potenciar las tareas relacionadas con la gestión y seguimiento de proyectos software para los cuales empleaban Redmine¹⁸ y, por otro lado, que estarían involucrados cinco de sus empleados en el experimento, sin contar con el manager. Esto implicaba un enfoque muy similar al de XYZ, y confirma que los procesos de mejora software relacionados con la planificación de proyectos se encuentran en la lista de las iniciativas SPI más frecuentes (Valtierra et al., 2013). Sin embargo, ABC deseaba hacer hincapié en el seguimiento de las tareas, más que en la definición del plan de proyecto.

Con esto, se establecieron conjuntamente los objetivos de negocio y SPI. Por objetivo de negocio se definió la mejora de la capacidad de los empleados para el seguimiento de las tareas software, estableciendo dos KPIs. Por un lado, la ratio de tareas desglosadas correctamente y, por otro, el ratio de tareas que cumplen con el porcentaje de progresión establecido, con un margen de error del 10%.

¹⁸ <https://www.redmine.org/>

Por lo que respecta a los objetivos SPI, el primero de ellos consistía en mejorar la habilidad de identificar tareas orientadas en el desarrollo de artefactos específicos, con la métrica correspondiente de la ratio de tareas correctamente identificadas sin tener que ser desglosadas. El segundo de estos objetivos SPI consistía en indicar correctamente el porcentaje de progreso de las tareas. La métrica de este objetivo era la ratio de tareas que han cumplido el porcentaje de progresión establecido.

Una vez definidos los objetivos de negocio y SPI, se profundizó en las actividades SPI. Como se indicaba anteriormente, la actividad SPI directamente impactada es el “Seguimiento y monitorización de tareas software”. Esta actividad se descompuso a su vez en:

- Tarea 1: Desglosar las tareas software asignadas en base a 3 parámetros propios de las metodologías ágiles:
 - o Tareas a realizar hoy
 - o Tareas a realizar mañana
 - o Qué impedimentos dificultan mi progreso en estas tareas
- Tarea 2: Actualizar el progreso de las tareas software.

Por su parte, los participantes fueron caracterizados por medio del test de Bartle (Bartle, 1996), comprobando que el promedio de los participantes tenía un perfil predominante de Killer (perfil competitivo). El detalle de los resultados obtenidos de la aplicación de este test son los indicados en la siguiente tabla 7.14.

Participantes	Killer	Socializer	Explorer	Achiever
Ingeniero software 1	67%	13%	40%	80%
Ingeniero software 2	73%	53%	53%	14%
Ingeniero software 3	73%	53%	40%	33%
Ingeniero software 4	47%	53%	53%	47%
Ingeniero software 5	100%	33%	7%	60%
Media	72%	41%	38.6%	46.8%

Tabla 7.14. Perfil de Bartle de los ingenieros software de ABC.

Por lo que respecta a los elementos de gamificación, se definió una propuesta muy similar a la planteada para XYZ, que ya fue presentada en el apartado 7.2.5. La principal diferencia de la propuesta para ABC frente a XYZ radica en la no existencia de

equipos. Dado que la heurística de Bartle (Bartle, 1996) indica el predominio de Killers, se eliminó cuando cualquier atisbo de cooperación de la competición planteada.

Tras la sesión de comunicación en las oficinas de ABC donde se explicó la iniciativa a los participantes, la implementación de la propuesta de gamificación se puso en marcha. Sin embargo, no se pudo ejecutar de manera satisfactoria. Mientras que algunos participantes realizaban las tareas asignadas, otros simplemente las ignoraban desde el principio. Finalmente, la iniciativa se canceló tras no variar la situación durante un par de semanas.

La cancelación de esta iniciativa SPI parece indicar que, aunque las organizaciones se comprometan a ponerla en marcha, las prioridades de su día a día se lo impiden. Esto está en línea con algunos de los aspectos citados en el caso de estudio anterior (ver apartado 7.2.8.1). Además, el manager involucrado informó que alguno de los participantes había manifestado su incomodidad a la hora de la participación, dado que consideraba que los resultados del experimento serían utilizados como una herramienta de control y de presión por parte de la compañía. Dado que, para obtener los máximo beneficios, la participación debe ser voluntaria (McGonigal, 2011; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Linder, 2013), se ofreció la posibilidad de no obligar a dicho participante, sin obtener confirmación por parte de la organización.

Por último, por lo que respecta a los objetivos de investigación de la validación empírica, es importante destacar que, aunque sin lugar a dudas hubiera sido interesante la puesta en marcha del marco metodológico en ABC, el contexto del experimento era muy similar al caso de estudio anterior con XYZ, como para obtener resultados que aportasen gran valor a la generalización de los resultados.

7.3.2. Caso de estudio DEF

DEF (nombre ficticio) es una compañía latinoamericana con filiales en varios países como Ecuador, Panamá y Perú. Con 15 años en la industria software, la organización está dedicada al desarrollo de soluciones software sobre plataformas web y móvil, generalmente por medio de metodologías ágiles.

En una primera reunión remota se presentó el experimento y se confirmó por parte de DEF su compromiso con el experimento. En esta misma reunión se señaló el interés de mejorar la definición, ejecución y el registro de las pruebas software. Tras esto, se definieron unos objetivos de negocio y SPI acordes con las actividades SPI establecidas, pero la iniciativa fue cancelada. Las razones de esto son, por un lado, la falta de compromiso real por parte de la alta y media dirección

y, por otro, cuando se pretendía poner en marcha la iniciativa, iniciaron un proyecto muy importante con un nuevo cliente, y las prioridades cambiaron.

7.4. Conclusiones de la validación empírica

Tras poner en marcha la validación empírica, podemos formular una serie de conclusiones al respecto de las hipótesis de investigación. Para poner en contexto el contraste de estas hipótesis, es necesario recopilar todas las limitaciones encontradas durante el proceso de validación empírica. Asimismo, por cada limitación encontrada, se formulan una serie de recomendaciones de cara a futuras implementaciones, orientadas a evitar o mitigar dicha limitación. Posteriormente, se realiza un contraste de las hipótesis en base a todos los datos resultantes, para finalizar con una discusión global de los resultados obtenidos en la validación empírica.

7.4.1. Limitaciones y recomendaciones

En este apartado se indican las principales limitaciones encontradas a lo largo de los casos de estudio, en especial en XYZ, aunque también se incluyen limitaciones encontradas en los casos de estudio de ABC y DEF. Además, se describe la razón de la presencia de las limitaciones y se formulan una serie de recomendaciones que deberán tenerse en cuenta para futuras implementaciones de marco metodológico. Estas recomendaciones están orientadas a mitigar o reducir las limitaciones encontradas. Debido al gran número de limitaciones, se han recogido todas ellas en la siguiente tabla 7.15.

Limitación	Razón de su existencia	Recomendaciones
1. Propuesta de gamificación subóptima (en el caso de estudio de XYZ)	En base al criterio de la organización, existía una elevada complejidad a la hora de implantar la propuesta óptima, la cual estaba alineada con los perfiles de Bartle (Bartle, 1996).	Siempre que sea posible, optar por propuestas óptimas. Adicionalmente, para que la efectividad pueda perdurar en el tiempo será necesario variar la mecánicas y dinámicas de juego (Chou et al., 2015; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Linder, 2013).
2. Dinámica de registro	Falta de integración de desa-	Integración de todas las acti-

<p>de datos y <i>feedback</i> de gamificación no integrado en su flujo de trabajo (en el caso de estudio de XYZ)</p>	<p>rollo software ad-hoc para automatizar estas tareas.</p> <p>Finalmente no se empleó Gameware (Herranz et al., 2015) para evitar mayor resistencia al cambio ni barreras de implementación (Herranz et al., 2018).</p>	<p>vidades necesarias en el flujo de trabajo software. Requiere un desarrollo software ad-hoc, en parte específico para cada propuesta. Esto es costoso y poco viable.</p>
<p>3. Percepción por parte de algunos participantes de control y monitorización de su desempeño profesional (en el caso de estudio de XYZ)</p>	<p>Puesta en marcha de una nueva iniciativa SPI en la organización, con tareas parcialmente novedosas. Posible falta de refuerzo en la comunicación de los objetivos de la iniciativa SPI.</p>	<p>Dejar claro, por escrito y de manera reiterada por parte de la alta dirección, que no se utilizarán esos datos para evaluar el rendimiento. Valorar el anonimato de los datos de rendimiento. Esta última solución será viable siempre y cuando se automatice la asignación de puntos.</p>
<p>4. Compromiso de la alta dirección no es 100% real (presente en los tres casos de estudio)</p>	<p>Como se ha documentado de manera extensa en la literatura (Sulayman et al., 2012), las PYMES cuentan con otras prioridades fruto de las urgencias de su día a día.</p>	<p>Intentar asegurar el compromiso y los factores de viabilidad incluidos en la primera fase del marco metodológico. Sería importante la figura de un “<i>champion</i>” para dar apoyo o defender la iniciativa de gamificación. Sin embargo, este rol suele ser desempeñado por la alta dirección y, en el contexto de urgencia de las PYMES, disponer del tiempo para realizar las tareas del <i>champion</i> (defensor) no es tarea fácil (Herranz & Colomo-Palacios, 2018).</p>
<p>5. Frecuencia de <i>feedback</i> muy baja, incluso por debajo de lo acordado (en el caso de</p>	<p>Para la evaluación y asignación de puntos, es necesaria la participación directa del manager, el cual de manera ma-</p>	<p>Integración de sistema de <i>feedback</i> en tiempo real con soluciones software que au-</p>

estudio de XYZ)	nual evalúa e introduce los datos. Aparte, las urgencias del día a día impide a veces respetas las tareas acordadas.	tomaticen la tarea.
6. No se pudieron realizar las labores de revisión necesarias (en el caso de estudio de XYZ)	Comunicación investigador – alta dirección, poco fluida. Nuevamente, las prioridades de su día a día se encuentran detrás de esto.	Intentar asegurar el compromiso y establecer unos días prefijados para la comunicación, aunque aparentemente no exista nada reseñable que comentar.
7. Falta de “sensación de urgencia”, que tan importante se ha considerado (Herranz et al., 2016) (presente en los tres casos de estudio)	En esta investigación, para poder poner en marcha el caso de estudio, se relajó este factor, incluido en la fase de Viabilidad del marco metodológico.	Confirmar la sensación de urgencia de manera previa, y transmitirla en repetidas por parte de la alta dirección.
8. Asignación de puntos con cierto grado de subjetividad (en el caso de estudio de XYZ)	Al ser la evaluación y puntuación manual, el encargado de esta labor tenía en cuenta factores ajenos a los exclusivamente propios de la iniciativa.	Integración de una herramienta de asignación automática y objetiva de puntos, en base al esquema de recompensas prefijado.
9. Participación tácitamente obligada (presente en el caso de estudio de XYZ y ABC)	Los participantes estaban relativamente obligados a participar en la iniciativa. Aunque supuestamente participaban de manera voluntaria, en realidad eran seleccionados por la organización.	Asegurar, en la medida de lo posible, la participación voluntaria, en base a las recomendaciones de la literatura (McGonigal, 2011; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Linder, 2013).
10. Naturaleza de las actividades SPI aburridas y no realizadas hasta el momento (presente en el caso de estudio de XYZ y ABC)	Parece existir una tendencia en las organizaciones a emplear la iniciativa SPI con el marco como un hito para seleccionar tareas que no se realizan, con el ánimo de empezar a hacerlas. Esto implica una mayor resistencia al cambio. Además, en todos los casos, eran tareas aburridas,	Para minimizar la resistencia al cambio, si es posible, seleccionar actividades SPI que ya se realicen por parte de los participantes, pero donde se quieran realizar actividades de mejora. Además, se tendrá mayor éxito en tareas más creativas y menos algo-

	que son más complicadas de gamificar (Andonova, 2013; Chou et al., 2015; Pink, 2011; Werbach & Hunter, 2012).	rítmicas (Pink, 2011).
11. Experiencia previa de los participantes en lo que respecta a las actividades SPI (en el caso de estudio de XYZ)	Algunos de los participantes no habían realizado previamente las actividades SPI, al menos al nivel de detalle que se estaba demandando. Esto implica la introducción de sesgos en los resultados de las variables de la fase “Pre”. En consecuencia, algunos de los valores de percepción estarán basados en expectativas y no en percepciones sobre experiencias pasadas en esas actividades.	Confirmar si los participantes han realizado las tareas SPI previamente o al menos tener registrado su expertise previo en la tarea para minimizar los sesgos.

Tabla 7.15. Limitaciones encontradas en la validación empírica

7.4.2. Contraste de hipótesis

Mediante el caso de estudio de XYZ es posible contrastar las hipótesis de investigación de manera cualitativa y cuantitativa, según el caso. A modo de recordatorio, las hipótesis de investigación son las siguientes:

- SUBHIPÓTESIS 1 (H1): La aplicación del marco metodológico permite incrementar la motivación intrínseca del personal implicado de manera directa en la iniciativa SPI. Este incremento de motivación permitirá fomentar la adopción de estas iniciativas de mejora SPI.
- SUBHIPÓTESIS 2 (H2): La aplicación del marco metodológico permite mejorar el rendimiento de los participantes en las actividades SPI. Esto permitirá incrementar las posibilidades de éxito de cualquier iniciativa SPI.

En lo que respecta a H1, el análisis estadístico realizado y su posterior estudio, confirman que la aplicación del marco metodológico en iniciativas SPI no ha contribuido al incremento de la motivación intrínseca del personal involucrado. Aunque los participantes consideraron la iniciativa de gamificación como “muy útil” (4.33 de 5), estos resultados implican la no aceptación de H1.

Para el análisis de los datos que sirven como base para el contraste de hipótesis de H1, se realizó una serie de pruebas estadísticas fundamentadas en una evaluación de la motivación intrínseca previa y posterior a la implementación del marco metodológico. Estas pruebas estadísticas nos han permitido, por un lado, realizar un análisis descriptivo y exploratorio de las subescalas del cuestionario IMI (Ryan et al., 1991) para conocer valores estadísticos como su mediana y desviaciones típicas. Por otro lado, nos han permitido analizar numérica y visualmente las diferencias entre la fase previa y posterior. En estas tareas estadísticas, se han empleado herramientas de apoyo como Excel y Statgraphics Centurion XVIII¹⁹.

En lo que se refiere al contraste de H2, los datos cuantitativos registrados durante la ejecución del marco metodológico permiten confirmar la idoneidad de aplicación del marco metodológico para el incremento de rendimiento del personal involucrado en la iniciativa SPI. Por otra parte, los datos cualitativos resultantes de la entrevista abierta con el Director de Operaciones de XYZ vienen a confirmar los datos cuantitativos, indicando una mejora significativa en el rendimiento en las tareas SPI implicadas. Estos datos permiten confirmar la aceptación de H2. Sin embargo, es importante resaltar que este incremento no perdura en el tiempo.

En resumen, parece ser que la aplicación del marco metodológico cumple sus objetivos sólo a medias, incrementando el rendimiento del personal involucrado en la iniciativa SPI, aunque no logra incrementar su motivación. En la siguiente tabla se muestra un resumen de las hipótesis a evaluar, el método de evaluación y su aceptación.

Hipótesis de investigación	Métodos de evaluación	Aceptación hipótesis
H1: La aplicación del marco metodológico permite incrementar la motivación intrínseca del personal implicado de manera directa en la iniciativa SPI. Este incremento de motivación permitirá fomentar la adopción de estas iniciativas de mejora	Cuantitativo, a través de cuestionario IMI (Ryan et al., 1991) (ver apartado 7.2.7.1)	NO
H2: La aplicación del marco metodológico permite mejorar el rendimiento de los participantes en las actividades SPI. Esto permitirá incrementar las posibilidades	Cuantitativo, a través de datos registrados (ver apartado 7.2.7.2) Cualitativo, a través de	SI

¹⁹ <https://statgraphics.net/>

de éxito de cualquier iniciativa SPI.	entrevista abierta	
---------------------------------------	--------------------	--

Tabla 7.16. Resumen de hipótesis a evaluar, métodos de evaluación y aceptación de hipótesis.

No obstante, para la consideración de aceptación o no de estas hipótesis deben tenerse en cuenta las limitaciones encontradas durante la validación empírica (ver apartado 7.3.1) y las amenazas a la validez (ver apartado 5.3).

7.4.3. Discusión y conclusiones de la validación empírica

La hipótesis de investigación se discute a partir de los resultados de la validación empírica. En base a estos resultados, tras el desarrollo de esta tesis doctoral, se puede afirmar que existe un marco metodológico que aplica gamificación en las iniciativas SPI el cual mejora el rendimiento de los agentes involucrados, mientras que la motivación intrínseca no se ve incrementada.

