



CIMAT

Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.

ESTABLECIMIENTO DE ENTORNOS PARA LA INTEGRACIÓN DE EQUIPOS ALTAMENTE EFECTIVOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE GAMIFICACIÓN

T E S I S

Que para obtener el grado de
Maestro en Ciencias
con Orientación en
Ingeniería de Software

Presenta

Luis Angel Hernández Lázaro

Director de Tesis:

Dra. Mirna Ariadna Muñoz Mata

Codirector de Tesis:

Dra. Adriana Peña Pérez-Negrón

Autorización de la versión final

Zacatecas, Zac., 1 de febrero del 2018

Play is the highest form of research

Albert Einstein

Agradecimientos

A mi familia por todo el apoyo a lo largo de mi vida.

A mis amigos por su amistad durante todo este tiempo.

A los doctores y maestros del Centro de Investigación en Matemáticas – Unidad Zacatecas por atención, conocimientos, y experiencias compartidas a lo largo del programa académico.

Al Dr. Jezreel Mejía por compartir su conocimiento y experiencia durante la Maestría.

A los doctores Nora Rangel y Carlos Torres por su apoyo para compartir su conocimiento en cuanto para la incorporación del concepto de estilos interactivos en el área de la psicología.

A la Dra. Adriana Peña por su comprensión y ayuda para realizar la herramienta, así como a los compañeros de servicio social a cargo de ella por su disposición en tiempo y conocimiento para concluir la herramienta.

Agradezco de manera especial a mi directora de tesis la Dra. Mirna A. Muñoz, por toda la atención, tiempo y apoyo recibidos durante el desarrollo de este trabajo y durante toda la maestría, por todas las revisiones y ayuda para mejorar siempre, por ser un gran ejemplo a seguir en mi formación académica y por tener la paciencia para trabajar conmigo.

Finalmente, agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico otorgado para la realización de los estudios de maestría y el desarrollo del presente trabajo de tesis. De igual manera, agradezco al Centro de Investigación en Matemáticas por los apoyos otorgados para estancias de investigación y participación en congresos.

Abstract

Nowadays, software development is performed by work teams where there are several factors that intervene in their performance. An important factor in teamwork is to achieve the integration of the people that make it up because it is strongly linked to the level of cohesion and performance of the team. It is also essential that every professional should have the ability to work in a team, especially in the software engineering area.

Based on the above, the suitable integration of a work team influences their performance; they must complement their skills, knowledge and interactive styles of each one of them, resulting in a high effective team. This situation highlights the importance of focusing on the human factor to help organizations to reduce the risk of failures due to team integration problems.

The activities to integrate a team are important because they can strengthen both personal and professional relationships among its members. Today, there are several activities to carry out the integration of a team, with the aim of improving communication, coordination and teamwork, being of great support to improve their performance independently of the activities area.

In this context, this research presents a tool to allow identifying the roles in a software development team, through the construction of a virtual Rube Goldberg machine, the support of gamification techniques, and the activities described in the TSPi methodology, to present an attractive way to integrate software development teams.

Keywords: Gamification, Software Engineering, Teamwork, Team Software Process Introduction (TSPi), Team Building Activities.

Resumen

Actualmente, el desarrollo de software es realizado por equipos de trabajo donde existen diversos factores que intervienen en su rendimiento. Un factor importante en el trabajo en equipo es lograr la integración correcta de las personas que lo conforman, porque está fuertemente vinculada con el nivel de cohesión y desempeño del equipo, por esta razón es fundamental que todo profesionista dentro del área de ingeniería de software cuente con la capacidad para trabajar en equipo.

Basado en lo anterior, la adecuada integración de un equipo de trabajo influye en el rendimiento del mismo, por lo que, se deben complementar sus habilidades, conocimientos y estilos interactivos de cada miembro, para obtener como resultado un equipo altamente efectivo. Esta situación resalta la importancia de enfocarse en el factor humano para ayudar a las organizaciones a reducir el riesgo de fallas debido a problemas de integración en el desarrollo de software.

Las actividades para integrar un equipo son importantes, porque permiten fortalecer las relaciones tanto personales como profesionales entre sus miembros. Al día de hoy, existe una gran variedad de actividades para realizar la integración de un equipo, con el objetivo de mejorar la comunicación, la coordinación y el trabajo en equipo, siendo de gran apoyo para mejorar su desempeño independientemente del área donde éste realiza sus actividades.

En este contexto, esta investigación presenta una herramienta que permite identificar los roles de un equipo de desarrollo de software, mediante en la construcción de una máquina virtual de Rube Goldberg y con el apoyo de técnicas de gamificación; para esto se han utilizado las actividades descritas en la metodología de TSPi, y de esta forma se presente un camino atractivo para integrar equipos de desarrollo de software.

Palabras clave: Gamificación, Ingeniería de software, Equipos de Trabajo, Introducción al Proceso de Equipo de Software, Actividades de Construcción de Equipos.



CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, A.C.

BIBLIOTECA

AUTORIZACION
PUBLICACION EN FORMATO ELECTRONICO DE TESIS

El que suscribe

Autor(s) de la tesis: Luis Angel Hernández Lázaro

Institución y Lugar: Centro de Investigación en matemáticas A.C. Unidad Zacatecas, Zacatecas, Zac., México

Grado Académico: Licenciatura () Maestría () Doctorado () Otro () _____

Año de presentación: 2018

Área de Especialidad: Ingeniería de Software

Director(es) de Tesis: Dra. Mirna Ariadna Muñoz Mata

Correo electrónico: luis.hernandez@cimat.mx

Domicilio: Av. Universidad Núm. 222, Fraccionamiento la Loma, 98068, Zacatecas, Zacatecas, México

Palabra(s) Clave(s): Gamificación, Ingeniería de software, Equipos de Trabajo

Introducción al Proceso de Equipo de Software, Actividades de Construcción de Equipos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1519-0893>

Por medio del presente documento autorizo en forma gratuita a que la Tesis arriba citada sea divulgada y reproducida para publicarla mediante almacenamiento electrónico que permita acceso al público a leerla y conocerla visualmente, así como a comunicarla públicamente en la Página WEB del Repositorio Institucional y Repositorio Nacional.