En primer lugar, la evidencia empírica sugiere que la aplicación del marco metodológico no permite incrementar la motivación intrínseca del personal implicado de manera directa en la iniciativa SPI y que, por lo tanto, no permitirá fomentar estas iniciativas de mejora (H1). En esta línea, existen otras investigaciones como la de (Hanus & Fox, 2015) donde la aplicación de gamificación ha tenido resultados similares en lo que a motivación se refiere, aunque bajo un entorno educativo. No obstante, estos resultados contrastan con los resultados preliminares de aplicación del marco metodológico bajo entornos educativos (Herranz et al., 2015) y con los datos obtenidos en la validación de expertos (ver apartado 6.2.3.5). En este caso, un 80% de los expertos SPI consideraba que la gamificación podía mejorar la motivación del personal. Más allá del ámbito del marco metodológico, otras investigaciones, tanto en entornos educativos (Ibanez et al., 2014) como en entornos productivos (Kifetew et al., 2017; Sailer et al., 2017), señalan incrementos significativos de motivación tras la aplicación de técnicas de gamificación. Es importante señalar que estos estudios apenas citan limitaciones encontradas a la hora de la validación empírica. Por lo tanto, a pesar de la evidencia empírica de esta tesis doctoral, el no-incremento de motivación no sorprende si se tienen en cuenta las múltiples limitaciones encontradas (ver apartado 7.4.1). Muchas de estas limitaciones impactan directamente sobre la motivación, como por ejemplo las relacionadas con el *feedback*. Mientras que el *feedback* recibido fue calificado como indiferente (3.5 sobre 5), la frecuencia del *feedback* ha sido incluso más baja de la acordada (1.3 veces por semana). Esto rompe el ciclo de acción-*feedback*-motivación (ver apartado 2.2.2.6), afectando directamente a la motivación.

En lo que respecta a la segunda de las hipótesis, la evidencia empírica apoya la idea de que aplicación del marco metodológico permite mejorar el rendimiento de los participantes en las actividades SPI. Esto contribuirá a incrementar las posibilidades de éxito de cualquier iniciativa SPI (H2).

En este caso, los resultados tienden a ser significativos no sólo por los datos cuantitativos recogidos durante la experimentación, sino porque los datos cualitativos refuerzan esta hipótesis del incremento de rendimiento. Este resultado está alineado con múltiples investigaciones empíricas que reportan mejoras significativas de rendimiento tras la aplicación de gamificación tanto en el ámbito educativo (Hamari, 2017; Ibanez et al., 2014; Tsay et al., 2018) como en la aplicación de gamificación en herramientas orientadas a la ejecución de pruebas (Werbach & Hunter, 2012) y análisis de requisitos software (García et al., 2017). Además, estos resultados son aún más relevantes teniendo en cuenta que el rendimiento de iniciativas SPI es menor en organizaciones pequeñas (Dybå, 2003). Por todo ello, se puede afirmar que este incremento de rendimiento contribuye a mejorar las posibilidades de éxito de la iniciativa SPI. Nótese que esta iniciativa SPI ha sido la primera iniciativa SPI exitosa en su organización, tras dos intentos previos fallidos de distinta naturaleza.

Por otro lado, la constatada no perdurabilidad en el tiempo de la mejora no es achacable a deficiencias en la naturaleza o en la puesta en marcha del marco metodológico presentado sino más bien a la propia naturaleza de las iniciativas SPI, donde también se dan estas dificultades (Hall et al., 2002; Iversen & Ngwenyama, 2006). Además, debe tenerse en cuenta que, tras finalizar el experimento, el conjunto de limitaciones encontradas se acrecentó y tampoco se modificó nada de la propuesta de gamificación. En este sentido, la literatura es unánime al afirmar que para que los efectos de las técnicas de gamificación perduren en el tiempo, es necesario modificar periódicamente las dinámicas y mecánicas de juego planteadas (Chou et al., 2015; Werbach & Hunter, 2012; Zichermann & Linder, 2013). A este respecto, se ha detectado una potencial línea futura de investigación ya que ninguna investigación a día de hoy estudia y evalúa la perdurabilidad de los efectos de la gamificación en entornos productivos.

Considerando el contraste de ambas hipótesis, los resultados están sustentados y son coherentes con el análisis crítico de la literatura revisada en esta investigación. Así, dentro del ámbito de la gamificación aplicada a la ingeniería del software, predominan los estudios que señalan incrementos de rendimiento frente a los que indican incrementos de motivación (Kasurinen & Knutas, 2018). Inclusive, la investigación de (Mekler et al., 2017) cuenta con unos resultados análogos a los de la validación empírica de esta tesis doctoral. En dicha investigación, se señalan tam-

bién incrementos de rendimiento, pero no de motivación, aunque el ámbito de aplicación se circunscribe de manera puntual a una tarea muy localizada como es el etiquetado de imágenes. Uno de los aspectos en común sería que la tarea es asimismo aburrida y poco creativa, lo cual es desaconsejado en la literatura (Andonova, 2013; Chou et al., 2015; Pink, 2011; Werbach & Hunter, 2012).

En todo caso, para la evaluación de estos resultados deben considerarse las citadas limitaciones encontradas durante la validación empírica (ver apartado 7.4.1). En este sentido, cabe valorar si en entornos productivos, por naturaleza complejos y cambiantes, será factible la eliminación o mitigación de dichas limitaciones, o al menos una gran parte de ellas. Debe tenerse en cuenta que los efectos de la gamificación son altamente dependientes del contexto (Hamari et al., 2014) y que, aunque multitud de estudios han tratado a la gamificación como un constructo genérico, la selección y configuración de los elementos de gamificación condicionan el éxito o fracaso. Por lo tanto, para una misma situación, cualquier cambio en el contexto o en los elementos de gamificación puede llevar a resultados opuestos (Sailer et al., 2017). Este hecho sugiere complicaciones añadidas a la hora de replicar los resultados de un caso de estudio, aun cuando se puedan repetir una serie de pasos de manera sistemática. En el caso de las PYMES, se acentúa la naturaleza y contexto cambiante (Sulayman et al., 2012), y la eliminación o mitigación de dichas limitaciones se antoja complicada, lo cual puede condicionar la aplicación del marco metodológico presentado en este tipo de entornos. En este sentido, ya existen investigaciones que confirman que la aplicación de gamificación funciona mejor en empresas grandes (Atos y Siemens, por ejemplo) que en pequeñas (Kifetew et al., 2017). En consecuencia, igual que sucede en las iniciativas SPI (Clarke & O'Connor, 2012, 2013; García et al., 2012; Mishra & Mishra, 2009), parece ser que la aplicación de gamificación es más viable en grandes organizaciones.

En efecto, el análisis de los resultados y el contraste con la literatura parecen indicar un paralelismo entre los problemas de aplicación de modelos SPI en PYMES y la puesta en marcha de iniciativas SPI mediante el uso de gamificación. La implementación de modelos SPI es complicada en este tipo de entornos y se están realizando grandes esfuerzos de adaptación (O'Connor & Laporte, 2018). Además, al igual que se ha reflejado en esta validación empírica, las PYMES no son capaces de gestionar los requisitos de tiempo y dinero asociados a la implementación de estas iniciativas SPI (Alexandre, Renault, & Habra, 2006; Staples et al., 2007; Wangenheim, Weber, Hauck, & Trentin, 2006). Este hecho no es asunto baladí, ya que limita el alcance transformador del marco metodológico presentado en base a la enorme presencia de las PYMES constituyen en el tejido empresarial (Fayad, Laitinen, & Ward, 2000; OECD, 2005).

Por último, es importante señalar la debilidad del compromiso de las organizaciones, en este caso pequeñas y medianas empresas, a la hora de poner en marcha este tipo de iniciativas, tal y como ocurre en las iniciativas SPI (Basri & O'Connor, 2010). En un principio, todas las organizaciones invitadas a participar en el experimento estuvieron muy receptivas. Sin embargo, a pesar del compromiso adquirido por la alta dirección, dos de ellas finalmente no movilizaron los recursos necesarios. En el caso de XYZ, el proceso de aprobación de la puesta en marcha definitiva se extendió durante más de 6 meses. Ya sabemos que el compromiso de la media y alta dirección es crítico, tanto en SPI (Narciso & Allison, 2014; Niazi, 2015; Niazi et al., 2004; Pries-Heje et al., 2010; Singer & Schneider, 2012b) como en iniciativas de gamificación (Herranz et al., 2013). El problema parece residir en la propia naturaleza de las organizaciones software pequeñas y medianas donde los gerentes y los ingenieros del software tienen que lidiar con múltiples fechas de entrega y con picos de trabajo habituales (Herranz et al., 2018).

Parte IV
Conclusiones

Capítulo 8

Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones de la tesis doctoral y aquellos aspectos que permitirán ampliar el alcance de esta investigación. Para ello, se parte de una revisión de los objetivos de investigación y de la hipótesis en función de los resultados obtenidos. A continuación, se señalan las principales contribuciones de esta tesis doctoral y los beneficios aportados por el marco metodológico presentado. Para finalizar, se indican las líneas futuras de investigación que derivan de los resultados de la tesis y que permitirán profundizar sobre áreas no exploradas.

A la hora de evaluar estas conclusiones, deben considerarse una serie de limitaciones. Por un lado, el proceso de investigación empleado no está exento de limitaciones que condicionan la validez de los resultados. Las amenazas de la validez de cada parte del proceso, así como las acciones de mitigación llevadas a cabo, se encuentran expuestas en el apartado 5.3. Por otro lado, se han detectado una serie de limitaciones o condicionantes a los resultados obtenidos en la validación empírica. Estas limitaciones, así como una serie de recomendaciones para su mitigación, están recogidas en el apartado 7.4.1.

8.1. Revisión de objetivos de investigación e hipótesis

Esta tesis doctoral presenta un marco metodológico de aplicación de gamificación en iniciativas SPI que ha sido extendido, mejorado y validado tanto por expertos de ambas áreas como por el proceso de validación empírica llevado a cabo en un entorno productivo real.

Para llegar a este resultado, se han logrado los siguientes objetivos de investigación:

Objetivo 1. *Investigar y recopilar información de otros posibles modelos y aproximaciones en la comunidad científica y en la industria.*

Este objetivo ha sido logrado mediante el estudio y el análisis riguroso de la literatura existente en los cuerpos de conocimiento implicados, estos son, la gamificación y la gestión del cambio organizacional en SPI.

Objetivo 2. *Formalizar un marco metodológico sencillo de entender y de implementar que, a través de gamificación, permita el logro del objetivo principal.*

El marco metodológico ha sido desarrollado y descrito con un nivel de detalle suficiente como para poder ser empleado por cualquier otro agente. Como parte de este desarrollo, se ha llevado a cabo una extensa validación de expertos que ha permitido extender, mejorar y modificar este marco.

Objetivo 3. *Adaptar el marco metodológico propuesto a las particularidades de cada grupo de profesionales software y de los roles SPI.*

Se ha creado una correspondencia (o mapping) de los grupos de profesionales software y roles de SPI con sus factores motivacionales. Esta correspondencia se encuentra integrada dentro del marco metodológico y permite adaptar la propuesta a las personas involucradas en la iniciativa.

Objetivo 4. *Diseñar y desarrollar una herramienta software que soporte la implementación del marco metodológico presentado en iniciativas SPI reales.*

La herramienta software (Gamiware) ha sido conceptualizada y desarrollada. También se ha realizado un estudio piloto con el objetivo de evaluar su validez y, preliminarmente, la del marco metodológico que lo soporta.

Objetivo 5. *Definir una aproximación de integración de este marco metodológico en los actuales modelos de SPI orientados a la gestión del cambio organizacional.*

Se han realizado una serie de correspondencias que aseguran la integración del marco metodológico con el conjunto de principios y valores de SPI, así como con otros marcos y modelos SPI.

Objetivo 6. *Evaluar el impacto y los resultados de la aplicación del marco metodológico propuesto en un entorno productivo.*

El marco metodológico ha sido implementado por completo dentro de un entorno productivo. Además, se han analizado y evaluado los resultados de esta validación.

Para tratar de validar los efectos de la aplicación del marco metodológico presentado, se establecieron dos hipótesis en esta investigación:

HIPÓTESIS 1 (H1): *La aplicación del marco metodológico permite incrementar la motivación intrínseca del personal implicado de manera directa en la iniciativa SPI.*

Este incremento de motivación permitirá fomentar la adopción de estas iniciativas de mejora SPI.

En base a las evidencias empíricas, esta hipótesis no se ha podido validar. Por lo tanto, la aplicación del marco metodológico en iniciativas SPI no ha contribuido al incremento de la motivación intrínseca del personal involucrado. No obstante, durante la validación empírica se han encontrado múltiples limitaciones que impactan sobre la motivación y, por ello, se han realizado una serie de recomendaciones al respecto.

HIPÓTESIS 2 (H2): *La aplicación del marco metodológico permite mejorar el rendimiento de los participantes en las actividades SPI. Esto permitirá incrementar las posibilidades de éxito de cualquier iniciativa SPI.*

Los datos registrados durante la investigación son suficientes para confirmar esta hipótesis. En consecuencia, se puede confirmar la idoneidad de aplicación del marco metodológico para el incremento del rendimiento del personal involucrado en la iniciativa SPI. Sin embargo, es importante resaltar que este incremento no perdura en el tiempo.

8.2. Principales contribuciones de la investigación

A día de hoy, la gran mayoría de las propuestas de gamificación son genéricas (Mora et al., 2015, 2017) y apenas existen validaciones empíricas (Gómez-Álvarez et al., 2017; Pedreira et al., 2015), predominando las validaciones en entornos educativos (Kasurinen & Knutas, 2018). En base a nuestro conocimiento, el marco metodológico presentado en esta tesis doctoral es la primera aproximación formal que vincula de manera específica las áreas de gamificación y SPI, el cual permite incrementar el rendimiento del personal involucrado. Además, se ha realizado una validación empírica en un entorno productivo real.

Aparte del marco metodológico en sí mismo, de manera más concreta, las principales contribuciones de esta tesis son las siguientes:

- Estado del arte actualizado de los cuerpos de conocimientos disponibles y de las fuentes bibliográficas más relevantes tanto de la gamificación como de la gestión del cambio organizacional en SPI.
- Los problemas identificados en el estado del arte que sirven de motivación para el desarrollo del marco metodológico, suponen un buen punto de partida para la puesta en marcha de investigaciones futuras.

- Criterio de selección de expertos en la disciplina de gamificación, basado en el criterio de selección de expertos de Fehring (Fehring, 1994).
- Método de establecimiento de técnicas de gamificación en SPI.
- Herramienta software de apoyo (Gamiware) a la implementación del marco metodológico de gamificación.
- Validación de expertos de gamificación y SPI que ha permitido, por un lado, validar los aspectos contemplados en el marco metodológico y, por otro, profundizar en el conocimiento de aplicación de gamificación en organizaciones y en iniciativas SPI.
- Validación empírica en entorno productivo que, aun considerando las limitaciones encontradas, aporta una prueba de aplicabilidad del marco en entornos reales. Asimismo, fruto del proceso de validación, se han identificado una serie de recomendaciones a la hora de la aplicación de gamificación en organizaciones.

8.3. Beneficios del marco propuesto

Los beneficios de aplicación del marco metodológico se listan a continuación:

- En base a la evidencia empírica, la aplicación del marco permite un incremento del rendimiento de las personas involucradas en la iniciativa SPI (Herranz et al., 2018).
- Gracias a su formulación en pasos definidos en detalle, la aplicación del marco es repetible y ajustable a las particularidades tanto de la organización como de los participantes. Esto permite incrementar el éxito de cualquier iniciativa SPI.
- Una correcta aplicación del marco, si bien no eliminaría la resistencia al cambio, sí la reduciría, minimizando su duración y la caída de rendimiento laboral asociado.
- La validación de expertos confirma, por un lado, la representatividad del marco en lo que a aplicación de gamificación en organizaciones se refiere y, por otro lado, su potencial aplicación en iniciativas SPI para el incremento de motivación intrínseca y rendimiento.
- La validación empírica realizada puede servir como guía en la introducción del marco metodológico en organizaciones. Además, las limitaciones y recomendaciones formuladas, permitirán anticipar problemas a la hora de su implantación en pequeñas y medianas empresas.

8.4. Líneas futuras

El trabajo de investigación realizado durante esta tesis doctoral arroja unas conclusiones relevantes y supone una mejora del estado del arte de los cuerpos de conocimiento involucrados. A pesar de esto, es necesario realizar una serie de trabajos que permitan completar el marco metodológico planteado y evaluar sus efectos en distintos contextos.