La vigencia de la presente autorización es por tiempo indefinido a partir de la firma de presente instrumento, quedando en el entendido de que si por alguna razón el alumno desea revocar la autorización tendrá que hacerlo por escrito con acuse de recibo de parte de alguna autoridad del CIMAT

Atentamente

Luis Angel Hernández Lázaro

Índice

Abstract	ii
Resumen	iii
Índice de figuras	x
Índice de tablas	xiii
Introducción	15
Capítulo 1. Antecedentes	17
1.1. Marco teórico.....	17
1.1.1. Gamificación.....	17
1.1.2. Estilos interactivos.....	23
1.1.2.1. Taxonomía de estilos interactivos	24
1.1.3. Selección de actividades de un equipo de desarrollo.....	26
1.2. Planteamiento del problema	28
1.3. Objetivos.....	29
1.3.1. Objetivo general.....	29
1.3.2. Objetivos específicos	29
1.4. Hipótesis	30
1.5. Justificación	30
Capítulo 2. Estado del arte	32
2.1. Revisión sistemática de la literatura	32
2.1.1. Planificación de la revisión sistemática	33
2.1.1.1. Identificación de la necesidad de la revisión.....	33
2.1.1.2. Preguntas de investigación	34
2.1.1.3. Cadenas de búsqueda	34
2.1.1.4. Fuentes de datos	35
2.1.2. Ejecución de la revisión sistemática.....	35
2.1.2.1. Criterios de inclusión y criterios de exclusión	35
2.1.2.1.1. Criterios de inclusión	35
2.1.2.1.2. Criterios de exclusión.....	36
2.1.2.2. Selección de estudios primarios	36

2.1.2.3.	Aseguramiento de la calidad de los estudios.....	37
2.1.2.4.	Extracción de datos	39
2.1.3.	Reporte de resultados.....	39
2.1.3.1.	Pregunta de investigación 1: ¿Cuáles elementos de gamificación han sido aplicados para la creación de equipos de trabajo y cuáles han sido más efectivos?	39
2.1.3.2.	Pregunta de investigación 2: ¿En cuáles entornos han sido aplicadas las técnicas de gamificación para la creación de equipos?	42
2.1.3.3.	Pregunta de investigación 3: ¿Cuáles elementos de gamificación han sido aplicados para mejorar el trabajo en equipo?	45
2.1.3.4.	Pregunta de investigación 4: ¿Cuáles han sido las principales implementaciones o herramientas para aplicar los elementos de gamificación?	45
2.1.3.5.	Pregunta de investigación 5 ¿Cuáles son los objetivos a cumplir con el apoyo de los elementos de gamificación?	47
2.1.3.6.	Análisis comparativo de los estudios primarios	49
2.1.3.7.	Resultados adicionales de la revisión sistemática	52
2.2.	Trabajos relacionados	54
2.2.1.	Trabajos relacionados obtenidos a partir de la revisión sistemática.....	54
2.2.1.1.	Comparativa de propuestas identificadas en la revisión sistemática.....	56
2.2.1.2.	Características cubiertas por los trabajos	58
2.2.2.	Trabajos relacionados identificados con el tema “team building activities”	58
2.2.2.1.	Comparativa de las propuestas identificadas en el tema Team Building Activities.	60
2.2.2.2.	Características cubiertas por los trabajos	62
2.3.	Selección de tecnología	62
2.3.1.	Comparativa de motores juegos.....	63
2.3.2.	Unity 3D	65
2.4.	Metodología de desarrollo	66
Capítulo 3.	Metodología para el desarrollo de la tesis	67
3.1.	Ejecución de la metodología para el desarrollo de tesis.....	67
3.1.1.	Establecimiento del estado del arte con relación al uso de gamificación en equipos en la ingeniería de software	68
3.1.2.	Identificación de principales actividades en un equipo de desarrollo de software..	68
3.1.3.	Definición de un entorno para identificar los roles de un equipo de trabajo	68

3.1.4.	Trazabilidad de actividades de un equipo de desarrollo de software en el entorno.	68
3.1.5.	Desarrollo de la herramienta para la asignación de roles de trabajo	69
3.1.6.	Validación de la herramienta	69
Capítulo 4.	Herramienta para la asignación de roles en equipos de desarrollo “La Máquina de Rube Goldberg”	70
4.1.	Actividades de desarrollo de software en equipos en TSPi.....	71
4.1.1.1.	Identificación de actividades por rol	72
4.1.1.2.	Identificación de actividades por fase	73
4.1.1.3.	Análisis comparativo de las actividades realizadas por rol en cada fase de desarrollo en TSP	75
4.1.1.4.	Trazabilidad de verbos en actividades	80
4.1.1.5.	Identificación de productos de salida en actividades principales.....	81
4.2.	Actividades para la integración de equipos	82
4.3.	Máquina de Rube Goldberg.....	83
4.4.	Marco de trabajo de la propuesta.....	88
4.4.1.	Actividades en las fases de desarrollo de software.....	88
4.4.2.	Estilos interactivos.....	89
4.4.2.1.	Primera evaluación	89
4.4.2.2.	Segunda evaluación.....	89
4.4.2.3.	Tercera evaluación	90
4.4.3.	Trazabilidad de actividades para la evaluación de los roles en un equipo	90
4.4.4.	Modelado de objetos para el entorno virtual.	92
4.4.5.	Acoplamiento de los objetos en el entorno virtual y adecuación de propiedades físicas de los objetos	93
4.4.6.	Definición de los elementos de gamificación en el entorno virtual.....	95
4.4.7.	Construcción del ambiente virtual	97
4.4.8.	Prueba y validación de la herramienta.....	97
Capítulo 5.	Resultados.....	98
5.1.	Herramienta para la identificación de roles de trabajo mediante la construcción de una máquina de Rube Goldberg virtual.....	98
5.2.	Estudio de caso	106
5.2.1.	Diseño y planificación del estudio de caso.....	107

5.2.1.1. Objetivos del estudio de caso	108
5.2.1.2. Objeto del estudio de caso.....	108
5.2.1.3. Marco de referencia.....	108
5.2.1.4. Preguntas de investigación	109
5.2.1.5. Métodos para la recolección de datos.....	109
5.2.2.Preparación de la recolección de datos	110
5.2.3.Recolección de los datos.....	111
5.2.4.Análisis de los datos	113
5.2.4.1. Resultados equipo 01	113
5.2.4.2. Resultados equipo 02	115
5.2.5.Resultados de la encuesta de validación	117
5.2.5.1. ¿Consideras que se ha logrado el objetivo de la actividad?	117
5.2.5.2. ¿Consideras que tu rol desempeñado fue adecuado?	118
5.2.5.3. ¿Consideras que el rol desempeñado por tus compañeros fue adecuado? ...	119
5.2.5.4. ¿Consideras que la herramienta es adecuada para identificar el rol de trabajo en un equipo?.....	120
5.2.5.5. ¿Consideras que la sugerencia de tu rol fue adecuada?.....	120
5.2.5.6. ¿Consideras que la sugerencia del rol para tus compañeros fue correcta?...	121
5.2.5.7. ¿Consideras que el desempeño del equipo fue mejor con la sugerencia de roles de la herramienta?	121
5.2.5.8. ¿Te parecen adecuados los roles identificados con la herramienta?	122
5.2.5.9. ¿La herramienta es fácil de usar?	122
5.2.5.10. ¿Encuentras atractivo el diseño y apariencia de los elementos en el entorno virtual?	123
5.2.6.Reporte de resultados.....	124
Capítulo 6. Conclusiones.....	127
6.1. Conclusiones.....	127
6.2. Trabajo futuro	128
6.3. Logros académicos	129
6.3.1.Productos académicos.....	129
6.3.2.Ponencias en congresos	131
6.3.3.Estancias de investigación	132

Referencias	133
Anexos	142
Anexo A . Actividades en TSPi para los roles en el ciclo de desarrollo	142
Anexo B . Actividades en TSPi para las fases en el ciclo de desarrollo	147
Anexo C . Actividades principales de los roles en TSPi	150
Anexo D . Trazabilidad de verbos correspondientes a las actividades de los roles.....	160
Anexo E . Trazabilidad de actividades para la evaluación de los roles en un equipo de desarrollo de software.....	163