En este sentido, se plantean unas líneas futuras de investigación que derivan de los resultados de la tesis y que permitan ampliar el alcance de esta tesis además de profundizar en áreas no exploradas.

En primer lugar, serían necesarias nuevas evaluaciones empíricas que eviten las limitaciones encontradas y que consideren las recomendaciones señaladas durante la validación empírica realizada. Además, en estas nuevas validaciones empíricas, se deberían involucrar tareas más creativas del proceso software, tales como el diseño software, por ejemplo. También sería crítico establecer como criterio discriminante la existencia de un *feedback* con una frecuencia elevada (diario, a ser posible) así como la libertad para implementar elementos de gamificación alineados con la organización y los participantes. Dentro de estas validaciones, es necesario que parte de los casos de estudio se implementen en grandes empresas con el objetivo de confirmar el siguiente supuesto: tal y como sucede en las iniciativas SPI (Clarke & O'Connor, 2012, 2013; García et al., 2012; Mishra & Mishra, 2009), la implementación de gamificación, y, por lo tanto, del marco metodológico, es más viable en grandes organizaciones.

En caso de confirmarse el supuesto anterior, sería interesante plantear una adaptación del marco metodológico a pequeñas y medianas empresas, de igual modo que la industria lleva un tiempo trabajando sobre modelos SPI para PYMES (Pino, García, & Piattini, 2008), aunque sin mucho éxito por el momento (Basri & O'Connor, 2010; Clarke & O'Connor, 2013; Schoeffel & Barreto Vavassori Benitti, 2012; Sulayman et al., 2012). De hecho, las últimas revisiones de la literatura SPI (Kuhrmann et al., 2016), confirman que una de las principales tendencias es la creación de nuevos modelos SPI y la adaptación de los existentes a contextos de muy pequeñas y pequeñas y medianas empresas.

Por lo que respecta a la medición de resultados, es necesario analizar qué otras variables han permitido que el rendimiento se haya visto incrementado mientras que la motivación intrínseca ha permanecido invariable. Por ello, es necesario profundizar en la medición del compromiso del empleado (*engagement*) y en el resto de factores que puedan ser relevantes, tomando como referencia los modelos

de gestión del talento de JD-R (Bakker & Demerouti, 2008; Demerouti et al., 2001) y de *Hay Group* (Singh, 2016).

Otros desarrollos futuros incluyen la evaluación del impacto del marco metodológico a través de técnicas de computación afectiva que permitan captar determinadas señales biométricas relacionadas con la motivación intrínseca.

Por otro lado, en base a los prometedores resultados preliminares del estudio piloto con la herramienta software de soporte desarrollada (Herranz et al., 2015), sería relevante evaluar los efectos de aplicación del marco metodológico con y sin el uso específico de la herramienta. Para hacer más viable este último punto, se sugiere la integración de la herramienta en el flujo de trabajo de las iniciativas SPI. Así, se podrá valorar su integración con herramientas como *Enterprise Architect*, *JIRA* o *Redmine*, tal y como se hizo en previos estudios en ámbitos del desarrollo y evaluación del proceso software (Ruiz-Rube, Doderó, & Colomo-Palacios, 2015).

Finalmente, sabemos que la forma de trabajar y la cultura organizacional difiere mucho entre grandes y pequeñas empresas (Basri & O'Connor, 2010). Por lo tanto, para completar el marco presentado sería interesante analizar los resultados de implantación en organizaciones con distintas culturas con el objetivo de evaluar el impacto cultural en su aplicación y resultados. Asimismo, se deberían realizar evaluaciones donde se tuviera en cuenta el género de los ingenieros del software involucrados. En este sentido, se han encontrado diferencias significativas en la respuesta entre hombres y mujeres a las mismas técnicas de gamificación. Las mujeres valoran más las características sociales que los hombres, mientras que no se han encontrado diferencias significativas entre edades (Koivisto & Hamari, 2014).

Parte V
Apéndices

Apéndice A

Manual de Gamiware

Con el objetivo de profundizar en el funcionamiento de la herramienta software desarrollada (denominada Gamiware), se ha realizado un breve manual de usuario con las principales funcionalidades.

1. Alta de rol Gamification Master

El primer paso para poder usar la herramienta para una determinada iniciativa SPI es crear un proyecto específico para dicha iniciativa. Todo proyecto debe ser creado por un rol *“Gamification Master”* que sólo podrá ser dado de alta por el *Admin*. Para esto, el candidato a *“Gamification Master”* deberá contactar con el administrador de la herramienta a través del formulario que aparece en la dirección web www.gamiware.com.

Una vez aprobada la solicitud, se dará de alta al *“Gamification Master”* y se creará un nuevo proyecto que corresponderá con la iniciativa SPI a gamificar.

2. Configuración de la herramienta software

Es necesaria la configuración de la herramienta para adaptarse al contexto de uso donde se llevará a cabo la iniciativa SPI. La información de este contexto se obtiene de la ejecución de las fases 1-5 del marco metodológico. Así, desde la sección *“Management”* se podrán añadir objetivos de negocio, SPI, y sus métricas correspondientes. Además, se podrán dar de alta usuarios implicados y tareas SPI a realizar. Las tareas SPI se vinculan inicialmente a cada tipo de rol.

3. Creación de un proyecto y asignación de usuarios

En este punto, el rol *“Gamification Master”* deberá crear un proyecto en la herramienta. Este proyecto corresponderá con la iniciativa SPI a emprender. Para ello, basta con acceder al menú *“New Project”* y completar la información solicitada.

Una vez creado el proyecto, desde el menú *“Create users”* se deberán asignar los miembros que participan en el mismo, partiendo de la información de la ejecución de la fase 2 del marco. Por cada uno de los usuarios dados de alta, se de-

berá tanto indicar su e-mail de contacto y asignarle un rol SPI. Este rol SPI estará asociado a unas determinadas funcionalidades, reflejadas en la tabla 6.13.

4. Asignación de actividades SPI

Cuando se disponen de un proyecto dado de alta, y de los usuarios asignados al mismo, se pueden empezar a dar de alta actividades SPI. Estas actividades están referidas como ciclos de actividades vinculadas con un proyecto y relacionadas entre sí.

Para esto, se pueden crear ciclos de tareas mediante el menú “*New cycle*”. A cada tarea se le debe asignar un responsable, la cantidad de puntos que se repartirán entre los participantes cuando finalice dicha tarea, y unas mecánicas de gamificación paquetizadas y preestablecidas (ver siguiente punto). Estas mecánicas serán las más similares a las establecidas en la fase 5 de “Elementos de gamificación”.

Además, se le agregarán los objetivos y métricas a los que contribuye y, por último, los usuarios que participan en la misma. Cabe señalar que cada actividad sólo podrá tener un paquete de gamificación.

5. Inicio de ejecución

En este punto, el rol “*Gamification Master*” para a ser un supervisor de la ejecución y entran en liza los distintos tipos del rol “*User*”. Así, los “*Managers*” deberán iniciar las tareas, gestionarlas durante toda su ejecución y finalmente marcarlas como terminadas. El proceso es sencillo:

1. El rol “*Manager*” accede a la interfaz de la tarea en cuestión y la inicia. En este instante, se da por iniciada la actividad SPI y los miembros de la misma deberán empezar a trabajar para lograr completarla.
2. Desde que se inicia la tarea, los gestores pueden modificar los valores de las métricas que hayan sido asignadas por el rol “*Gamification Master*” en el paso anterior, bajo su criterio.
3. De igual manera, debe modificar habitualmente el progreso de la tarea con un simple formulario. De esta manera, se visualizará el avance de la tarea y del conjunto de tareas en general.
4. Cuando un gestor considera que una tarea ha finalizado (con un progreso del 100%) y contribuido al logro de objetivos, debe marcarlo.

6. Iniciar paquetes de gamificación

Los paquetes de Gamificación son el centro de actividad de los usuarios con un nivel de acceso de “*Members*”. Los usuarios participantes en las distintas actividades po-

drán lanzar estos paquetes, o grupos preestablecidos de mecánicas de gamificación. Para ello, necesitarán cumplir una serie de restricciones previas:

- Que el usuario participe en la actividad.
- Que la actividad aun no haya sido iniciada.
- Que la actividad no tenga ningún otro paquete asignado.
- Si se participa dentro de un Equipo, sólo podrá lanzar el paquete el responsable designado por el rol "*Gamification Master*".

A la hora de crear los distintos paquetes de gamificación, el proceso es el siguiente:

1. Si el usuario cumple los requisitos especificados anteriormente, se crea el paquete.
2. Se selecciona la actividad a llevar a cabo (p.e. "Revisión de requisitos funcionales")
3. Dependiendo del tipo de paquete creado, deberá cumplimentar cierta información relevante:
 - a. Reto: indica el reto con su descripción o selecciona uno previamente lanzado.
 - b. Competición: añade una breve descripción de la competición que desea iniciar.
 - c. Trabajo en equipo: añade un objetivo y un compromiso por el cual los miembros de un equipo trabajarán en una tarea.
4. Se seleccionan los oponentes entre los disponibles, en cada caso:
 - a. Reto: se puede retar a uno o varios usuarios, o incluso seleccionar un equipo al que retar.
 - b. Competición: puede competir contra un usuario (1 vs 1), o incluso, podría competir contra un equipo, siempre que sea equipo vs. equipo. Debe señalarse que la competición entre equipos exige que los usuarios no se solapen. Es decir, que los usuarios sean independientes.
 - c. Trabajo en equipo: el líder del equipo podrá comprometer a los miembros del mismo a realizar una tarea determinada.
5. Una vez cumplimentado todo, se puede lanzar el paquete. En ese momento, se le enviará una notificación al rol "*Gamification Master*" del proyecto. Éste deberá validar dicho paquete, incluyendo los puntos asociados y una recompensa (opcional) así como considerar si dicha mecánica dentro de la actividad tiene sentido y contribuye al logro de los objetivos. Este tipo de tareas se realizan para evitar trampas. Tras esto, los

usuarios de tipo “*Member*” serán notificados y deberán aceptar o rechazar el paquete, exceptuando el Trabajo en Equipo que es automáticamente aceptado.

6. Suponiendo que el rol “*Gamification Master*” ha validado el paquete de gamificación, los usuarios (o líder de equipo) a los que va dirigido, deberán aceptar o rechazar la invitación. En caso de que se rechace, el autor del paquete recibirá una notificación alertándole de que su paquete fue rechazado. Si los oponentes aceptan el paquete, éste se inicia. En caso de que fuera un paquete de reto, el usuario retado deberá luchar por completar la tarea en función del reto propuesto. El autor en este sentido no tendría más relevancia para el paquete en cuestión pues quedaría en un segundo plano. Por el lado contrario, si se trata de un paquete de competición, y el usuario oponente acepta, tanto él mismo como el autor del paquete deberán luchar por él.
7. Una vez que los usuarios retados, los oponentes dentro de una competición o un equipo en un trabajo de cooperación consideren que han finalizado la actividad, deberán marcarlo en la interfaz correspondiente al paquete de gamificación. Esta acción enviará una notificación al rol “*High Manager*” para que éste verifique si realmente se ha terminado dicha actividad. En caso positivo, se notifica a todos los integrantes y se les asigna los puntos correspondientes. En el caso de que el “*High Manager*” no verifique el paquete, deberá indicar el motivo por el cual no lo verifica, y dicho motivo se trasladará al usuario vía notificación, con lo que deberán continuar con el paquete hasta que cumplan con lo que se les especifica.

Los usuarios en todo momento podrán observar los paquetes que tengan activos dentro de la interfaz correspondiente dentro de la sección “*Gamification*”. También pueden ver los paquetes desde su propio perfil, incluso en el “*Dashboard*”.

7. Creación de equipos

Los usuarios con nivel “*High Managers*” pueden crear equipos. Para ello, se accede al menú “*Teams*” donde se incluye un nombre del equipo, se selecciona a un único líder y al menos dos miembros.

8. Sugerencias y comentarios

En cualquier momento, los distintos tipos de usuarios podrán añadir sus ideas y sugerencias en la herramienta. Las sugerencias e ideas tienen que ir ligadas de manera obligatoria a una actividad SPI determinada. Por esta razón, el formulario de añadir sugerencias se encuentra en la propia interfaz de cada tarea.

En la sección de *“Suggestions”* nos encontramos todas las ideas o sugerencias que los usuarios de un proyecto hayan compartido. Todos los usuarios podrán votar dichas ideas y serán registradas en rankings, que serán visibles por el resto de usuarios de la tarea. Los usuarios con nivel de acceso *“High Manager y/o Low Manger”* podrán marcar como relevantes para el proyecto las sugerencias que consideren oportunas. Todos los usuarios podrán comentar una sugerencia y opinar sobre la misma abriendo un debate que suponga una mejora del proyecto.

9. Perfil de usuarios

Los usuarios disponen de una interfaz propia bajo el menú *“Show Profile”* donde pueden visualizar sus propios datos. En ella aparece la siguiente información: nombre, nivel y puntos, actividades SPI asociadas, sus últimos paquetes de gamificación y los equipos a los que pertenece.

También, pueden modificar su información personal dentro de *“Configuration”*. Puede modificar todos los datos que la herramienta registra sobre él, incluso seleccionar una nueva contraseña. Para cualquier tipo de modificación deberá también ingresar la contraseña actual para verificar que realmente se trata del usuario en cuestión.

Apéndice B

Guías de investigación de entrevistas para la validación de expertos

En este apéndice se incluyen los distintos guiones que han servido de base para las entrevistas semi-estructuradas y estructuradas realizadas en la fase de Construcción del marco metodológico. Estas entrevistas están englobadas dentro de la validación de expertos realizada a profesionales de gamificación. Por lo que respecta a las entrevistas semi-estructuradas (apartado B.1 y B.2), las guías no son cerradas ni están limitadas al contenido recogido en ellas.

B.1. Guía para entrevistas semi-estructuradas con Grounded Theory

Esta guía corresponde con la empleada en las entrevistas semi-estructuras llevadas a cabo en la primera fase de la validación con expertos en gamificación, donde se sigue la metodología de Grounded Theory. En este caso, y para evitar sesgos en las respuestas, los expertos no tuvieron acceso al resumen del marco metodológico.

La guía se representa en la siguiente tabla 8.1 donde figuran las preguntas abiertas realizadas, así como la justificación a dichas preguntas, indicando el objetivo perseguido.

Preguntas	Justificación
Preguntas de ámbito general, en cuanto a la implementación de gamificación	
1. ¿Consideras que la aplicación de gamificación puede mejorar la motivación y el compromiso de las personas involucradas?	Evaluar de manera parcial y anticipada el objetivo del marco metodológico, hipótesis de investigación de la tesis doctoral
2. ¿Sigues algún proceso concreto a la hora de aplicar gamificación? ¿algún <i>framework</i> en concreto?	Conocer el proceso de aplicación de gamificación en organizaciones

<p>3. ¿Cuáles consideras que son los factores de éxito a la hora de implementar gamificación? ¿y cuáles son las principales barreras de implementación? ¿cuáles no habría que realizar en ningún caso?</p>	<p>Conocer los aspectos críticos en la implementación de gamificación</p>
<p>Preguntas específicas relacionadas con el marco metodológico</p>	
<p>4. ¿Crees que muchos de los fracasos de aplicación de gamificación son porque la organización no estaba preparada o porque la tarea no era la adecuada? ¿estimas de algún modo la viabilidad en la aplicación de gamificación?</p>	<p>Conocer sus opiniones y percepción acerca de la viabilidad de aplicación de gamificación en cualquier ámbito, y conocer si se ejecuta formalmente alguna fase de viabilidad</p>
<p>5. ¿Analizas los objetivos de negocio? ¿Empleas algún criterio específico?</p>	<p>Evaluar la importancia de la recogida de objetivos de negocio y conocer qué técnicas emplean para ello</p>
<p>6. ¿Clasificas a los jugadores de algún modo? Si es así, ¿bajo qué taxonomía?</p>	<p>Profundizar en la segmentación de los perfiles de jugadores en implementaciones reales. Conocer qué taxonomías son las más utilizadas</p>
<p>7. ¿Qué tipo de tareas y comportamientos son susceptibles de ser modificadas mediante gamificación?</p>	<p>Profundizar en la naturaleza de las actividades y tareas que son gamificadas, así como en los distintos comportamientos asociados</p>
<p>8. ¿Cuáles son las técnicas de gamificación, o conjunto de ellas, que suelen ser más efectivas? ¿sigues algún <i>framework</i> o proceso a la hora de establecer las mecánicas de juego?</p>	<p>Evaluar la preferencia y efectividad de determinados conjuntos de mecánicas de juego, si existen, y conocer si se sigue algún modelo específico</p>
<p>9. ¿Has necesitado desarrollar alguna solución tecnológica para implementar la propuesta de gamificación?</p>	<p>Evaluar el grado de digitalización y de vinculación e implementación tecnológica en iniciativas reales de gamificación</p>
<p>10. ¿Mides los resultados de la implementación de la propuesta? ¿cómo? ¿en qué métricas te suelen centrar?</p>	<p>Profundizar en las distintas técnicas de medición y en las métricas más representativas, si es que las hubiere</p>
<p>11. ¿Estableces algún método de aprendizaje de lo aprendido dentro de la organiza-</p>	<p>Conocer si, en iniciativas reales, se estable-</p>

ción?	cen mecanismos de aprendizaje
12. Si algo no funciona como esperabas, ¿qué aspectos sueles revisar?	Evaluar si el “Refine loop” especificado en la propuesta de marco metodológico engloba las fases necesarias o si
Preguntas de cierre	
¿Existe algún tema importante en la implementación de gamificación que no haya sido tratado en esta entrevista?	Profundizar lo máximo posible, intentando no dejar fuera ningún tema relevante
¿Algún comentario que quieras hacer?	

Tabla 8.1. Guía de investigación y justificación para Grounded Theory

B.2. Guía para entrevistas semi-estructuradas a modo de revisión por pares

Esta guía corresponde con la empleada en las entrevistas semi-estructuras llevadas a cabo en la segunda fase de la validación con expertos en gamificación, donde se realizan entrevistas a modo de revisión por pares. En este caso, los expertos tuvieron acceso al resumen del marco metodológico en esta dirección web: http://bit.ly/gam-spi-framework_v1

Al igual que en el caso anterior, la guía se representa en la tabla 8.2 donde figuran las preguntas abiertas realizadas, así como la justificación a dichas preguntas, indicando el objetivo perseguido.

Preguntas	Justificación
1. ¿Te parece un marco de calidad?	Evaluar la calidad del marco metodológico
2. ¿Te parece que el marco tiene rigor científico/académico? ¿y rigor dentro del ámbito profesional?	Evaluar el rigor académico y profesional del marco
3. ¿Te parece un marco válido para ser implementado en organizaciones?	Estimar de manera anticipada la viabilidad de aplicación del marco metodológico en el iniciativas reales
4. ¿Le sobra o le falta algún elemento?	Evaluar la completitud de la propuesta

5. ¿Alguna sugerencia de mejora? ¿Qué podría no funcionar o qué se debería tener en cuenta?	Conocer sugerencias de mejora que permitan mejorar el marco metodológico
---	--

Tabla 8.2. Guía de investigación y justificación para revisión por pares

B.3. Cuestionario de entrevistas estructuradas

En este caso, el cuestionario se ha realizado vía web y puede accederse (actualmente) a través de la URL: <https://eduherranz.typeform.com/to/JYCF81>. El cuestionario incluye preguntas abiertas y cerradas. Las preguntas cerradas son afirmaciones orientadas a determinar el grado de acuerdo entre los expertos SPI. En las preguntas abiertas, en el caso de que el experto considerase que no disponía del suficiente conocimiento para responder, se le informa que puede pasar a la siguiente pregunta sin necesidad de tener que responder. En cualquier caso, los expertos que participan en este estudio responder libremente a las preguntas reflejadas en esta encuesta.

En este caso, los expertos tuvieron acceso al resumen del marco metodológico en esta dirección web: <http://bit.ly/gam-spi-framework> y debieron leer con calma el resumen del marco metodológico antes de responder.

A continuación, en la tabla 8.3 se incluye una reproducción del cuestionario empleado.

Totalmente en desacuerdo	Desacuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

Preguntas	Justificación
Preguntas cerradas (respuestas con Likert 5-puntos)	
1. Estás familiarizado con el concepto de gamificación y algunas de sus técnicas y aplicaciones más conocidas.	Evaluar el conocimiento del área de gamificación de los expertos SPI para, posteriormente, otorgar mayor o menor grado de validez a las respuestas que incluyan conceptos de gamificación
2. La aplicación de gamificación puede mejorar la motivación y el compromiso de las personas involu-	Evaluar de manera parcial y anticipada el objetivo del marco me-

cradas en las iniciativas SPI.	metodológico, hipótesis de investigación de la tesis doctoral
3. El marco metodológico presentado es relevante y aplicable en iniciativas SPI.	Evaluar de manera parcial y anticipada el objetivo del marco metodológico, hipótesis de investigación de la tesis doctoral
Preguntas abiertas	
4. ¿Qué elementos del marco pueden ser eliminados o cuáles crees que deberían ser incluidos o contemplados?	Mejorar el marco metodológico eliminando elementos superfluos, o añadiendo aquellos que deben ser considerados
5. ¿Alguna sugerencia para mejorar el marco metodológico?	Conocer sugerencias de mejora que permitan mejorar el marco metodológico
6. ¿Cuáles son los factores de éxito que deben ser considerados a la hora de implementar gamificación en las iniciativas SPI?	Conocer desde una perspectiva profesional los principales factores de éxito, y comprobar la alineación del marco metodológico con ellos
7. En tu opinión, ¿cuáles son las principales barreras a la hora de implementar gamificación en las organizaciones?	Conocer desde una perspectiva profesional, cuáles son las principales barreras a tener en cuenta a la hora de implementar gamificación
8. Hemos identificado los principales factores que deben tenerse en cuenta al estimar la viabilidad de la aplicación gamificación en una iniciativa SPI. Estos factores son: la disponibilidad de recursos, el compromiso de la alta dirección, la sensación de urgencia en el cambio, la infraestructura SPI y la capacidad de monitorizar todo el proceso. ¿Hay algún factor crítico que no ha sido abordado en la lista anterior y se deba considerar como esencial?	Evaluar la completitud de los factores considerados en la fase de viabilidad del marco metodológico, y conocer nuevos factores, si los hubiere
9. ¿Qué tipo de tareas SPI o comportamientos de los profesionales software consideras que son susceptibles de ser modificadas mediante gamificación?	Profundizar en la naturaleza de las actividades y comportamiento en SPI que pueden ser modificadas mediante gamificación
Preguntas de cierre	
¿Algún comentario a modo de finalización que quieras hacer?	

Tabla 8.3. Cuestionario y justificación para expertos SPI

Apéndice C

Guías de investigación de entrevistas para la validación empírica

En este apéndice se incluyen los cuestionarios iniciales y finales de motivación intrínseca, y las guías para la entrevista abierta realizada al Director de Operaciones de XYZ. Tanto los cuestionarios como la entrevista abierta se enmarcan en la fase de Validación Empírica del marco metodológico de la presente tesis doctoral.

C.1. Cuestionarios de motivación intrínseca para ingenieros software

Estos cuestionarios corresponden con las entrevistas llevadas a cabo por los participantes (ingenieros software), tanto al inicio como al final de la validación empírica, tal y como se ha descrito en el apartado 7.2.6. Ambos cuestionarios están basados en el test Intrinsic Motivation Inventory (IMI) de (Ryan et al., 1991), orientado a medir y evaluar la motivación intrínseca en relación con una tarea. En particular, este instrumento evalúa 6 subescalas diferentes, a las cuales se otorga una puntuación concreta en base a una escala de Likert. Estas subescalas recogen el interés/disfrute de los participantes, la competencia percibida, el esfuerzo, el valor/utilidad, la presión sentida y la tensión, y la percepción de elección a la hora de desarrollar una tarea.

Para la construcción de las entrevistas y evaluación de los resultados, se han seguido las directrices señaladas en la documentación explicativa del IMI. Por lo tanto, para el experimento llevado a cabo, se seleccionaron las preguntas que se consideraron relevantes para los objetivos de investigación tanto del “task evaluation questionnaire” como del “activity evaluation questionnaire” del IMI. El resultado consiste en un cuestionario de 21 preguntas que se han presentado con una escala de Likert de 5-puntos, y conforman el **cuestionario inicial** presentada a los participantes, tal y como se repre-

senta en la siguiente tabla 8.4. El cuestionario inicial es accesible también desde esta dirección web <https://eduherranz.typeform.com/to/cB4ERB>.

Nada cierto	Apenas cierto	Algo cierto	Cierto	Muy cierto
1	2	3	4	5

Además, para evitar cualquier tipo de sesgo en las respuestas de estos cuestionarios, los participantes fueron informados por escrito hasta en dos ocasiones que sus respuestas serían anónimas y que no serían compartidas con nadie de la organización. Por lo tanto, ninguno de sus compañeros de trabajo o cualquier jefe, incluyendo el manager involucrado en la iniciativa, tendría acceso a las respuestas, sino que solamente serían accesibles por el equipo investigador. Por último, y en consecuencia con lo anterior, se les incentivo a responder de manera libre y honesta.

Preguntas cerradas (respuestas con Likert-5)	Subescala de medición
1. No me siento nervioso/a para nada en cuanto a hacer la tarea (R)	Presión/Tensión
2. Siento que es mi elección el hacer la tarea	Elección Percibida
3. Creo que soy bastante bueno/a en esta tarea	Competencia Percibida
4. Encuentro la tarea bastante interesante	Interés/Disfrute
5. Me siento tenso al hacer la tarea	Presión/Tensión
6. Creo que soy bastante bueno/a en esta actividad, en comparación con mis compañeros	Competencia Percibida
7. Hacer la tarea va a ser divertido	Interés/Disfrute
8. Creo que me voy a sentir relajado mientras hago la tarea (R)	Presión/Tensión
9. Creo que voy a divertirme mucho haciendo la tarea	Interés/Disfrute
10. No he tenido realmente alternativa de hacer la tarea (R)	Elección Percibida
11. Creo que voy a tener un rendimiento satisfactorio en esta tarea	Competencia Percibida

12. Esto ansioso por hacer la tarea	Presión/Tensión
13. Creo que al tarea va a ser muy aburrida (R)	Interés/Disfrute
14. Me siento muy capacitado/a en esta tarea	Competencia Percibida
15. Me siento presionado/a al hacer esta tarea	Presión/Tensión
16. Siento que estoy obligado a hacer la tarea (R)	Elección Percibida
17. Creo que describiré la tarea como muy divertida	Interés/Disfrute
18. Después de trabajar en esta tarea por un rato, me sentiré muy competente	Competencia Percibida
19. Creo que es una actividad muy importante	Valor/Utilidad
20. Creo que estaré dispuesto/a hacer esta actividad otra vez porque me aporta valor para mí	Valor/Utilidad
21. Creo que esta actividad es muy importante para mi mejora	Valor/Utilidad

Tabla 8.4. Cuestionario IMI inicial y escala de medición

Para la valoración se ha seguido el mecanismo de la puntuación especificado en la descripción del test IMI. En base a este mecanismo, las preguntas marcadas con “(R)” se les restará -6 puntos, dado que se ha utilizado una escala de Likert de 5-puntos.

Por lo que respecta al **cuestionario final**, está accesible desde esta dirección web <https://eduherranz.typeform.com/to/mzK0IE>, y cabe señalar lo siguiente:

1. Las preguntas son las mismas que en el cuestionario anterior, pero están planteadas en un tiempo verbal pasado, haciendo referencia en todo momento a las actividades llevadas a cabo.
2. Se han agregado 4 preguntas al final del cuestionario y una pregunta de cierre, del siguiente modo:
 - Preguntas cerradas, con Likert de 5-puntos enfocados en utilidad:

Nada útil	Poco útil	Indiferente	Útil	Muy útil
1	2	3	4	5

- o ¿Qué piensas de la actividad de gamificación que has tenido?

- Con el objetivo de mejorar el rendimiento en las actividades, ¿qué te ha parecido el *feedback* del {nombre de pila del Director de Operaciones}?
- Preguntas abiertas:
 - Si tuvieras que volver a hacer esta actividad, ¿qué cosas cambiarías?
 - ¿Podrías explicar en más detalle qué te ha parecido el *feedback*?
- Pregunta de cierre:
 - ¿Algún comentario a modo de finalización que quieras hacer?

C.2. Guía para entrevista abierta al director de operaciones

Esta guía corresponde con la empleada en la entrevista abierta realizada al Director de Operaciones de XYZ. Esta entrevista se realizó de manera presencial, dos meses después de la finalización del experimento.

A continuación, se presenta una reproducción de la guía empleada a modo de tabla.

Preguntas	Justificación
1. ¿Hasta qué punto se podrían considerar de efectivas la mejora de rendimiento en las actividades realizadas?	Confirmar los datos cuantitativos recogidos al respecto de la mejora de rendimiento (ver apartado 7.2.6), enriquecer dichos datos con datos cualitativos desde el punto de vista del director de operaciones y mejorar la granularidad del análisis
2. ¿En qué tareas se ha notado más?	
3. ¿En qué tareas se ha notado menos?	
4. Si se han notado cambios, ¿perduran los cambios? ¿hasta cuándo han perdurado?	Evaluar el tiempo de permanencia de los cambios realizados y contrastar los resultados con las previsiones indicadas en la literatura
5. ¿Alguna sugerencia de mejora? ¿Qué podría no funcionar o qué se debería tener en cuenta?	Conocer sugerencias de mejora que permitan mejorar el marco metodológico

Tabla 8.5. Guía de entrevista abierta a Director de Operaciones y justificación

Apéndice D

Análisis estadístico motivación intrínseca

En este apéndice se incluye la descripción y el análisis estadístico de los datos de motivación intrínseca resultantes en la ejecución del caso de estudio en XYZ (ver apartado 7.2).

En base a los resultados de la evolución de los participantes en el test de motivación intrínseca IMI (Ryan et al., 1991), se realizó un análisis descriptivo de las cinco subescalas del test IMI: “Interés/Disfrute”, “Competencia percibida”, “Elección percibida”, “Presión/Tensión” y “Valor/Utilidad”. Se analizaron cada una de las subescalas mencionadas, al inicio (“Pre”) y después (“Post”) de poner en marcha el marco metodológico en el caso de estudio de XYZ. Como herramientas de apoyo en esta tarea se han utilizado Excel y el paquete de software estadístico Statgraphics Centurion.

Como se ha indicado en el Apéndice C.1 en la descripción del cuestionario IMI, para medir cada factor se utilizaron una serie de preguntas, empleando para ellas una escala de Likert de 5-puntos.

Nada cierto	Apenas cierto	Algo cierto	Cierto	Muy cierto
1	2	3	4	5

En la tabla 8.6 se presenta un resumen estadístico para cada una de las variables mencionadas, en base a las respuestas de los participantes. La columna “Fase” indica si el valor corresponde al test IMI antes (“Pre”) o después (“Post”) de la ejecución del marco metodológico. Por otro lado, los valores “Min” y “Max” corresponden con los valores mínimos y máximos, respectivamente, mientras que “Rango” es la diferencia entre los valores mínimos y los máximos.

Subescala IMI	Fase	Media	Mediana	Desviación Típica	Coefficiente variación	Min	Max	Rango
Interés/Disfrute	Pre	4.033	3.9	0.6501	16.1189%	3.4	5	1.6
	Post	3.667	3.7	0.9437	25.7387%	2.2	5	2.8
Competencia percibida	Pre	3.433	3.6	0.7840	22.8351%	2.4	4.2	1.8
	Post	3.333	3.4	0.7229	21.6887%	2.4	4.2	1.8
Elección percibida	Pre	3.616	3.5	0.7468	20.6480%	3	5	2
	Post	3.283	3.35	0.6306	19.2063%	2.3	4	1.7
Presión/Tensión	Pre	1.8	1.8	0.7589	42.1637%	1	2.6	1.6
	Post	2	2	0.4733	23.6643%	1.4	2.6	1.2
Valor/Utilidad	Pre	4.216	4.65	1.2797	30.3489%	1.7	5	3.3
	Post	4.233	4.35	0.7763	18.3382%	3	5	2

Tabla 8.6. Estadísticos correspondientes subescalas del test IMI en cada fase

En lo que respecta a la primera subescala, la percepción de “Interés / Disfrute” en la fase “Pre” se percibe como “Algo cierta” (mediana de 3.9) y cuenta con una dispersión relativamente reducida (0.6501 y 16.1189%). Asimismo, en la fase “Post” esta variable tiene una mediana ligeramente más baja (3.7) que en la fase anterior, pero su dispersión es ligeramente superior (0.9437 y 25.7387%). La “Competencia percibida” durante la fase “Pre” es también “Algo cierta” (mediana 3.6) con una dispersión algo más elevada (0.7840 y 22.8351%), mientras que en la fase “Post” los valores son muy similares, ligeramente inferiores, con una mediana de 3.4 y una dispersión similar (0.7229 y 21.6887%). En cuanto a la subescala de “Elección percibida”, en la fase “Pre” es también “Algo cierta” (mediana de 3.5), con una dispersión no muy elevada (0.7469 y 20.6480%), mientras que en la fase “Post” la percepción es ligeramente inferior (mediana de 3.35) con una dispersión muy similar a la fase “Pre” (0.6306 y 19.2063%).