Índice de figuras

Figura 1 . Búsqueda del término gamificación en Google trends	18
Figura 2 . Relación mecánica de juego y deseos humanos	23
Figura 3 . Proceso para identificar un estilo interactivo.....	24
Figura 4 . Desarrollo de software.....	28
Figura 5 . Factores de éxito	28
Figura 6 . Porcentajes tiempo.....	31
Figura 7 . Porcentajes de presupuesto	31
Figura 8 . Porcentajes en objetivos	31
Figura 9 . Fases y pasos de la revisión sistemática	33
Figura 10. Proceso de selección de estudios primarios.....	37
Figura 11. Distribución de los elementos de gamificación.....	40
Figura 12. Distribución de estudios primarios por entorno.....	42
Figura 13. Distribución de investigaciones académicas	43
Figura 14. Distribución de investigaciones en la educación	44
Figura 15. Distribución de investigaciones en industria	44
Figura 16. Herramientas de implementación y apoyo	45
Figura 17. Distribución de objetivos a cumplir.....	47
Figura 18. Distribución de resultados en los estudios.....	48
Figura 19. Distribución de estudios primarios por ubicación	53
Figura 20. Distribución de estudios primarios por año de publicación.....	53
Figura 21. Pasos del método de desarrollo.....	66
Figura 22. Metodología para el desarrollo de la tesis	67
Figura 23. Proceso de selección de principales actividades.....	71
Figura 24. Conteo de actividades por rol en scripts de las fases del ciclo de desarrollo	73
Figura 25. Conteo de actividades por rol en scripts de roles	75
Figura 26. Resumen de actividades realizadas por los roles en TSP	80
Figura 27. Máquina de Rube Goldberg vista general	85
Figura 28. Máquina de Rube Goldberg paso 1	85
Figura 29. Máquina de Rube Goldberg paso 2	86
Figura 30. Máquina de Rube Goldberg paso 3	86
Figura 31. Máquina de Rube Goldberg paso 4	86
Figura 32. Máquina de Rube Goldberg paso 5	87
Figura 33. Máquina de Rube Goldberg paso 6	87
Figura 34. Máquina de Rube Goldberg paso 7	87
Figura 35. Máquina de Rube Goldberg paso 8	88
Figura 36. Marco de trabajo para la propuesta de la máquina de Rube Goldberg.....	88
Figura 37. Aplicación de los estilos interactivos	90
Figura 38. Estructura scene	94

Figura 39. Estructura materials	94
Figura 40. Estructura Prefab	94
Figura 41. Propiedades físicas del objeto.....	94
Figura 42. Objeto “.blend” en escena de Unity 3D.....	95
Figura 43. Entorno virtual – Inicio.....	99
Figura 44. Entorno virtual – Inicio servidor.....	100
Figura 45. Entorno virtual –Selección de avatar.....	100
Figura 46. Entorno virtual – escena del juego.....	101
Figura 47. Entorno virtual – fichas de dominó	101
Figura 48. Entorno virtual – fichas de dominó	102
Figura 49. Entorno virtual – desplazamiento de objetos ficha 1	102
Figura 50. Entorno virtual – desplazamiento de objetos balón 1	103
Figura 51. Entorno virtual – desplazamiento de objetos ficha 2.....	103
Figura 52. Entorno virtual – desplazamiento de objetos ficha 3.....	104
Figura 53. Entorno virtual – prueba juego - pelota	104
Figura 54. Entorno virtual – prueba juego – fichas 1.....	105
Figura 55. Entorno virtual – prueba juego – fichas 2.....	105
Figura 56. Entorno virtual – prueba juego – tocar campana.....	106
Figura 57. Pasos para el desarrollo de un estudio de caso	107
Figura 58. Pasos para la recolección de datos.....	110
Figura 59. Escala de Likert	111
Figura 60. Pasos para la recolección de datos.....	111
Figura 61. Respuestas de la pregunta 1 en el paso 2.....	117
Figura 62. Respuestas de la pregunta 1 en el paso 5.....	118
Figura 63. Respuestas de la pregunta 2 en el paso 2.....	118
Figura 64. Respuestas de la pregunta 2 en el paso 5.....	119
Figura 65. Respuestas de la pregunta 3 en el paso 2.....	119
Figura 66. Respuestas de la pregunta 3 en el paso 5.....	120
Figura 67. Respuestas de la pregunta 4.....	120
Figura 68. Respuestas de la pregunta 5.....	121
Figura 69. Respuestas de la pregunta 6.....	121
Figura 70. Respuestas de la pregunta 7.....	122
Figura 71. Respuestas de la pregunta 8.....	122
Figura 72. Respuestas de la pregunta 9.....	123
Figura 73. Respuestas de la pregunta 10.....	123
Figura 74. Estudio de caso-Actividad I.....	125
Figura 75. Estudio de caso-Actividad I.....	125
Figura 76. Estudio de caso-Entorno Virtual.....	125
Figura 77. Estudio de caso Entorno Virtual	125
Figura 78. Estudio de caso-Entorno Virtual.....	125
Figura 79. Estudio de caso-Entorno Virtual.....	125

Figura 80. Estudio de caso-Entorno Virtual.....	126
Figura 81. Estudio de caso-Entorno Virtual.....	126
Figura 82. Estudio de caso-Entorno Virtual.....	126
Figura 83. Estudio de caso-Entorno Virtual.....	126

Índice de tablas

Tabla 1	. Principales marcos de trabajo en temas de gamificación	19
Tabla 2	. Descripción de los ocho núcleos propuestos por Chou	20
Tabla 3	. Preguntas de investigación	34
Tabla 4	. Evaluación de los criterios para el aseguramiento de la calidad	38
Tabla 5	. Distribución de uso de elementos de gamificación por estudio	40
Tabla 6	. Distribución del uso de elementos de gamificación en la educación	50
Tabla 7	. Distribución del uso de elementos de gamificación en negocios	51
Tabla 8	. Distribución del uso de elementos de gamificación en desarrollo	52
Tabla 9	. Comparación de estudios relacionados obtenidos de la revisión sistemática.....	56
Tabla 10	. Características cubiertas por los trabajos obtenidos de la revisión sistemática...	58
Tabla 11	. Comparación de estudios en el tema “team building activities”	61
Tabla 12	. Características cubiertas por los trabajos relacionados 2	62
Tabla 13	. Análisis comparativo de estudios enfocados en motores de juego.....	64
Tabla 14	. Actividades del script TSPi para el líder del equipo.....	72
Tabla 15	. Actividades del script de roles para el Líder de equipo.....	74
Tabla 16	. Actividades principales del rol líder de equipo	76
Tabla 17	. Resumen de total de actividades por rol en TSPi	78
Tabla 18	. Trazabilidad de principales verbos con sinónimos.....	80
Tabla 19	. Productos en fase de TSPi	81
Tabla 20	. Productos identificados para la máquina de Rube Goldberg.....	82
Tabla 21	. Principales actividades identificadas para formar un equipo	83
Tabla 22	. Trazabilidad de actividades para la evaluación del rol de líder de equipo	91
Tabla 23	. Elementos de gamificación en el entorno virtual	96
Tabla 24	. Claves del diseño y planificación para el estudio de caso	107
Tabla 25	. Objeto de estudio	108
Tabla 26	. Preguntas de investigación del estudio de caso	109
Tabla 27	. Preguntas para evaluar la herramienta.....	110
Tabla 28	. Descripción de los equipos de desarrollo	113
Tabla 29	. Reporte de resultados equipo 01	114
Tabla 30	. Detalle de asignación de roles de trabajo Equipo 01	114
Tabla 31	. Análisis de los resultados.....	115
Tabla 32	. Reporte de resultados equipo 02.....	116
Tabla 33	. Detalle de asignación de roles de trabajo Equipo 02.....	116
Tabla 34	. Análisis de los resultados Equipo 02.....	117
Tabla 35	. Productos académicos logrados.....	129
Tabla 36	. Ponencias en congresos logradas.....	131
Tabla 37	. Actividades del script TSPi para el responsable de desarrollo.....	142
Tabla 38	. Actividades del script TSPi para el responsable de planificación	143

Tabla 39 . Actividades del script TSPi para el responsable de calidad/procesos	144
Tabla 40 . Actividades del script TSPi para el responsable de soporte	145
Tabla 41 . Actividades en las fases de TSPi para el responsable de desarrollo.....	147
Tabla 42 . Actividades en las fases de TSPi para el responsable de planificación.....	148
Tabla 43 . Actividades en las fases de TSPi para el responsable de calidad/procesos	149
Tabla 44 . Actividades en las fases de TSPi para el responsable de soporte	149
Tabla 45 . Actividades principales responsable de desarrollo	150
Tabla 46 . Actividades principales responsable de planificación	154
Tabla 47 . Actividades principales responsable de calidad/procesos	156
Tabla 48 . Actividades principales responsable de soporte	158
Tabla 49 . Conteo de principales verbos identificados en actividades	160
Tabla 50 . Principales sinónimos en los verbos descritos en las actividades.....	161
Tabla 51 . Trazabilidad de actividades para la evaluación del rol de responsable de desarrollo.....	163
Tabla 52 . Trazabilidad de actividades para la evaluación del rol de responsable de planificación	167
Tabla 53 . Trazabilidad de actividades para la evaluación del rol de responsable de calidad/procesos	169
Tabla 54 . Trazabilidad de actividades para la evaluación del rol de responsable de soporte	172

Introducción

El desarrollo de software es una tarea realizada en equipos de trabajo, tanto en el área industrial en las empresas de desarrollo, como en el área académica en proyectos realizados en el salón de clases. Existen diferentes factores que intervienen en el éxito o fracaso de un proyecto de desarrollo de software, por ejemplo: el tamaño del equipo, la metodología de desarrollo, políticas de la empresa, el presupuesto de la empresa o el tamaño del proyecto, entre otros.

Uno de los factores más importantes en relación al éxito de un equipo es el factor humano, debido a las diferentes habilidades y conocimientos con las que cuentan los integrantes de un equipo de desarrollo. La personalidad es uno de los aspectos que juega un papel importante en la integración de un equipo, debido que esta influye en la integración adecuada de un grupo de trabajo, porque la convivencia de los integrantes impacta directamente en el desempeño del equipo.

Es fundamental que los miembros de un equipo de desarrollo de software cuenten con las destrezas necesarias para favorecer el trabajo en equipo como lo son las habilidades de comunicación, relaciones interpersonales o capacidad para resolver problemas, con el fin de desempeñar correctamente las actividades asignadas cumpliendo con los objetivos del proyecto en tiempo y forma.

La gamificación es una de las técnicas que ha sido utilizada en el área de la educación para apoyar la retención del conocimiento y mejorar las habilidades de los individuos, los principales elementos de gamificación que han sido aplicados para realizar y apoyar la ejecución de actividades son: puntos, insignias y tabla de posiciones, conocidos como PBL's por sus siglas en inglés Points, Badges y Leaderboards. En el área de la gamificación existen diferentes elementos para apoyar el cumplimiento de diferentes objetivos, esos elementos pueden ser combinados de acuerdo a los objetivos de la propuesta de trabajo.

En las actividades académicas la gamificación ha sido aplicada principalmente con el objetivo de fomentar la participación de los estudiantes en el salón de clases, por otro lado, en el área de mercadotecnia la gamificación ha originado motivación en los clientes para consumir productos o servicios proporcionados por las empresas.

Dentro del área de la Ingeniería de Software la gamificación ha sido aplicada únicamente para apoyar el cumplimiento de las actividades y reforzar la comunicación durante el desarrollo de software. En este contexto, se han aplicado pocas técnicas de gamificación para tomar en cuenta la integración de los miembros del equipo, por otro lado, hasta el momento existen pocas herramientas que apoyan la identificación óptima de los roles de trabajo entre los miembros de un equipo de desarrollo de software.

En este trabajo se presenta una herramienta la cual hace uso de los elementos de gamificación para apoyar la integración de un equipo. Los elementos de gamificación serán utilizados en un entorno virtual, donde se pueda identificar el perfil de trabajo que más se adecua a cada uno de los miembros del equipo. La evaluación del perfil será realizada con base a la valoración de su desempeño, conocimientos, habilidades y estilos interactivos demostrados en la herramienta.

También, se detalla el desarrollo del estudio de caso que permitió validar el uso de la herramienta creada, mediante la evaluación de equipos de desarrollo de software, los resultados obtenidos se discuten en la sección Capítulo 5.

La estructura de la tesis está compuesta por seis capítulos, el contenido de cada uno de los capítulos se detalla a continuación:

Capítulo 1. Antecedentes. En este capítulo se explican conceptos básicos para el trabajo de investigación dentro del marco teórico, además se detalla la problemática, los objetivos y la justificación.

Capítulo 2. Estado del Arte. Este capítulo presenta el estado actual con respecto al uso de elementos de gamificación en equipos en la ingeniería de software con el apoyo de una revisión sistemática de la literatura. También se presentan una comparativa de los estudios relacionados.

Capítulo 3. Metodología para el Desarrollo de la Tesis. En este capítulo se describe la lista de actividades que fueron contempladas para llevar cabo la tesis.

Capítulo 4. Herramienta La Máquina de Rube Goldberg En este capítulo se describe la propuesta para crear la herramienta basada en el concepto de la Máquina de Rube Goldberg para la identificación de perfiles y formar un equipo de alto desempeño en la ingeniería de software.

Capítulo 5. Resultados. Este capítulo presenta el diseño y el análisis del estudio de caso llevado a cabo para validar la herramienta, por medio de la aplicación en equipos de desarrollo de software.

Capítulo 6. Conclusiones. Este capítulo muestra las conclusiones a las que se llegaron con el desarrollo de la tesis.