Puede observarse que, para estas tres primeras subescalas, los valores son ligeramente inferiores en la fase “Post” frente a la fase “Pre”.

En cuanto a la cuarta subescala, la percepción de la “Presión / Tensión” es “Nada cierto” (mediana 1.8), pero sin embargo cuenta con la dispersión más elevada de todas (0.7589 y 42.1637%). En la fase “Post”, la percepción se incrementa sutilmente, siendo “Apenas cierto” (mediana de 2), con una dispersión menor (0.4733 y 23.6643%). Por último, la quinta subescala, “Valor / Utilidad” tiene una percepción elevada en la fase “Pre” (mediana de 4.65) con una dispersión también relativamente elevada (1.2797 y 30.3489%). Mientras, en la fase “Post”, esta subescala tiene una percepción ligeramente más reducida (mediana de 4.35) con una dispersión más reducida (0.7763 y 18.3382%). Esto implica una ligera reducción en el valor o utilidad en la percepción de la tarea.

La figura 8.1a representa esos mismos estadísticos en las fases “Pre” y “Post” para la subescala “Interés/Disfrute”. Muestra cómo existen puntuaciones más bajas en la fase “Post”, manteniéndose las más altas. Por otro lado, en la figura 8.1b ilustra esa reducción, de tal modo que en la fase “Post” uno de los participantes (16.67% de la muestra) tuvo la percepción de “Apenas cierto”.

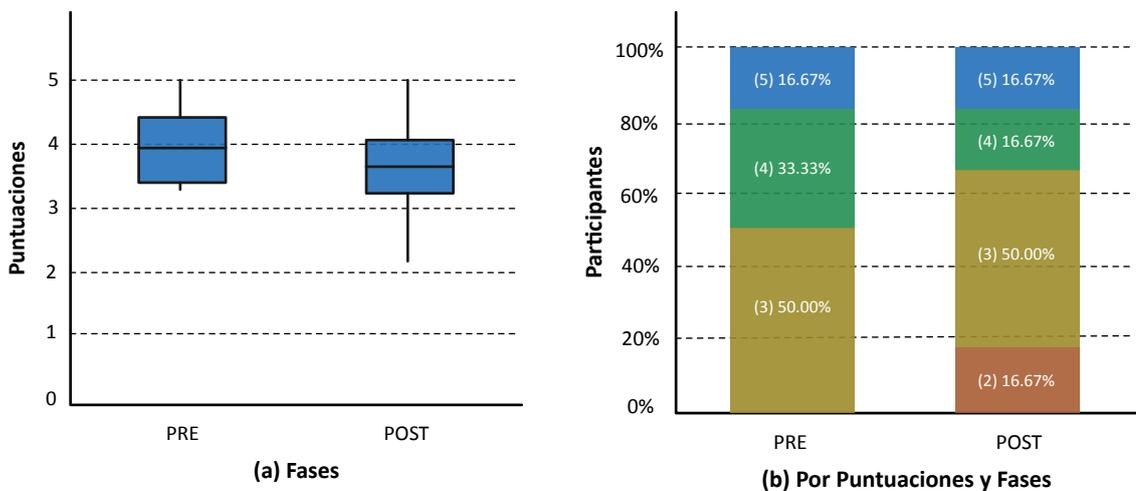


Figura 8.1. Clasificaciones participantes según subescala “Interés/Disfrute”

Para la segunda subescala “Competencia percibida”, la figura 8.2a representa esos mismos estadísticos en las fases “Pre” y “Post”. Muestra cómo existen puntuaciones más bajas en la fase “Post”, pero se incrementan también las más altas. En cuanto a la figura 8.2b, ilustra cómo la distribución no ha variado.

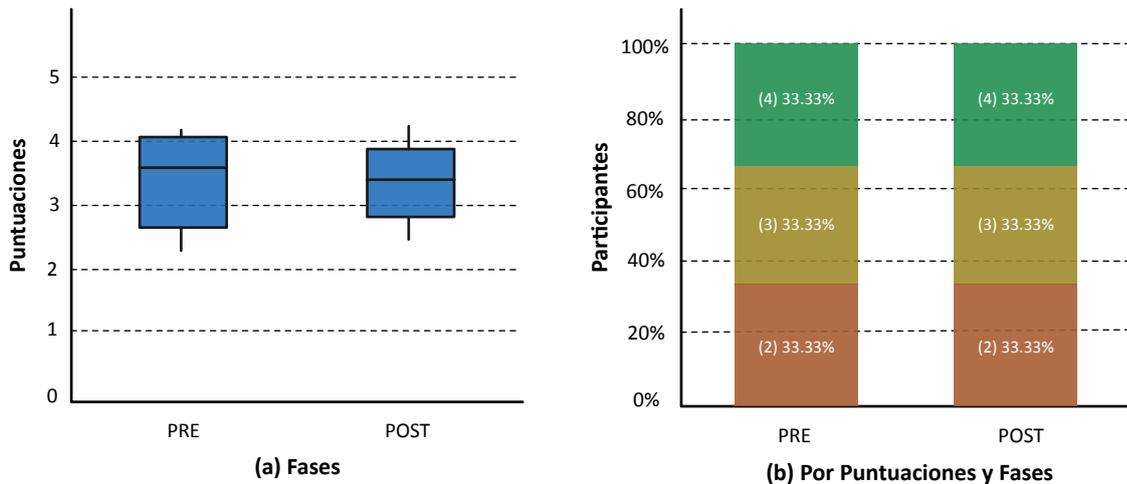


Figura 8.2. Clasificaciones participantes según subescala “Competencia percibida”

En lo que respecta a la tercera subescala “Elección percibida”, la figura 8.3a representa nuevamente esos mismos estadísticos en las fases “Pre” y “Post”. Muestra cómo los valores, en media y en mediana, se mantienen similares, pero existen puntuaciones más bajas en la fase “Post”. La figura 8.3b, muestra cómo esas puntuaciones más bajas implican la desaparición de la percepción “Muy cierto” en la fase “Post” y la aparición de dos participantes (16.67% de la muestra, cada participante) con percepciones “Cierto” y “Apenas cierto”, respectivamente.

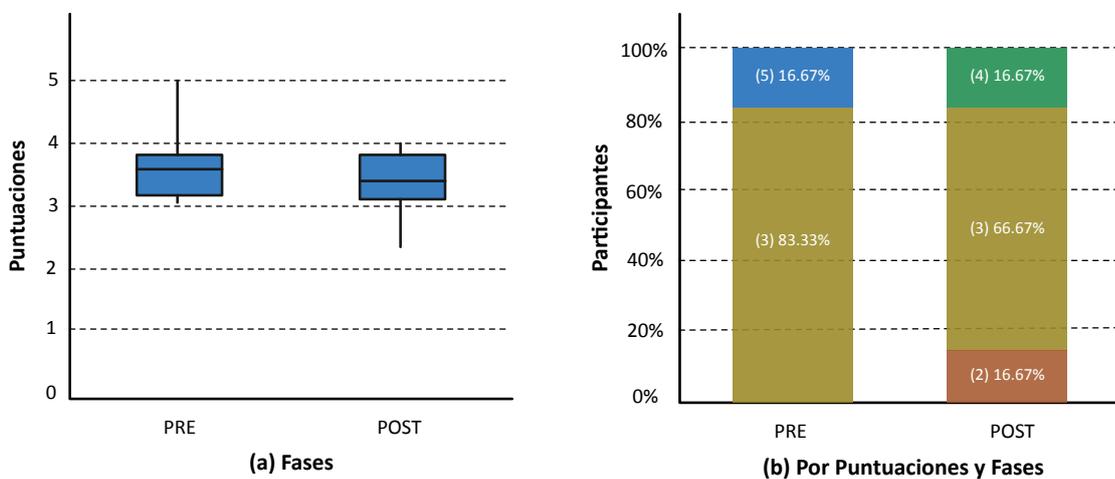


Figura 8.3. Clasificaciones participantes según subescala “Elección percibida”

En cuanto a la cuarta subescala “Presión / Tensión”, la figura 8.4a representa nuevamente esos mismos estadísticos en las fases “Pre” y “Post”. Muestra cómo los valores, en media y en mediana, se mantienen similares, ligeramente superiores en fase “Post”,

pero son puntuaciones tan bajas. La figura 8.4b, ilustra cómo la distribución entre fases no ha variado, a pesar de que la dispersión sí lo hizo.

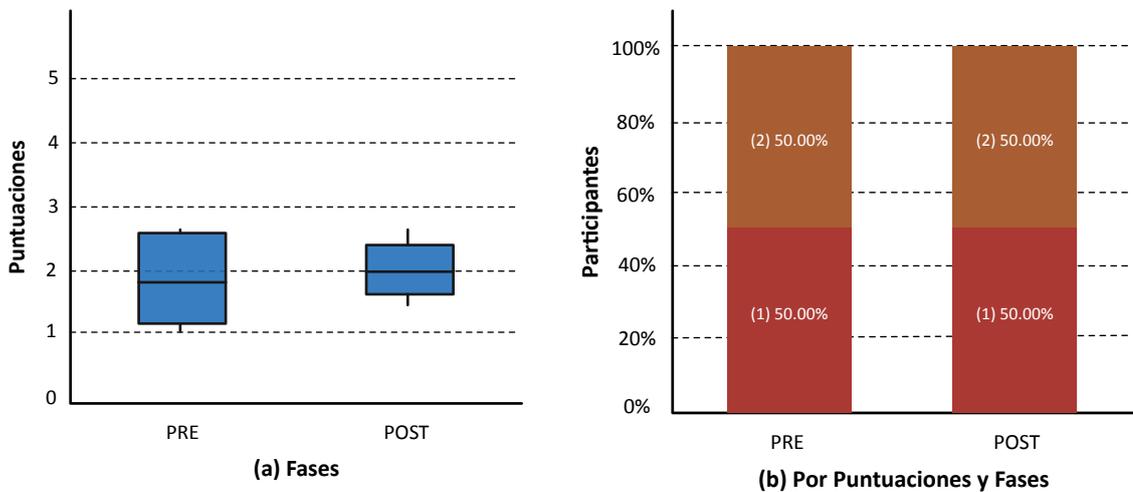


Figura 8.4. Clasificaciones participantes según subescala “Presión / Tensión”

Por último, para la quinta subescala “Valor / Utilidad”, la figura 8.5a muestra cómo los valores, en media y en mediana, se reducen ligeramente, pero no hay puntuaciones tan bajas. Esto queda reflejado visualmente en la figura 8.5b, donde se observa cómo se da una ligera redistribución de las puntuaciones entre fases, y aunque en la fase “Post” se reduce el margen de percepción “Muy cierto” de 50.00% a 33.33%, también desaparece de esta fase la percepción de “Nada cierto”, para surgir la percepción “Algo cierto”.

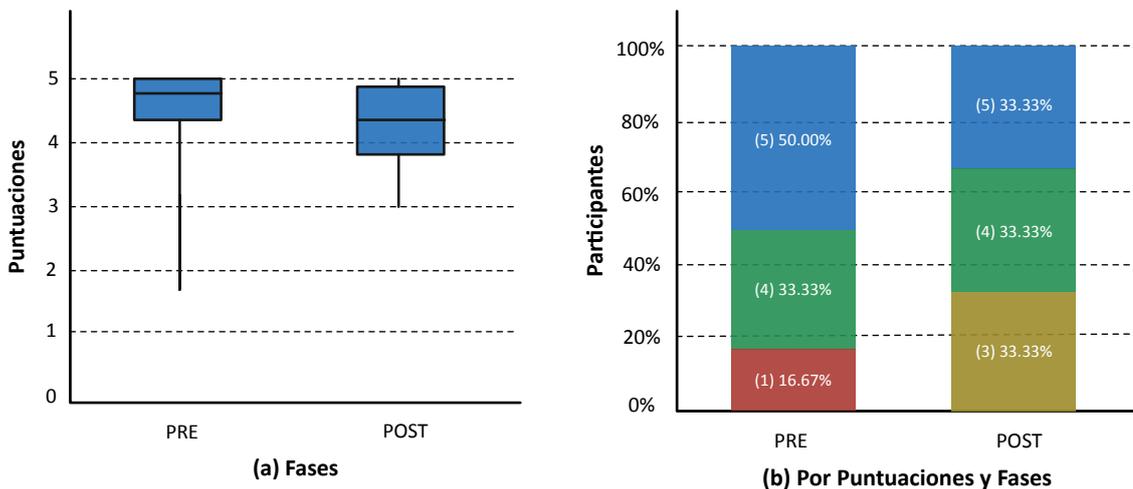


Figura 8.5. Clasificaciones participantes según subescala “Valor / Utilidad”

Las conclusiones de todo este análisis estadístico se encuentran en el apartado Discusión (ver 7.2.7.1). Cabe señalar que ninguna de las subescalas analizadas siguen distribuciones normales. Este hecho, es habitual en muestras tan reducidas (6 participantes), pero tampoco afecta al análisis ya que no es necesario hacer comparaciones entre distintos grupos.

Bibliografía

- Abrahamsson, P. (2001). Rethinking the concept of commitment in software process improvement. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 13, 69-98.
- Alexander, O., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. John Wiley & Sons.
- Alexandre, S., Renault, A., & Habra, N. (2006). OWPL: A Gradual Approach for Software Process Improvement In SMEs. En *32nd EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications (EUROMICRO'06)* (pp. 328-335). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EUROMICRO.2006.48>
- Alhammad, M. M., & Moreno, A. M. (2018). Gamification in software engineering education: A systematic mapping. *Journal of Systems and Software*, 141, 131-150. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.03.065>
- Allison, I., & Narciso, H. (2015). Managing Change in SPI: A Framework for Addressing Resistance. *Software Quality Professional*, 17(4), 4-14.
- Alvarez, M. C. G., Villalon, J. A. C.-M., Gasca-Hurtado, G. P., & Guilabert, T. S. F. (2014). Design of a pedagogic instrument for teaching software process improvement: Teaching instrument for university and business environments. En *2014 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CISTI.2014.6876873>
- Andonova, Y. (2013). Loyalty 3.0: How big data and gamification are revolutionizing customer and employee engagement. *Journal of Marketing Analytics*, 1, 234-236. <https://doi.org/10.1057/jma.2013.19>
- Applegate, L. M. (1994). Managing in an Information Age: Transforming the Organization for the 1990s. En *Proceedings of the IFIP WG8. 2 Working Conference on Information Technology and New Emergent Forms of Organizations: Transforming Organizations with Information Technology* (pp. 15-94).
- Ašeriškis, D., & Damaševičius, R. (2014). Gamification of a Project Management System. En *Proc. of Int. Conf. on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI2014)* (pp. 200-207).
- Ayyagari, M., Demirgüç-Kunt, A., & Beck, T. (2003). *Small and Medium Enterprises across the Globe: A New Database*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-3127>