Capítulo 2. Antecedentes

Este capítulo presenta los antecedentes, comenzando con el marco teórico en el que se sustenta esta investigación, después, se presenta el planteamiento del problema, el objetivo general y los objetivos específicos, la hipótesis a comprobar y la justificación.

2.1. Marco teórico

El marco teórico tiene como propósito dar al lector el conjunto de conceptos fundamentales necesarios para comprender y abordar el problema (Sabino, 1992), de tal manera que se integra el conocimiento previo referente al problema. A continuación, se presentan los conceptos implicados dentro del desarrollo de esta investigación, dividido en tres principales áreas: 1) gamificación, 2) estilos interactivos y 3) actividades de desarrollo de software en equipos.

2.1.1. Gamificación

El término de *gamificación*, o también conocido como ludificación, hace referencia al uso de elementos de juego en situaciones que no son explícitamente un juego (Steffens et al., 2015). Los objetivos principales de la gamificación son: motivar a las personas a lograr sus objetivos personales, cambiar su comportamiento o desarrollar nuevas habilidades (Burke, 2014). Por esta razón, el uso de la gamificación es presentado como una nueva estrategia para influir y motivar a las personas, durante el desarrollo de actividades que no están acostumbradas a cumplir o en aquellas en las que se intentan convertir en un nuevo hábito.

Al día de hoy el término de gamificación no es nuevo, hablando un poco de acerca de la historia, la gamificación tuvo sus inicios durante los finales del año 2010 y a principios del año 2011, con las primeras aplicaciones en áreas como: 1) la salud, por medio de aplicaciones destinadas a realizar actividades físicas y 2) en aplicaciones de interacción social y aprendizaje, como son Foursquare o Doulingo; haciendo uso principalmente de puntos y tablas de posiciones como elementos motivadores de gamificación.

A continuación, La Figura 1 presenta un gráfico de acuerdo con los resultados de la búsqueda del término “*Gamification*” en Google Trends, consultada el 9 de mayo del 2017, donde se puede apreciar cómo iniciaba la popularidad del término durante el final del año 2010 y el inicio del año 2011. A partir de la búsqueda se conocieron los principales temas relacionados con la gamificación, los cuales son los siguientes:

1. Gamificación aplicada en el aprendizaje.
2. Gamificación en la educación.
3. Gamificación en los negocios.



Figura 1. Búsqueda del término gamificación en Google trends

Desde entonces el concepto se fue difundiendo y ha sido aplicado en áreas como:

1. Mercadotecnia.
2. Finanzas.
3. Recursos humanos.
4. Medio ambiente
5. Gobierno.
6. Aplicaciones móviles con diferentes objetivos.

Uno de los primeros y más famosos ejemplos que existe de la aplicación de gamificación es “La lotería de la cámara de la velocidad de la teoría de la diversión” (The Speed Camera Lottery of the Fun Theory, en inglés) una iniciativa realizada por la empresa Volkswagen a finales del año 2010 (Volkswagen, 2010). El objetivo de esa propuesta fue hacer conciencia a los conductores de reducir la velocidad en una de las principales avenidas de la ciudad de Estocolmo.

La lotería de la cámara de velocidad tomaba una fotografía a los conductores que respetaban los señalamientos del límite de velocidad, si el conductor respetaba la velocidad un sistema tomaba una fotografía del automóvil para registrarlo en un sorteo. Los conductores que resultaban ganadores recibían una remuneración económica por su adecuado comportamiento a la hora de conducir por la avenida. En consecuencia, los conductores respetaron los señalamientos de límites de velocidad.

Antes de realizar el experimento el promedio de la velocidad era de treinta y dos kilómetros y durante el experimento se logró reducir la velocidad a veinticinco kilómetros. Al finalizar el experimento se observó que obtuvieron resultados exitosos, debido a la aceptación por parte de los conductores para respetar el límite de velocidad, sin la necesidad de incentivarlos por medio de la lotería de la cámara de la velocidad.

Dentro de los marcos de trabajo para abordar temas de gamificación existen cuatro autores que proponen el uso de elementos de gamificación desde diferentes perspectivas y con diferentes composiciones. A continuación, en la Tabla 1, se presentan las cuatro propuestas con sus respectivas características.

Tabla 1. Principales marcos de trabajo en temas de gamificación

Autor	División del marco de trabajo	Contexto de Aplicación
(Burke, 2014)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resultados de negocio y métricas de éxito. 2. Público objetivo. 3. Objetivos del jugador. 4. Modelo de compromiso. 5. Espacio de juego y viaje. 6. Economía del juego. 7. Jugar, probar e iterar. 	Negocios
(Werbach & Hunter, 2012)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir objetivos de negocio. 2. Describir los jugadores. 3. Definir el comportamiento. 4. Diseñar ciclos en las actividades. 5. No olvidar la diversión. 6. Implementar las herramientas apropiadas. 	Negocios
(Kapp, 2012)	<ol style="list-style-type: none"> 1. El autor propone una serie de instrucciones, pasos y recomendaciones para llevar a cabo las propuestas de actividades de gamificación. 	Educación
(Chou, 2015)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sentido Épico. 2. Desarrollo y compromiso. 3. Empoderamiento de la creatividad y retroalimentación. 4. Propiedad y posesión. 5. Influencia social y relación. 6. Escasez e impaciencia. 7. Impredictibilidad y curiosidad. 8. Pérdida y evasión. 	Diseño enfocado en el humano

Las propuestas de (Burke, 2014; Werbach & Hunter, 2012) se enfocan principalmente en el ámbito de negocios, aplicando seis diferentes pasos para implementar las iniciativas de gamificación en organizaciones. La propuesta (Kapp, 2012) se enfoca en un marco teórico de referencia para comprender la forma de aplicar las técnicas de gamificación, principalmente con el objetivo de crear actividades que transmitan conocimiento a los participantes.

Por otro lado, el marco de trabajo presentado por (Chou, 2015), detalla una forma de trabajo para aplicar los elementos de gamificación enfocándose en los usuarios finales, de esta forma, la aplicación de los elementos de gamificación permiten acoplarse al entorno del usuario final independientemente del área de aplicación.

El marco de trabajo de (Chou, 2015), está compuesto por ocho áreas a los que el autor nombra como núcleos. Cada área representa un objetivo en particular para ser abordado por la propuesta de gamificación, así mismo, (Chou, 2015) detalla una serie de elementos que pueden ser aplicados para apoyar los objetivos de cada una de las áreas.

A continuación, en la Tabla 2 se presentan las ocho áreas con los elementos de gamificación que conforman el marco de trabajo de Chou. Posteriormente en el Capítulo 4 se detallará el uso de los elementos de gamificación que serán agregados para el desarrollo de nuestra propuesta de trabajo.

Tabla 2. Descripción de los ocho núcleos propuestos por Chou

Núcleo (Área)	Descripción	Objetivo	Principales elementos de gamificación
Sentido Épico	Esta área se encarga del estudio de las actividades para que los jugadores realicen una inversión de tiempo en el juego con fines de entretenimiento.	Invertir tiempo en el juego	Narrativa. Elitismo. Héroe de la humanidad. Significado superior.
Desarrollo y compromiso	Esta área se refiere a la forma en la cual se van a divertir los participantes, con el objetivo de que continúen participando dentro del juego. Dentro de esta área es muy común utilizar los elementos como: retos, puntos, insignias o tablas de posiciones.	Divertir al jugador	Puntos. Insignias (símbolos de logro). Recompensas. Tabla de posiciones. Barras de progreso. Lista de misiones. Ganar premios. Niveles. Tutoriales.