- Bacon, D. F., Chen, Y., Parkes, D., & Rao, M. (2009). A market-based approach to software evolution. En *Proceeding of the 24th ACM SIGPLAN conference companion on Object oriented programming systems languages and applications - OOPSLA '09* (p. 973). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1639950.1640066>
- Baddoo, N., & Hall, T. (2002). Motivators of Software Process Improvement: an analysis of practitioners' views. *Journal of Systems and Software*, 62(2), 85-96. [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(01\)00125-X](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(01)00125-X)
- Baddoo, N., & Hall, T. (2003). De-motivators for software process improvement: an analysis of practitioners' views. *Journal of Systems and Software*, 66(1), 23-33. [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(02\)00060-2](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(02)00060-2)
- Baddoo, N., Hall, T., & Wilson, D. (2000). Implementing a people focused SPI programme. En *Proc 11th European Software Control and Metrics Conference Munich*.
- Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2008). Towards a model of work engagement. *Career Development International*, 13(3), 209-223. <https://doi.org/10.1108/13620430810870476>
- Baldassarre, M. T., Caivano, D., Pino, F. J., Piattini, M., & Visaggio, G. (2012). Harmonization of ISO/IEC 9001:2000 and CMMI-DEV: from a theoretical comparison to a real case application. *Software Quality Journal*, 20(2), 309-335. <https://doi.org/10.1007/s11219-011-9154-7>
- Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs. *Journal of MUD research*, 1(1), 1-25.
- Bartoli, A., & Hermel, P. (2004). Managing change and innovation in IT implementation process. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 15(5), 416-425. <https://doi.org/10.1108/17410380410540417>
- Basili, V. R. (1992). *Software modeling and measurement: the Goal/Question/Metric paradigm*.
- Basri, S., & O'Connor, R. V. (2010). Understanding the perception of very small software companies towards the adoption of process standards. En *European Conference on Software Process Improvement* (pp. 153-164). Berlin, Heidelberg.
- Beck, K. (1999). Embracing change with extreme programming. *Computer*, 32(10), 70-77. <https://doi.org/10.1109/2.796139>
- Beckhard, R., & Harris, R. T. (1977). Organizational Transitions: Managing Complex Change. *Group & Organization Studies*, 2(4), 516-516. <https://doi.org/10.1177/105960117700200422>
- Beecham, S., Baddoo, N., Hall, T., Robinson, H., & Sharp, H. (2008). Motivation in Software Engineering: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 50(9-10), 860-878. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2007.09.004>
- Beecham, S., Hall, T., & Rainer, A. (2003). Software Process Improvement Problems in

- Twelve Software Companies: An Empirical Analysis. *Empirical Software Engineering*, 8(1), 7-42. <https://doi.org/10.1023/A:1021764731148>
- Benbasat, I., Goldstein, D. K., & Mead, M. (1987). The Case Research Strategy in Studies of Information Systems. *MIS Quarterly*, 11(3), 369. <https://doi.org/10.2307/248684>
- Bertschek, I., & Kaiser, U. (2004). Productivity Effects of Organizational Change: Microeconomic Evidence. *Management Science*, 50(3), 394-404. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1030.0195>
- Boehm, B. W. (1984). Software Engineering Economics. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-10(1), 4-21. <https://doi.org/10.1109/TSE.1984.5010193>
- Bogost, I. (2015). Why gamification is bullshit 2. En *The gameful world: Approaches, issues, applications* (Vol. 65). MIT Press.
- Borjesson, A., & Mathiassen, L. (2004). Successful process implementation. *IEEE Software*, 21(4), 36-44. <https://doi.org/10.1109/MS.2004.27>
- Buckingham, M., & Coffman, C. (2014). *First, break all the rules: What the worlds greatest managers do differently*. Simon and Schuster.
- Burke, B. (2016). *Gamify: How gamification motivates people to do extraordinary things*. Routledge.
- Burnes, B. (2004). Kurt Lewin and the Planned Approach to Change: A Re-appraisal. *Journal of Management Studies*, 41(6), 977-1002. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2004.00463.x>
- Burns, R. B. (1997). *Introduction to research methods*. Addison Wesley Longman.
- Calderón, A., Boubeta-Puig, J., & Ruiz, M. (2018). MEdit4CEP-Gam: A model-driven approach for user-friendly gamification design, monitoring and code generation in CEP-based systems. *Information and Software Technology*, 95, 238-264. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.11.009>
- Capretz, L. F. (2003). Personality types in software engineering. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58(2), 207-214. [https://doi.org/10.1016/S1071-5819\(02\)00137-4](https://doi.org/10.1016/S1071-5819(02)00137-4)
- Cardador, M. T., Northcraft, G. B., & Whicker, J. (2017). A theory of work gamification: Something old, something new, something borrowed, something cool? *Human Resource Management Review*, 27(2), 353-365. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.hrmmr.2016.09.014>
- Casey, V., & Richardson, I. (2002). A Practical Application of the IDEAL Model. En *Software Process: Improvement and Practice* (Vol. 9, pp. 172-184). Wiley Online Library. https://doi.org/10.1007/3-540-36209-6_16
- Cherry, M. A. (2012). The Gamification of Work. *Hofstra Law Review*, 40, 851.
- Chou, Y. K., Fuqua, J., & Yuan, W. (2015). *Actionable Gamification: Beyond Points, Badges,*

- and Leaderboards*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Clarke, P., & O'Connor, R. V. (2012). The influence of SPI on business success in software SMEs: An empirical study. *Journal of Systems and Software, 85*(10), 2356-2367. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.05.024>
- Clarke, P., & O'Connor, R. V. (2013). An empirical examination of the extent of software process improvement in software SMEs. *Journal of Software: Evolution and Process, 25*(9), 981-998. <https://doi.org/10.1002/smr.1580>
- Coleman, G., & O'Connor, R. (2008). Investigating software process in practice: A grounded theory perspective. *Journal of Systems and Software, 81*(5), 772-784. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.07.027>
- Colomo-Palacios, R., Casado-Lumbreras, C., Misra, S., & Soto-Acosta, P. (2014). Career Abandonment Intentions among Software Workers. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 24*(6), 641-655. <https://doi.org/10.1002/hfm.20509>
- Colomo-Palacios, R., Casado-Lumbreras, C., Soto-Acosta, P., García-Peñalvo, F. J., & Tovar-Caro, E. (2013). Competence gaps in software personnel: A multi-organizational study. *Computers in Human Behavior, 29*(2), 456-461. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.04.021>
- Colomo-Palacios, R., Casado-Lumbreras, C., Soto-Acosta, P., Misra, S., & García-Peñalvo, F. J. (2012). Analyzing human resource management practices within the GSD context. *Journal of Global Information Technology Management, 15*(3), 30-54.
- Colomo-Palacios, R., Soto-Acosta, P., García-Peñalvo, F. J., & García-Crespo, A. (2012). A Study of the Impact of Global Software Development in Packaged Software Release Planning. *Journal of Universal Computer Science, 18*(19), 2646-2668.
- Colomo-Palacios, R., Tovar-Caro, E., García-Crespo, Á., & Gómez-Berbís, J. M. (2010). Identifying Technical Competences of IT Professionals. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals, 1*(1), 31-43. <https://doi.org/10.4018/jhcitp.2010091103>
- Colomo-Palacios, R., Fernandes, E., Sabbagh, M., & de Amescua Seco, A. (2012). Human and Intellectual Capital Management in the Cloud: Software Vendor Perspective. *Journal of Universal Computer Science, 18*(11), 1544-1557.
- Colomo-Palacios, R., Casado-Lumbreras, C., Tovar, E., & Soto-Acosta, P. (2011). A step towards human capital management in the software industry based on generic competencies. *International Journal of Strategic Change Management, 3*(4), 247-259. <https://doi.org/10.1504/IJSCM.2011.044938>
- Conner, D. R., & Patterson, R. W. (1982). Building commitment to organizational change. *Training & Development Journal, 36*(4), 18-30.
- Conradi, H., & Fuggetta, A. (2002). Improving software process improvement. *IEEE*

- Software*, 19(4), 92-99. <https://doi.org/10.1109/MS.2002.1020295>
- Corbin, J., & Strauss, A. (2014). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (4th ed.). SAGE Publications.
- Cruz, S., da Silva, F. Q. B., & Capretz, L. F. (2015). Forty years of research on personality in software engineering: A mapping study. *Computers in Human Behavior*, 46, 94-113. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.12.008>
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*. New York, NY, USA: HarperCollins.
- da Silva, F. Q. B., & França, A. C. C. (2012). Towards understanding the underlying structure of motivational factors for software engineers to guide the definition of motivational programs. *Journal of Systems and Software*, 85(2), 216-226. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2010.12.017>
- Dal Sasso, T., Mocci, A., Lanza, M., & Mastrodicasa, E. (2017). How to gamify software engineering. En *2017 IEEE 24th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)* (pp. 261-271). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SANER.2017.7884627>
- Demerouti, E., Bakker, A. B., Nachreiner, F., & Schaufeli, W. B. (2001). The job demands-resources model of burnout. *Journal of Applied Psychology*, 86(3), 499-512. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.86.3.499>
- Deterding, S. (2012). Gamification: designing for motivation. *Interactions*, 19(4), 14. <https://doi.org/10.1145/2212877.2212883>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining «gamification». En *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference on Envisioning Future Media Environments - MindTrek '11* (p. 9). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L., & Dixon, D. (2011). Gamification: Toward a definition. En *CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings* (pp. 12-15). Vancouver BC, Canada.
- Diaz, M., & Sligo, J. (1997). How software process improvement helped Motorola. *IEEE Software*, 14(5), 75-81. <https://doi.org/10.1109/52.605934>
- Doran, G. T. (1981). There's a SMART way to write management's goals and objectives. *Management review*, 70(11), 35-36.
- Dorling, A., & McCaffery, F. (2012). The Gamification of SPICE. En *Software Process Improvement and Capability Determination* (Vol. 290, pp. 295-301). https://doi.org/10.1007/978-3-642-30439-2_35
- Dubois, D. J. (2012). Toward adopting self-organizing models for the gamification of context-aware user applications. En *2012 Second International Workshop on Games and Software Engineering: Realizing User Engagement with Game Engineering*

- Techniques (GAS)* (pp. 9-15). IEEE. <https://doi.org/10.1109/GAS.2012.6225928>
- Dubois, D. J., & Tamburrelli, G. (2013). Understanding gamification mechanisms for software development. En *Proceedings of the 2013 9th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering - ESEC/FSE 2013* (p. 659). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2491411.2494589>
- Dyba, T. (2005). An empirical investigation of the key factors for success in software process improvement. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 31(5), 410-424. <https://doi.org/10.1109/TSE.2005.53>
- Dybå, T. (2003). Factors of software process improvement success in small and large organizations. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 28(5), 148. <https://doi.org/10.1145/949952.940092>
- Easterbrook, S., Singer, J., Storey, M.-A., & Damian, D. (2008). Selecting Empirical Methods for Software Engineering Research. En S. F., S. J., & S. D.I.K. (Eds.), *Guide to Advanced Empirical Software Engineering* (pp. 285-311). London: Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-044-5_11
- El-Emam, K., Goldenson, D., McCurley, J., & Herbsleb, J. (2001). Modelling the likelihood of software process improvement: an exploratory study. *Empirical Software Engineering*, 6(3), 207-229. <https://doi.org/10.1023/A:1011487332587>
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107-115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2007.04569.x>
- Erdogmus, H. (2008). Essentials of Software Process. *IEEE Software*, 25(4), 4-7. <https://doi.org/10.1109/MS.2008.87>
- Espinosa-Curiel, I. E., Rodríguez-Jacobo, J., & Fernández-Zepeda, J. A. (2011). A competency framework for the stakeholders of a software process improvement initiative. En *Proceeding of the 2nd workshop on Software engineering for sensor network applications - SESENA '11* (p. 139). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1987875.1987898>
- European Commission. (2005). The New SME Definition, Enterprise and Industry Publications. European Commission Luxembourg.
- Fayad, M. E., Laitinen, M., & Ward, R. P. (2000). Thinking objectively: software engineering in the small. *Communications of the ACM*, 43(3), 115-118. <https://doi.org/10.1145/330534.330555>
- Fehring, R. J. (1994). The Fehring model. En *Classification of nursing diagnoses: proceedings of the tenth conference of North American Nursing Diagnosis Association*. (pp. 55-62). Philadelphia: Lippincott.
- Feng, Y., Jonathan Ye, H., Yu, Y., Yang, C., & Cui, T. (2018). Gamification artifacts and crowdsourcing participation: Examining the mediating role of intrinsic motivations. *Computers in Human Behavior*, 81, 124-136.

<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.018>

- Ferreira, M. G., & Wazlawick, R. S. (2010). Complementing the SEI-IDEAL Model with Deployers' Real Experiences: The need to address human factors in SPI initiatives.
- Ferreira, M. G., & Wazlawick, R. S. (2011). Software Process Improvement: A organizational change that need to be managed and motivated. *International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering*, 5(2), 134-142.
- Fogg, B. J. (2009). A Behavior Model for Persuasive Design. En *Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology* (p. 40:1--40:7). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1541948.1541999>
- Fraser, G. (2017). Gamification of Software Testing. En *2017 IEEE/ACM 12th International Workshop on Automation of Software Testing (AST)* (pp. 2-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/AST.2017.20>
- Freimut, B., Briand, L. C., & Vollei, F. (2005). Determining inspection cost-effectiveness by combining project data and expert opinion. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 31(12), 1074-1092. <https://doi.org/10.1109/TSE.2005.136>
- García-Crespo, A., Colomo-Palacios, R., Gomez-Berbis, J. M., & Mencke, M. (2009). BMR: Benchmarking Metrics Recommender for Personnel issues in Software Development Projects. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 2(3), 256. <https://doi.org/10.2991/ijcis.2009.2.3.7>
- García, F., Pedreira, O., Piattini, M., Cerdeira-Pena, A., & Penabad, M. (2017). A framework for gamification in software engineering. *Journal of Systems and Software*, 132, 21-40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jss.2017.06.021>
- García, Pacheco, C., Mendoza, E., Calvo-Manzano, J. A., Cuevas, G., & San Feliu, T. (2012). Managing the software process with a software process improvement tool in a small enterprise. *Journal of Software: Evolution and Process*, 24(5), 481-491. <https://doi.org/10.1002/smr.504>
- Gasca-Hurtado, G. P., Gómez-Alvarez, M. C., Muñoz, M., & Mejía, J. (2016). Gamification Proposal for Defect Tracking in Software Development Process. En *European Conference on Software Process Improvement* (pp. 212-224). https://doi.org/10.1007/978-3-319-44817-6_17
- Gasca-Hurtado, G. P., Gómez-Alvarez, M. C., Muñoz, M., & Mejía, J. (2017). Toward an Assessment Framework for Gamified Environments. En *European Conference on Software Process Improvement* (pp. 281-293). https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_23
- Gendler, T. S. (2008). Alief and belief. *Journal of Philosophy*, 105(10), 634-663.
- Ghorbal-Blal, I. (2011). The role of middle management in the execution of expansion strategies: The case of developers' selection of hotel projects. *International Journal of Hospitality Management*, 30(2), 272-282. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2010.09.007>

- Gibson, D. L., Goldenson, D. R., & Kost, K. (2006). *Performance results of CMMI-based process improvement*.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery grounded theory: strategies for qualitative inquiry*. Aldin, Chicago.
- Gómez-Álvarez, M. C., Gasca-Hurtado, G. P., & Hincapié, J. A. (2017). Gamification as strategy for software process improvement: A systematic mapping. En *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-7). <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975773>
- Groh, F. (2012). Gamification: State of the art definition and utilization. En *4th Seminar on Research Trends in Media Informatics* (pp. 39-43).
- Grover, V. (1999). From business reengineering to business process change management: a longitudinal study of trends and practices. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 46(1), 36-46. <https://doi.org/10.1109/17.740036>
- Häggglund, P. (2012). *Taking gamification to the next level (UMNAD)*. Umeå University, Department of Computing Science.
- Halbesleben, J. R. B., & Buckley, M. R. (2004). Burnout in Organizational Life. *Journal of Management*, 30(6), 859-879. <https://doi.org/10.1016/j.jm.2004.06.004>
- Haley, T. J. (1996). Software process improvement at Raytheon. *IEEE Software*, 13(6), 33-41. <https://doi.org/10.1109/52.542292>
- Hall, T., Baddoo, N., Beecham, S., Robinson, H., & Sharp, H. (2009). A systematic review of theory use in studies investigating the motivations of software engineers. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 18(3), 1-29. <https://doi.org/10.1145/1525880.1525883>
- Hall, T., Beecham, S., Verner, J., & Wilson, D. (2008). The impact of staff turnover on software projects. En *Proceedings of the 2008 ACM SIGMIS CPR conference on Computer personnel doctoral consortium and research - SIGMIS-CPR '08* (p. 30). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1355238.1355245>
- Hall, T., Rainer, A., & Baddoo, N. (2002). Implementing software process improvement: an empirical study. *Software Process: Improvement and Practice*, 7(1), 3-15. <https://doi.org/10.1002/spip.150>
- Hamari, J. (2017). Do badges increase user activity? A field experiment on the effects of gamification. *Computers in Human Behavior*, 71, 469-478. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.036>
- Hamari, J., Huotari, K., & Tolvanen, J. (2015). Gamification and Economics. *The gameful world: Approaches, issues, applications*, 139.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. En *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3025-3034). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>

- Hansen, B., Rose, J., & Tjørnehøj, G. (2004). Prescription, description, reflection: the shape of the software process improvement field. *International Journal of Information Management*, 24(6), 457-472. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2004.08.007>
- Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, 80, 152-161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019>
- Hardgrave, B. C., & Armstrong, D. J. (2005). Software process improvement. *Communications of the ACM*, 48(11), 93. <https://doi.org/10.1145/1096000.1096028>
- Haug, Olsen, E. W., Cuevas, G., & Rementeria, S. (2001). *Managing the Change: Software Configuration and Change Management*. (M. Haug, E. W. Olsen, G. Cuevas, & S. Rementeria, Eds.). Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-56614-1>
- Heckhausen, H., Butler, K. F., Birney, R. C., & McClelland, D. C. (1967). *The anatomy of achievement motivation* (Vol. 1). Academic Press New York.
- Hernández-López, A., Colomo-Palacios, R., Soto-Acosta, P., & Lumberas, C. C. (2015). Productivity Measurement in Software Engineering. *International Journal of Information Technologies and Systems Approach*, 8(1), 46-68. <https://doi.org/10.4018/IJITSA.2015010103>
- Hernández, L., Muñoz, M., Mejía, J., & Peña, A. (2016). Gamification in software engineering teamworks: A systematic literature review. En *2016 International Conference on Software Process Improvement (CIMPS)* (pp. 1-8). <https://doi.org/10.1109/CIMPS.2016.7802799>
- Herranz, E., & Colomo-Palacios, R. (2012). La Gamificación como agente de cambio en la Ingeniería del Software. *Revista de Procesos y Métricas*, 9(2), 30-56.
- Herranz, E., & Colomo-Palacios, R. (2018). Is Gamification a Way to a Softer Software Process Improvement? A Preliminary Study of Success Factors (pp. 207-218). https://doi.org/10.1007/978-3-319-97925-0_17
- Herranz, E., Colomo-Palacios, R., & Amescua-Seco, A. (2013). Towards a New Approach to Supporting Top Managers in SPI Organizational Change Management. *Procedia Technology*, 9, 129-138. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.014>
- Herranz, E., Colomo-Palacios, R., & de Amescua Seco, A. (2015). Gamiware: A Gamification Platform for Software Process Improvement. En V. R. O'Connor, M. Umay Akkaya, K. Kemaneci, M. Yilmaz, A. Poth, & R. Messnarz (Eds.), *Systems, Software and Services Process Improvement* (pp. 127-139). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24647-5_11
- Herranz, E., Colomo-Palacios, R., de Amescua Seco, A., & Yilmaz, M. (2014). Gamification as a Disruptive Factor in Software Process Improvement Initiatives. *Journal of Universal Computer Science*, 20(6), 885-906.