Núcleo (Área)	Descripción	Objetivo	Principales elementos de gamificación
Empoderamiento de la creatividad y retroalimentación	Esta área tiene como objetivo definir cuál será la manera en la cual los participantes serán incentivados para usar su creatividad durante las actividades de juego. Los jugadores serán apoyados normalmente con retroalimentación de acuerdo a las actividades que realizan.	Hacer uso de la creatividad del jugador.	Desbloqueo de contenido. Control en tiempo real. Combos. Retroalimentación instantánea. Aceleradores. Espacios en blanco. Autonomía voluntaria. Percepción de elecciones.
Propiedad y posesión	Se refiere a las actividades para que las personas se sientan parte del juego. El principal objetivo de esta área es mejorar o incrementar los logros del jugador.	Mejorar habilidades del jugador	Bienes virtuales. Construcción desde cero. Coleccionar objetos. Avatares. Ganar recompensas. Monitoreo.
Influencia social y relación	Esta área involucra el uso de elementos necesarios para motivar a las personas a realizar las actividades con el apoyo de retroalimentación social, compañerismo e incluso un poco de competición durante el desarrollo de las actividades. Las actividades de esta área pueden incorporarse para la identificación de líderes de equipo con el objetivo no sólo de complacer a los demás integrantes, sino para lograr una visión motivacional del equipo.	Realizar actividades en el juego	Relación. Tesoro social. Misiones en grupo. Tutorías.
Escasez e impaciencia	Se refiere al apoyo que pueden recibir los participantes como lo son recursos o pistas de ayuda después de determinado tiempo, esta área tiene el concepto principal de: el	Invertir tiempo o dinero en el juego	Dinámicas de citas. Intervalos fijos. Estimulación de premios.

Núcleo (Área)	Descripción	Objetivo	Principales elementos de gamificación
	hecho de que las personas no puedan tener algo al instante las motiva a pensar todo el tiempo en obtenerlo.		Retroalimentación. Temporizador. Aceleradores.
Impredictibilidad y curiosidad	Esta área consiste en reconocer que es lo que va a ocurrir después de que se realice algún evento. Los juegos de azar son ejemplo de cómo trabaja esta área debido a que no se tiene la certeza de los resultados de las acciones, otro ejemplo son las series de televisión que motivan a las personas a querer conocer que pasará en el siguiente capítulo. Esto significa que se hace uso más allá de los elementos tradiciones de puntos, insignias y tablas de posiciones.	Invertir tiempo o dinero en el juego	Brillante elección. Mini misiones. Narración visual. Recompensas al azar. Recompensas repentinas.
Pérdida y evasión	Dentro de esta área se consideran los aspectos que pueden impactar de forma negativa al participante, es decir, se utilizan estrategias para incentivar a los usuarios a participar en las actividades sin perder el interés. Normalmente se entregan ciertas ofertas especiales por tiempo limitado.	Realizar actividades en el juego	Tragedia de costos. Pérdida de progreso. Oportunidad de evanescencia.

A continuación, la Figura 2 presenta una matriz de trazabilidad entre los deseos humanos (columnas) y las mecánicas de juego (filas) (García Álvarez & Anguiano, 2012). Dentro de esta matriz se muestra cuál mecánica de juego tiene mayor impacto en el deseo humano (con sombreado rosa oscuro) y cuáles afecta de forma indirecta (con sombreado más rosa claro).

Como muestra la Figura 2, las principales relaciones entre deseos humanos y mecánicas de juego a tener en cuenta para motivar a los participantes son:

1. Premios con puntos.
2. Estatus con niveles.
3. Logros con desafíos.
4. Auto-expresión con Bienes virtuales.
5. Competición con Clasificaciones.

		Deseos Humanos					
		Premios	Estatus	Logro	Auto-expresión	Competición	Altruismo
Mecánicas de Juego	Puntos	■	■	■	■	■	■
	Niveles	■	■	■	■	■	■
	Desafíos	■	■	■	■	■	■
	Bienes Virtuales	■	■	■	■	■	■
	Clasificaciones	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■	■

Figura 2. Relación mecánica de juego y deseos humanos

Dentro del Capítulo 4 de esta investigación se detallará el uso de los elementos de gamificación con el apoyo del marco de trabajo de (Chou, 2015) y tomando en cuenta las relaciones deseo “humano – mecánica” de juego presentadas en la Figura 2.

2.1.2. Estilos interactivos

En esta sección del trabajo se presentan los conceptos básicos para entender el concepto de estilos interactivos, incluyendo la definición del estilo interactivo, así como los estilos interactivos definidos por (Ribes Iñesta, 1990).

Dentro del área de la psicología existe un término conocido como *estilo interactivo* definido como la manera en la cual un individuo se enfrenta a una situación o problema en particular, de tal forma que permita evaluar el comportamiento diferencial de cada individuo (Ribes Iñesta, 2009).

Un *estilo interactivo* se define por los siguientes tres criterios:

- Implicación para que el modo se haya configurado históricamente en el individuo, es decir, como un individuo ha reaccionado a situaciones pasadas las cuales forman parte de su experiencia.
- Descripción de un modo interactivo característico, es decir, la situación a enfrentar.
- Predicción de tendencias interactivas particulares en condiciones determinadas, es decir, como el individuo puede reaccionar ante situaciones futura.

A continuación, en la Figura 3 se muestra de forma general el proceso para identificar un estilo interactivo.

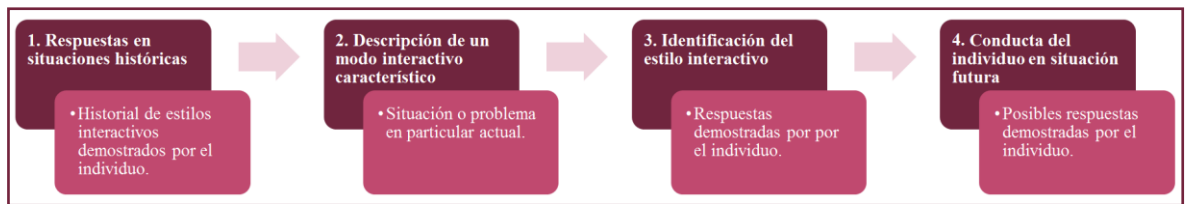


Figura 3. Proceso para identificar un estilo interactivo

1. **Respuestas en situaciones históricas:** la identificación de un estilo interactivo puede apoyarse en base a las respuestas que el individuo ha presentado en situaciones anteriores, donde ha aplicado sus conocimientos, habilidades o experiencias para resolver la situación o el problema en particular.
2. **Descripción de un modo interactivo característico:** la identificación de un estilo interactivo puede realizarse a partir de la descripción de una situación a la cual el individuo deberá enfrentarse.
3. **Identificación del estilo interactivo:** para continuar con la identificación del estilo interactivo el individuo debe exponerse ante la situación o problema descrito en el punto número dos. En este punto se debe recolectar suficiente información para realizar la evaluación del individuo con respecto al estilo interactivo.
 - Una vez que el individuo termine su participación en la situación, puede realizarse la evaluación del estilo interactivo para establecerlo.
4. **Conducta del individuo en una situación futura:** los resultados obtenidos, a partir de las repuestas del individuo, pueden ser utilizados para predecir un comportamiento o una serie de respuestas del individuo en situaciones o problemas futuros.

Dentro de la definición de los estilos interactivos existen conceptos que deben definirse para comprender la funcionalidad y forma de aplicación, los siguientes conceptos forman base en la evaluación de un estilo interactivo:

- **Contingencia cerrada:** Una contingencia (situación/problema) cerrada se basa en dar a la persona una serie de indicaciones para realizar la actividad, de esta forma se puede evaluar como la persona sigue o no las indicaciones.
- **Contingencia abierta:** Una contingencia (situación/problema) abierto se basa en la ausencia de indicaciones para realizar la actividad, por lo cual la persona debe resolver la actividad sin indicaciones acerca del objetivo a lograr, de esta forma se puede evaluar como la persona realiza la actividad en base a su experiencia o conocimientos previos.

2.1.2.1. Taxonomía de estilos interactivos

A continuación, se presenta un conjunto de estilos interactivos que han sido estudiados en (Ribes Iñesta, 1990).

- **Toma de decisiones:** Este estilo interactivo se define como la posibilidad de emitir una sola respuesta ante situaciones que implican estímulos competitivos o inciertos en tiempo, es decir, cómo su nombre lo indica el individuo debe tomar una sola decisión.
- **Tolerancia a la ambigüedad:** Este estilo interactivo es definido por las propiedades funcionales opuestas en términos de contrariedad, rivalidad, oposición habitual, especialmente en opiniones, dando origen a la dificultad de separar la relación no-situación – situación, es decir, el individuo debe enfrentarse a la ausencia de indicaciones para resolver la situación o el problema, o en su caso al cambio de las indicaciones previas.
- **Tolerancia a la frustración:** Se define como la conservación de la ejecución de actividades bajo condiciones no señaladas de interferencia, disminución, pérdida o demora de las consecuencias, es decir, el individuo debe enfrentarse al problema sin recibir retroalimentación por sus acciones realizadas, o en su caso recibir resultados errados de acuerdo a las indicaciones recibidas.
- **Logro:** Descrito como la persistencia para realizar ejecuciones bajo condiciones señaladas de requisito creciente o mayor requisito de respuesta relativa o absoluta, es decir, el individuo debe mantener su interacción con la situación para lograr objetivos graduales.
- **Flexibilidad al cambio:** Este estilo es definido como la existencia de cambios ante un número determinado de situaciones, es decir, como su nombre lo indica el individuo debe enfrentarse a una situación donde las indicaciones cambian de forma aleatoria dentro de un conjunto de cambios determinados previamente.
- **Tendencia a la transgresión:** Este estilo se define como la respuesta ante indicaciones de no respuesta, es decir, ocurre cuando el individuo realiza una respuesta donde no debería responder, o en caso contrario romper una indicación que se le ha asignado.
- **Curiosidad:** Determinado como el cambio de respuestas o estímulos ante situaciones que no lo requieren, es decir, el individuo enfrentará situaciones en las cuales las respuestas van a cambiar en función de las actividades realizadas en la situación.
- **Tendencia al riesgo:** Este estilo interactivo se define como la selección de una situación donde las indicaciones otorgan una posibilidad de mayor ganancia o pérdida con respecto a otras indicaciones, es decir, el individuo selecciona aquellas alternativas que donde puede tener una ganancia o una pérdida de acuerdo a las indicaciones concedidas.
- **Dependencia de señales:** Se define como el ajuste de las respuestas a señales repetitivas o eventuales que son redundantes ante la situación, es decir, el individuo debe enfrentarse a indicaciones nuevas, modificadas o eliminadas dentro de la situación, las cuales alteran el resultado de su respuesta.

- **Responsividad a nuevas contingencias y señales:** Determinado como aquellos efectos que se originan ante nuevas indicaciones para enfrentar una situación, en este estilo interactivo pueden cambiar las indicaciones, pero el resultado puede ser constante, o el caso contrario puede cambiar el resultado, pero las indicaciones son constantes. Es decir, el individuo deberá enfrentarse a cambios en sus acciones tanto de las indicaciones como del resultado.
- **Impulsividad-no impulsividad:** Este estilo se refiere a la correspondencia de condiciones de indicaciones o respuestas donde los elementos que componen la situación no son funcionalmente homogéneos.
- **Reducción del conflicto:** Descrito como la respuesta ante señales concurrentes opuestas o ante respuestas que tiene consecuencias concurrentes, ya sean tanto competitivas como opuestas. Es decir, el individuo se enfrentará a la concurrencia de indicaciones opuestas o por lo contrario a la concurrencia de situaciones opuestas.

2.1.3. Selección de actividades de un equipo de desarrollo

Para la selección de actividades de desarrollo de software en equipos, se ha seleccionado las actividades establecidas en TSPi (Humphrey, 2006), debido a que las actividades se encuentran establecidas de forma clara y precisa en las diferentes etapas del desarrollo de software. Además, define los principales roles de trabajo en el equipo definiendo las actividades a su cargo dentro de cada fase del ciclo de desarrollo separándolos cada uno en el ciclo de desarrollo.

Cabe mencionar, que el hecho de trabajar con el apoyo de la metodología de TSPi para reunir las actividades de los roles de trabajo en un equipo y las actividades realizadas en las fases de desarrollo de software de TSPi, no significa que en esta investigación se exija a las empresas o a los equipos académicos a cambiar de metodología o método de trabajo a TSPi. Por el contrario, el principal objetivo de usar TSPi en esta investigación es acoplar los principales roles de trabajo entre los integrantes del equipo, para mejorar su desempeño convirtiéndolos en un equipo de alto desempeño y apoyando su metodología o método de trabajo actual.

A continuación, se realiza la descripción de los principales roles de trabajo con las respectivas fases de desarrollo en TSPi.

- **Líder del equipo:** El líder del equipo es el responsable de formar un equipo eficiente y motivado, además de asegurarse del éxito del proyecto. Para lograr el éxito se deben contemplar las capacidades y habilidades de todos los miembros del equipo. Además, es el responsable de informar el estado actual del proyecto a los directivos.
- **Responsable de Desarrollo:** El responsable de desarrollo es el encargado de guiar al equipo en la definición, el diseño y el desarrollo de pruebas del producto.