- Herranz, E., Colomo-Palacios, R., de Amescua Seco, A., & Sánchez-Gordón, M.-L. (2016). Towards a gamification framework for Software Process Improvement initiatives: Construction and Validation. *Journal of Universal Computer Science*, 22(Improving Social Aspects of the Software Development Process: Games, Gamification And Related Approaches), 1509-1532.
- Herranz, E., Guzmán, J. G., de Amescua-Seco, A., & Larrucea, X. (2018). Gamification for software process improvement: a practical approach. *IET Software*. <https://doi.org/10.1049/iet-sen.2018.5120>
- Herzig, P., Ameling, M., & Schill, A. (2012). A Generic Platform for Enterprise Gamification. En *2012 Joint Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture and European Conference on Software Architecture* (pp. 219-223). IEEE. <https://doi.org/10.1109/WICSA-ECSA.212.33>
- Hoda, R., Noble, J., & Marshall, S. (2012). Developing a grounded theory to explain the practices of self-organizing Agile teams. *Empirical Software Engineering*, 17(6), 609-639. <https://doi.org/10.1007/s10664-011-9161-0>
- Hofstede, G., Hofstede, G. J., & Minkov, M. (1991). *Cultures and organizations: Software of the mind* (Vol. 2). Citeseer.
- Hsu, S. H., Chang, J.-W., & Lee, C.-C. (2013). Designing Attractive Gamification Features for Collaborative Storytelling Websites. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 16(6), 428-435. <https://doi.org/10.1089/cyber.2012.0492>
- Humphrey, W. S. (1989). *Managing the Software Process*. Addison-Wesley Professional.
- Humphrey, Snyder, T. R., & Willis, R. R. (1991). Software process improvement at Hughes Aircraft. *IEEE Software*, 8(4), 11-23. <https://doi.org/10.1109/52.300031>
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. En *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI* (Vol. 4, p. 1).
- Huotari, K., & Hamari, J. (2012). Defining gamification. En *Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference on - MindTrek '12* (p. 17). New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2393132.2393137>
- Huotari, K., & Hamari, J. (2017). A definition for gamification: anchoring gamification in the service marketing literature. *Electronic Markets*, 27(1), 21-31. <https://doi.org/10.1007/s12525-015-0212-z>
- Ibanez, M.-B., Di-Serio, A., & Delgado-Kloos, C. (2014). Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(3), 291-301. <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2329293>
- Iversen, J., & Ngwenyama, O. (2006). Problems in measuring effectiveness in software process improvement: A longitudinal study of organizational change at Danske Data. *International Journal of Information Management*, 26(1), 30-43.

- <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2005.10.006>
- Iversen, Mathiassen, L., & Nielsen, P. A. (2004). Managing risk in software process improvement: an action research approach. *Mis Quarterly*, 28(3), 395-433.
- Jiang, J. J., Klein, G., Hwang, H.-G., Huang, J., & Hung, S.-Y. (2004). An exploration of the relationship between software development process maturity and project performance. *Information & Management*, 41(3), 279-288. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(03\)00052-1](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(03)00052-1)
- Johansen, J., & Pries-Heje, J. (2007). Success with improvement — requires the right roles to be enacted — in symbiosis. *Software Process: Improvement and Practice*, 12(6), 529-539. <https://doi.org/10.1002/spip.348>
- Jung, J. H., Schneider, C., & Valacich, J. (2010). Enhancing the Motivational Affordance of Information Systems: The Effects of Real-Time Performance Feedback and Goal Setting in Group Collaboration Environments. *Management Science*, 56(4), 724-742. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1090.1129>
- Kahn, W. A. (1990). Psychological Conditions of Personal Engagement and Disengagement at Work. *Academy of Management Journal*, 33(4), 692-724. <https://doi.org/10.5465/256287>
- Kasse, T., & McQuaid, P. A. (1998). Factors affecting process improvement initiatives. *What Makes Software Process Improvement Happen?*, 801(2), 4.
- Kasurinen, J., & Knutas, A. (2018). Publication trends in gamification: A systematic mapping study. *Computer Science Review*, 27, 33-44. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2017.10.003>
- Katzenbach, J. R., Beckett, F., Dichters, S., Feigen, M., & Gagnon, C. (1996). *Real change leaders: How you can create growth and high performance at your company*. Times Business.
- Kautz, K. (1998). Software process improvement in very small enterprises: does it pay off? *Software Process: Improvement and Practice*, 4(4), 209-226. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1670\(199812\)4:4<209::AID-SPIP105>3.0.CO;2-8](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1670(199812)4:4<209::AID-SPIP105>3.0.CO;2-8)
- Kifetew, F. M., Munante, D., Perini, A., Susi, A., Siena, A., Busetta, P., & Valerio, D. (2017). Gamifying Collaborative Prioritization: Does Pointsification Work? En *2017 IEEE 25th International Requirements Engineering Conference (RE)* (pp. 322-331). <https://doi.org/10.1109/RE.2017.66>
- Kim. (2012). The player's journey: designing over time. *Games, Apps & Services That Bring People Together*.
- Kim. (2014). Decision Support Model for Introduction of Gamification Solution Using AHP. *The Scientific World Journal*, 2014(ID 714239), 1-7. <https://doi.org/10.1155/2014/714239>
- Klenke, K., & Kievit, K.-A. (1992). Predictors of leadership style, organizational commitment

- and turnover of information systems professionals. En *Proceedings of the 1992 ACM SIGCPR conference on Computer personnel research - SIGCPR '92* (pp. 171-183). New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/144001.144056>
- Koivisto, J., & Hamari, J. (2014). Demographic Differences in Perceived Benefits from Gamification. *Computers in Human Behavior*, 35, 179-188. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.007>
- Korsaa, M., Biro, M., Messnarz, R., Johansen, J., Vohwinkel, D., Nevalainen, R., & Schweigert, T. (2012). The SPI manifesto and the ECQA SPI manager certification scheme. *Journal of Software: Evolution and Process*, 24(5), 525-540. <https://doi.org/10.1002/smr.502>
- Korsaa, M., Johansen, J., Schweigert, T., Vohwinkel, D., Messnarz, R., Nevalainen, R., & Biro, M. (2013). The people aspects in modern process improvement management approaches. *Journal of Software: Evolution and Process*, 25(4), 381-391. <https://doi.org/10.1002/smr.570>
- Kosti, M. V., Feldt, R., & Angelis, L. (2014). Personality, emotional intelligence and work preferences in software engineering: An empirical study. *Information and Software Technology*, 56(8), 973-990. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.03.004>
- Kotter, J. (2009). Leading change: why transformation efforts fail. *IEEE Engineering Management Review*, 37(3), 42-48. <https://doi.org/10.1109/EMR.2009.5235501>
- Kristjánsson, B., Helms, R., & Brinkkemper, S. (2012). Integration by communication: knowledge exchange in global outsourcing of product software development. *Expert Systems*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0394.2012.00640.x>
- Kuhrmann, M., Diebold, P., & Münch, J. (2016). Software process improvement: a systematic mapping study on the state of the art. *PeerJ Computer Science*, 2, e62. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.62>
- Kumar, J. (2013). Gamification at Work: Designing Engaging Business Software. En *DUXU 2013: Design, User Experience, and Usability. Health, Learning, Playing, Cultural, and Cross-Cultural User Experience* (pp. 528-537). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39241-2_58
- Landers, R. N., Bauer, K. N., & Callan, R. C. (2017). Gamification of task performance with leaderboards: A goal setting experiment. *Computers in Human Behavior*, 71, 508-515. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.008>
- Lawler, E. (1994). Effective rewards systems: strategy diagnosis and design. *Diagnosis for Organizational Change*, The Guilford Press, New York, NY, 210-238.
- Layman, B. (2005). Implementing an organizational software process improvement program. *IEEE Software Engineering*, 2, 279-288.
- Lee, J.-C., Shiue, Y.-C., & Chen, C.-Y. (2016). Examining the impacts of organizational culture and top management support of knowledge sharing on the success of software

- process improvement. *Computers in Human Behavior*, 54, 462-474. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.030>
- Lepasaar, M., Varkoi, T., & Jaakkola, H. (2001). Models and Success Factors of Process Change. En *Product Focused Software Process Improvement* (pp. 68-77). Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-44813-6_9
- Linberg, K. R. (1999). Software developer perceptions about software project failure: a case study. *Journal of Systems and Software*, 49(2-3), 177-192. [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(99\)00094-1](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(99)00094-1)
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry* (Vol. 75). SAGE Publications.
- Lincoln, Y. S., Lynham, S. A., & Guba, E. G. (2011). Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences, revisited. *The Sage handbook of qualitative research*, 4, 97-128.
- Lombriser, P., Dalpiaz, F., Lucassen, G., & Brinkkemper, S. (2016). Gamified Requirements Engineering: Model and Experimentation. En *International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality* (pp. 171-187). https://doi.org/10.1007/978-3-319-30282-9_12
- Lumbreras, C. C., Palacios, R. C., Berbis, J. M. G., & Crespo, A. G. (2009). Mentoring programmes: a study of the Spanish software industry. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 6(3), 293. <https://doi.org/10.1504/IJLIC.2009.025046>
- Machuca-Villegas, L., & Gasca-Hurtado, G. P. (2018). Gamification for improving software project: Systematic mapping in project management. En *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399415>
- Marczewski, A. (2015). *Even Ninja Monkeys Like to Play*. Gamified UK.
- Marques, Costa, G., da Silva, M. M., & Gonçalves, P. (2017). Gamifying software development scrum projects. En *2017 9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)* (pp. 141-144). <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2017.8056584>
- Marques, Costa, G., Mira Da Silva, M., & others. (2018). Improving Scrum Adoption with Gamification. En *AMCIS 2018 Proceedings - IT Project Management*.
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370-396. <https://doi.org/10.1037/h0054346>
- Mathiassen, L., Ngwenyama, O. K., & Aaen, I. (2005). Managing Change in Software Process Improvement. *IEEE Software*, 22(6), 84-91. <https://doi.org/10.1109/MS.2005.159>
- McClelland, D. C. (1988). *Human Motivation*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139878289>
- McConnell, S. (1998). Problem programmers. *IEEE Software*, 15(2), 128.

<https://doi.org/10.1109/52.663801>

- McCrae, R. R., & John, O. P. (1992). An Introduction to the Five-Factor Model and Its Applications. *Journal of Personality*, 60(2), 175-215. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1992.tb00970.x>
- McFeeley, B. (1996). *IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement*.
- McGonigal, J. (2011). *Reality Is Broken: Why Games Make Us Better and How They Can Change the World*. London: Penguin Books.
- Mekler, E. D., Brühlmann, F., Opwis, K., & Tuch, A. N. (2013). Disassembling gamification. En *CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems on - CHI EA '13* (p. 1137). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2468356.2468559>
- Mekler, E. D., Brühlmann, F., Tuch, A. N., & Opwis, K. (2017). Towards understanding the effects of individual gamification elements on intrinsic motivation and performance. *Computers in Human Behavior*, 71, 525-534. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.048>
- Meyer, J. P., Becker, T. E., & Vandenberghe, C. (2004). Employee Commitment and Motivation: A Conceptual Analysis and Integrative Model. *Journal of Applied Psychology*, 89(6), 991-1007. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.89.6.991>
- Michael, L. (1998). Commitment in the workplace: Theory, research and application. *Human Resource Development Quarterly*, 9(3), 309-312. <https://doi.org/10.1002/hrdq.3920090309>
- Mishra, D., & Mishra, A. (2009). Software process improvement in SMEs: A comparative view. *Computer Science and Information Systems*, 6(1), 111-140. <https://doi.org/10.2298/CSIS0901111M>
- Moitra, D. (1998). Managing change for software process improvement initiatives: a practical experience-based approach. *Software Process: Improvement and Practice*, 4(4), 199-207. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1670\(199812\)4:4<199::AID-SPIP107>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1670(199812)4:4<199::AID-SPIP107>3.0.CO;2-D)
- Montoni, M., & Rocha, A. R. (2007). A Methodology for Identifying Critical Success Factors That Influence Software Process Improvement Initiatives: An Application in the Brazilian Software Industry. En *Software Process Improvement* (pp. 175-186). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-75381-0_16
- Mora, A., Riera, D., Gonzalez, C., & Arnedo-Moreno, J. (2015). A Literature Review of Gamification Design Frameworks. En *2015 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games)* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2015.7295760>
- Mora, A., Riera, D., González, C., & Arnedo-Moreno, J. (2017). Gamification: a systematic review of design frameworks. *Journal of Computing in Higher Education*, 29(3),

- 516-548. <https://doi.org/10.1007/s12528-017-9150-4>
- Morschheuser, B., Hassan, L., Werder, K., & Hamari, J. (2018). How to design gamification? A method for engineering gamified software. *Information and Software Technology*, 95, 219-237. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.10.015>
- Moskowitz, G. B., & Grant, H. (2009). *The psychology of goals*. Guilford Press.
- Muntean, C. I. (2011). Raising engagement in e-learning through gamification. En *Proc. 6th International Conference on Virtual Learning ICVL* (Vol. 1).
- Muñoz, M., Hernández, L., Mejia, J., Gasca-Hurtado, G. P., & Gómez-Alvarez, M. C. (2017). State of the Use of Gamification Elements in Software Development Teams. En *European Conference on Software Process Improvement* (pp. 249-258). https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_20
- Myers, I. B., McCaulley, M. H., Quenk, N. L., & Hammer, A. L. (1998). *MBTI manual: A guide to the development and use of the Myers-Briggs Type Indicator* (Vol. 3). Consulting Psychologists Press Palo Alto, CA.
- Nacke, L. E., Bateman, C., & Mandryk, R. L. (2011). BrainHex: Preliminary Results from a Neurobiological Gamer Typology Survey. En *Entertainment computing* (Vol. 5, pp. 288-293). Elsevier. https://doi.org/10.1007/978-3-642-24500-8_31
- Narciso, H., & Allison, I. (2014). Overcoming Structural Resistance in SPI with Change Management. En *2014 9th International Conference on the Quality of Information and Communications Technology* (pp. 8-17). IEEE. <https://doi.org/10.1109/QUATIC.2014.9>
- Nasir, Ahmad, R., & Hassan, N. H. (2008). Resistance factors in the implementation of software process improvement project. En *2008 International Symposium on Information Technology* (Vol. 9, pp. 1-10). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ITSIM.2008.4631933>
- Ngwenyama, O., & Nørbjerg, J. (2010). Software process improvement with weak management support: an analysis of the dynamics of intra-organizational alliances in IS change initiatives. *European Journal of Information Systems*, 19(3), 303-319. <https://doi.org/10.1057/ejis.2010.18>
- Niazi, M. (2006). Software Process Improvement: A Road to Success. En M. J. & V. M. (Eds.), *Product-Focused Software Process Improvement* (pp. 395-401). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/11767718_34
- Niazi, M. (2009). Software process improvement implementation: avoiding critical barriers. *CROSSTALK. The Journal of Defense Software Engineering*, 22(1), 24-27.
- Niazi, M. (2015). A comparative study of software process improvement implementation success factors. *Journal of Software: Evolution and Process*, 27(9), 700-722. <https://doi.org/10.1002/smr.1704>
- Niazi, M., Wilson, D., & Zowghi, D. (2004). Critical barriers for software process improvement implementation: An empirical study. En *IASTED Software Engineering*

- Conference* (pp. 389-395). ACTA Press.
- Novak, J. D., Gowin, D. B., & Kahle, J. B. (1984). *Learning how to learn. Learning how to learn*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139173469>
- O'Connor, R. (2012). Using Grounded Theory Coding Mechanisms to Analyze Case Study and Focus Group Data in the Context of Software Process Research. En *Research Methodologies, Innovations and Philosophies in Software Systems Engineering and Information Systems* (pp. 256-270). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-0179-6.ch013>
- O'Connor, R., & Basri, S. (2012). The Effect of Team Dynamics on Software Development Process Improvement. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals*, 3(3), 13-26. <https://doi.org/10.4018/jhcitp.2012070102>
- O'Connor, & Laporte, C. Y. (2018). An innovative approach to the development of an international software process lifecycle standard for very small entities. En *Computer Systems and Software Engineering: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 1300-1322). IGI Global.
- O'Hara, F. (2000). European experiences with software process improvement. En *Proceedings of the 22nd international conference on Software engineering - ICSE '00* (pp. 635-640). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/337180.337495>
- OECD. (2005). *OECD SME and Entrepreneurship Outlook, 2005 Edition*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Olson, T. G., Humphrey, & Kitson, D. (1989). *Conducting SEI-assisted software process assessments*.
- Paharia, R. (2013). *Loyalty 3.0: How to Revolutionize Customer and Employee Engagement with Big Data and Gamification*. New York, NY, USA: McGraw Hill Education.
- Park, R. E., Goethert, W. B., & Florac, W. A. (1996). *Goal-Driven Software Measurement. A Guidebook*.
- Passos, E. B., Medeiros, D. B., Neto, P. A. S., & Clua, E. W. G. (2011). Turning Real-World Software Development into a Game. En *2011 Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment* (pp. 260-269). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SBGAMES.2011.32>
- Pedreira, O., García, F., Brisaboa, N., & Piattini, M. (2015). Gamification in software engineering – A systematic mapping. *Information and Software Technology*, 57, 157-168. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.08.007>
- Perryer, C., Scott-Ladd, B., & Leighton, C. (2013). Gamification: Implications for workplace intrinsic motivation in the 21 st century. *AFBE Journal*, 371-381.
- Petersen, K., & Wohlin, C. (2010). Software process improvement through the Lean Measurement (SPI-LEAM) method. *Journal of Systems and Software*, 83(7),

- 1275-1287. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2010.02.005>
- Pink, D. H. (2011). *Drive: The surprising truth about what motivates us*. Penguin Publishing Group.
- Pino, F. J., García, F., & Piattini, M. (2008). Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review. *Software Quality Journal*, 16(2), 237-261. <https://doi.org/10.1007/s11219-007-9038-z>
- Piras, L., Paja, E., Giorgini, P., Mylopoulos, J., Cuel, R., & Ponte, D. (2017). Gamification solutions for software acceptance: A comparative study of Requirements Engineering and Organizational Behavior techniques. En *2017 11th International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)* (pp. 255-265). IEEE. <https://doi.org/10.1109/RCIS.2017.7956544>
- Polančič, G., Heričko, M., & Pavlič, L. (2011). Developers' perceptions of object-oriented frameworks – An investigation into the impact of technological and individual characteristics. *Computers in Human Behavior*, 27(2), 730-740. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.10.006>
- Pressman, R. S. (1982). *Software Engineering A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill Education.
- Pries-Heje, J., Christiansen, M., Johansen, J., & Korsaa, M. (2007). The ImprovAbility TM Model. *Projects and Profits*, 7(4), 20-29.
- Pries-Heje, J., Johansen, J., & Others. (2010). SPI Manifesto. *European System & Software Process Improvement and Innovation*.
- Rainer, A., & Hall, T. (2002). Key success factors for implementing software process improvement: a maturity-based analysis. *Journal of Systems and Software*, 62(2), 71-84. [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(01\)00122-4](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(01)00122-4)
- Ramachandran, S., & Rao, S. V. (2006). An effort towards identifying occupational culture among information systems professionals. En *Proceedings of the 2006 ACM SIGMIS CPR conference on computer personnel research Forty four years of computer personnel research: achievements, challenges & the future - SIGMIS CPR '06* (p. 198). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1125170.1125221>
- Richardson, A. (2010). Using customer journey maps to improve customer experience. *Harvard Business Review*, 15(1), 2-5.
- Ries, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. Crown Books.
- Robbins, H., & Finley, M. (1997). *Why Change Does Not Work*. Orion Business Books, London.
- Ruiz-Rube, I., Doderó, J. M., & Colomo-Palacios, R. (2015). A framework for software process deployment and evaluation. *Information and Software Technology*, 59, 205-221. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.12.001>

- Ruiz, M., Trinidad, M., & Calderón, A. (2016). Gamification and Functional Prototyping to Support Motivation Towards Software Process Improvement. En *Product-Focused Software Process Improvement* (pp. 697-704). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49094-6_58
- Runeson, P., & Höst, M. (2009). Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical Software Engineering*, 14(2), 131-164. <https://doi.org/10.1007/s10664-008-9102-8>
- Runeson, P., Host, M., Rainer, A., & Regnell, B. (2012). *Case study research in software engineering: Guidelines and examples*. John Wiley & Sons.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000a). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000b). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68.
- Ryan, R. M., Koestner, R., & Deci, E. L. (1991). Ego-involved persistence: When free-choice behavior is not intrinsically motivated. *Motivation and Emotion*, 15(3), 185-205. <https://doi.org/10.1007/BF00995170>
- Sach, R., Sharp, H., & Petre, M. (2011). Software Engineers' Perceptions of Factors in Motivation: The Work, People, Obstacles. En *2011 International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement* (pp. 368-371). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ESEM.2011.50>
- Sagi-Vela Grande, L. (2004). *Gestión por competencias: el reto compartido del crecimiento personal y de la organización*. ESIC Editorial.
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69, 371-380. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- Salancik, G. R. (1977). Commitment and the control of organizational behavior and belief. *New directions in organizational behavior*, 1, 54.
- Sanchez-Gordón, M.-L., Colomo-Palacios, R., & Herranz, E. (2016). Gamification and Human Factors in Quality Management Systems: Mapping from Octalysis Framework to ISO 10018. En *European Conference on Software Process Improvement* (pp. 234-241). https://doi.org/10.1007/978-3-319-44817-6_19
- Satir, V., Banmen, J., Gerber, J., Gomori, M., & others. (1991). *The Satir model: Family therapy and beyond*. Palo Alto, CA: Science and Behavior Books.
- Schoeffel, P., & Barreto Vavassori Benitti, F. (2012). Influential factors in software process improvement: a survey comparing «Micro and Small Enterprises» (MSE) and «Medium and Large Enterprises» (MLE). *IEEE Latin America Transactions*, 10(2), 1634-1643.

- <https://doi.org/10.1109/TLA.2012.6187609>
- Seaborn, K., & Fels, D. I. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14-31. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2014.09.006>
- Senge, P. M. (1997). The Fifth Discipline. *Measuring Business Excellence*, 1(3), 46-51. <https://doi.org/10.1108/eb025496>
- Sharma, A., & Gupta, A. (2012). Impact of organisational climate and demographics on project specific risks in context to Indian software industry. *International Journal of Project Management*, 30(2), 176-187. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2011.05.003>
- Sharp, H., Baddoo, N., Beecham, S., Hall, T., & Robinson, H. (2009). Models of motivation in software engineering. *Information and Software Technology*, 51(1), 219-233. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.05.009>
- Sheahan, P. (2005). *Generation Y: thriving and surviving with Generation Y at work*. Prahran: Hardie Grant Books.
- Sheth, S., Bell, J., & Kaiser, G. (2012). *Increasing Student Engagement in Software Engineering with Gamification*. Columbia University Computer Science Technical Reports.
- Singer, L. (2012). It was a bit of a race: Gamification of version control. *2012 2nd International Workshop on Games and Software Engineering (GAS)*, 5-8.
- Singer, & Schneider, K. (2012a). Influencing the adoption of software engineering methods using social software. En *2012 34th International Conference on Software Engineering (ICSE)* (pp. 1325-1328). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSE.2012.6227088>
- Singer, & Schneider, K. (2012b). It was a bit of a race: Gamification of version control. En *2012 Second International Workshop on Games and Software Engineering: Realizing User Engagement with Game Engineering Techniques (GAS)* (pp. 5-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/GAS.2012.6225927>
- Singh, Y. (2016). Employee Engagement as a Contemporary Issue in HRM - A Conceptual Framework. *International Journal of Engineering and Management Research (IJEMR)*, 6(5), 364-368.
- Skinner, B. F. (1963). Operant Behavior. *American Psychologist*, 18(8), 503-515. <https://doi.org/10.1037/h0045185>
- Snipes, W., Augustine, V., Nair, A. R., & Murphy-Hill, E. (2013). Towards recognizing and rewarding efficient developer work patterns. En *Proceedings of the 2013 International Conference on Software Engineering* (pp. 1277-1280).
- Souza, M. R. de A., Veado, L., Moreira, R. T., Figueiredo, E., & Costa, H. (2018). A systematic mapping study on game-related methods for software engineering education. *Information and Software Technology*, 95, 201-218. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.09.014>

- Staples, M., & Niazi, M. (2008). Systematic review of organizational motivations for adopting CMM-based SPI. *Information and Software Technology, 50*(7-8), 605-620. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2007.07.003>
- Staples, M., Niazi, M., Jeffery, R., Abrahams, A., Byatt, P., & Murphy, R. (2007). An exploratory study of why organizations do not adopt CMMI. *Journal of Systems and Software, 80*(6), 883-895. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2006.09.008>
- Steffens, F., Marczak, S., Figueira Filho, F., Treude, C., Singer, L., & Redmiles Ban Al-Ani, D. (2015). Using Gamification as a Collaboration Motivator for Software Development Teams: A Preliminary Framework. En *SBSC 2015 Brazilian Symposium on Collaborative Systems* (p. 10).
- Stelzer, D., & Mellis, W. (1998). Success factors of organizational change in software process improvement. *Software Process: Improvement and Practice, 4*(4), 227-250. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1670\(199812\)4:4<227::AID-SPIP106>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1670(199812)4:4<227::AID-SPIP106>3.0.CO;2-1)
- Sulayman, M., Urquhart, C., Mendes, E., & Seidel, S. (2012). Software process improvement success factors for small and medium Web companies: A qualitative study. *Information and Software Technology, 54*(5), 479-500. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2011.12.007>
- Tang, S.-H., & Hall, V. C. (1995). The overjustification effect: A meta-analysis. *Applied Cognitive Psychology, 9*(5), 365-404. <https://doi.org/10.1002/acp.2350090502>
- Tanner, F. R. (2003). On motivating engineers. En *IEMC '03 Proceedings. Managing Technologically Driven Organizations: The Human Side of Innovation and Change* (pp. 214-218). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEMC.2003.1252263>
- Thomas, K. W. (2000). *Intrinsic Motivation at Work: Building Energy and Commitment*. Berrett-Koehler Publishers.
- Trope, Y., & Liberman, N. (2010). Construal-level theory of psychological distance. *Psychological Review, 117*(2), 440-463. <https://doi.org/10.1037/a0018963>
- Tsay, C. H.-H., Kofinas, A., & Luo, J. (2018). Enhancing student learning experience with technology-mediated gamification: An empirical study. *Computers & Education, 121*, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.01.009>
- Tunks, R. (1992). *Fast track to quality: a 12-month program for small to mid-sized businesses*. McGraw-Hill.
- Unkelos-Shpigel, N., & Hadar, I. (2015). Gamifying Software Engineering Tasks Based on Cognitive Principles: The Case of Code Review. En *2015 IEEE/ACM 8th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering* (pp. 119-120). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CHASE.2015.21>
- Unterkalmsteiner, M., Gorschek, T., Islam, A. K. M. M., Chow Kian Cheng, Permadi, R. B., & Feldt, R. (2012). Evaluation and Measurement of Software Process Improvement—A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Software Engineering, 38*(2),

- 398-424. <https://doi.org/10.1109/TSE.2011.26>
- Üsfekes, Ç., Yilmaz, M., Tuzun, E., Clarke, P. M., & O'Connor, R. V. (2017). Examining Reward Mechanisms for Effective Usage of Application Lifecycle Management Tools. En *European Conference on Software Process Improvement* (pp. 259-268). Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_21
- Valtierra, Muñoz, M., & Mejía, J. (2013). Characterization of Software Processes Improvement Needs in SMEs. En *2013 International Conference on Mechatronics, Electronics and Automotive Engineering* (pp. 223-228). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICMEAE.2013.33>
- Van Roy, R., & Zaman, B. (2015). Moving Beyond the Effectiveness of Gamification. En *Gamification Workshop, CHI*.
- van Solingen, R. (2004). Measuring the ROI of software process improvement. *IEEE Software*, 21(3), 32-38. <https://doi.org/10.1109/MS.2004.1293070>
- Vance, R. J. (2006). *Employee engagement and commitment: A guide to understanding, measuring and increasing engagement in your organization*. SHRM Foundation.
- Varkoi, T. (2002). Management of continuous software process improvement. En *IEEE International Engineering Management Conference* (Vol. 1, pp. 334-337). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IEMC.2002.1038453>
- Wangenheim, Weber, S., Hauck, J. C. R., & Trentin, G. (2006). Experiences on establishing software processes in small companies. *Information and Software Technology*, 48(9), 890-900. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2005.12.010>
- Webb, E. N., & Cantú, A. (2013). Building Internal Enthusiasm for Gamification in Your Organization. En *Human-Computer Interaction. Applications and Services* (pp. 316-322). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39262-7_36
- Weinberg, G. M. (1997). *Quality Software Management – Anticipating change*. Dorset House Publishing (Vol. IV).
- Wells, D. C. (1907). Social Darwinism. *American Journal of Sociology*, 12(5), 695-716.
- Werbach, K. (2014). (Re)Defining Gamification: A Process Approach. En *International conference on persuasive technology* (pp. 266-272). https://doi.org/10.1007/978-3-319-07127-5_23
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Philadelphia: Wharton Digital Press.
- Wester, K. L. (2011). Publishing Ethical Research: A Step-by-Step Overview. *Journal of Counseling & Development*, 89(3), 301-307. <https://doi.org/10.1002/j.1556-6678.2011.tb00093.x>
- Yilmaz, M., Yilmaz, M., O'Connor, R. V., & Clarke, P. (2016). A Gamification Approach to

Improve the Software Development Process by Exploring the Personality of Software Practitioners (pp. 71-83). https://doi.org/10.1007/978-3-319-38980-6_6

Yilmaz, & O'Connor, R. (2016). A Scrumban integrated gamification approach to guide software process improvement: a Turkish case study. *Tehnicki vjesnik - Technical Gazette*, 23(1), 237-245. <https://doi.org/10.17559/TV-20140922220409>

Yilmaz, O'Connor, R. V, & Clarke, P. (2015). Software Development Roles. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 40(1), 1-5. <https://doi.org/10.1145/2693208.2693239>

Yilmaz, O'Connor, R. V, Colomo-Palacios, R., & Clarke, P. (2017). An examination of personality traits and how they impact on software development teams. *Information and Software Technology*, 86, 101-122. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2017.01.005>

Zichermann, G., & Cunningham, C. (2011). *Gamification by Design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. O'Reilly Media, Inc.

Zichermann, G., & Linder, J. (2013). *The Gamification Revolution: How Leaders Leverage Game Mechanics to Crush the Competition*. McGraw Hill Professional.