- **Responsable de Planificación:** El responsable de planificación guía y ayuda al equipo a crear una buena planificación para realizar las actividades del proyecto. Además, apoya a los integrantes del equipo a realizar sus planes de trabajo personales y a dar seguimiento en su progreso de actividades asignadas. Normalmente, es la persona encargada de dar seguimiento y realizar una trazabilidad acerca de las actividades realizadas contra los planes establecidos.
- **Responsable de Calidad/Proceso:** El responsable de calidad/proceso de manera general ayuda al equipo con definición de procesos, es decir, se asegura que el equipo establezca y haga uso de sus procesos en el desarrollo de las actividades del proyecto. Además, dirige al equipo en el desarrollo de un plan de calidad, para realizar posteriormente un análisis y prevención de problemas relacionados con la calidad.
- **Responsable de Soporte:** El responsable de soporte ayuda al equipo a determinar, obtener y gestionar las herramientas de tecnología necesarias para realizar el proyecto.

A continuación, se realiza la descripción de las fases de desarrollo junto con su objetivo principal, de acuerdo con (Humphrey, 2006).

- **Lanzamiento:** Es la primera fase en el ciclo de desarrollo de software, el propósito es formar el equipo de trabajo, asignar los roles y explicar los objetivos que deben ser alcanzados en el desarrollo del producto.
- **Estrategia:** En la segunda fase, la meta es crear una estrategia de desarrollo para el producto, además se debe realizar estimaciones de horas, producir el diseño conceptual y la evaluación de riesgos.
- **Planificación:** En la fase de planificación el equipo deberá producir un calendario de actividades tanto de forma individual como en equipo, dicho calendario debe estar compuesto por las actividades y el tiempo que le tomará al equipo cumplirlas. Por otro lado, también debe crearse el plan de calidad, dentro del cual debe incluir los criterios de calidad y los objetivos a cumplir del equipo.
- **Requisitos:** En esta fase se desarrolla la especificación de los requisitos de software (SRS por sus siglas en inglés: Software Requirements Specification), donde se define la funcionalidad del producto y la descripción de los casos de uso para el funcionamiento normal o anormal del producto.
- **Diseño:** En esta fase se desarrolla la especificación de diseño de software (SDS por sus siglas en inglés Software Design Specification), donde se describen los componentes del producto y sus especificaciones. Además, se definen las convenciones para la nomenclatura de los archivos y se realiza un plan de pruebas de integración.
- **Implementación:** En esta fase se realiza la codificación del producto, una vez codificado se realiza la compilación de cada uno de los componentes, al mismo tiempo se verifica que el producto cumpla con los objetivos de calidad establecidos.

- **Pruebas:** En esta fase se inspecciona el producto terminado, llevando a cabo el seguimiento de planes de prueba por unidad, por componente y de sistema, con el fin de evaluar la calidad del producto creado, además se realiza la documentación de usuario.
- **Postmortem:** Esta fase es realizada la evaluación de los resultados obtenidos a lo largo de las otras fases, identificando cual ha sido el rendimiento del equipo y también se redacta el reporte del ciclo de vida del proyecto.

2.2. Planteamiento del problema

El desarrollo de proyectos de software es más que sólo llevar a cabo la de programación de un sistema (Ver Figura 4), es decir, se deben de considerar diversos factores que intervienen en el éxito o fracaso (Ver Figura 5); más allá de las competencias técnicas conocidas como soft skills (Matturro, Raschetti, & Fontán, 2015).

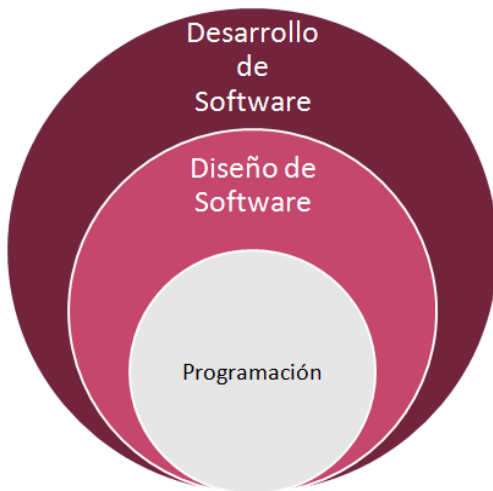


Figura 4. Desarrollo de software



Figura 5. Factores de éxito

Para que un equipo alcance un nivel de acoplamiento óptimo puede transcurrir un largo tiempo, el cual es vital y puede invertirse para cumplir con los objetivos del proyecto. En este contexto, características como: la personalidad, el conocimiento y las habilidades de los integrantes; son factores importantes que interviene para realizar una integración de forma correcta, la cual impacta en el desempeño del equipo (Dorling & McCaffery, 2012), debido a esto algunos equipos no logran trabajar adecuadamente desde el inicio de las actividades de desarrollo.

Por esta razón, es importante enfocarse en resolver los problemas que están relacionados con el factor humano, por ejemplo, en la comunicación o en el trabajo en equipo para llevar a

cabo el desarrollo de proyectos de software, más que en los problemas relacionados con los conocimientos técnicos (Muñoz, Mejía, Peña, & Rangel, 2016).

Hasta el momento se hace uso de encuestas para realizar la asignación de los roles de trabajo o en caso contrario la asignación se realiza en base a la experiencia de la persona, originando que el rol de trabajo no sea asignado de forma apropiada. Por otra parte, a la fecha existe una carencia de herramientas para integrar equipos de desarrollo de software, en especial para ayudar a la formación de un equipo y que este se convierta gradualmente en un equipo altamente efectivo en el área de desarrollo en la ingeniería de software.

2.3. Objetivos

En este apartado se presentan el objetivo general y los objetivos específicos establecidos el desarrollo de la presente investigación. A continuación, se detallan los objetivos.

2.3.1. Objetivo general

El objetivo general es: *Desarrollar una herramienta que permita identificar y asignar adecuadamente los roles de trabajo en un equipo de desarrollo de software con el apoyo de los elementos de gamificación.*

2.3.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

1. Analizar el estado del arte con respecto al uso de elementos de gamificación para la creación de un equipo en el área de la ingeniería de software en específico en el desarrollo de software.
2. Identificar los principales elementos de gamificación utilizados en los equipos en la ingeniería de software.
3. Realizar una comparativa acerca de los trabajos relacionados encontrados.
4. Identificar los roles y actividades de un equipo de desarrollo de software.
5. Desarrollar una herramienta que permita identificar los roles de los integrantes de un equipo de desarrollo de software.
6. Validar la herramienta y su aplicación en base al desarrollo de un estudio de caso.

2.4. Hipótesis

Si se cuenta con el apoyo de una herramienta de software que permita la identificación adecuada para asignar los roles de trabajo entre los integrantes de un equipo de desarrollo de software, entonces:

H1: Cada integrante del equipo ejecutará mejor sus actividades, de acuerdo al rol que mejor se adecue a ellos.

H2: El equipo de desarrollo de software tendrá mejores resultados, en base al tiempo establecido para el cumplimiento de las actividades.

2.5. Justificación

La asignación correcta de los roles de trabajo entre los integrantes de un equipo de desarrollo es una actividad que no debe realizarse a la ligera durante el desarrollo de un proyecto, debido a que influye drásticamente en el éxito o fracaso del proyecto, por lo tanto, esta actividad se debe realizar en base al: conocimiento, experiencia y estilos interactivos que demuestre cada integrante del equipo.

De acuerdo con los resultados del Chaos Report del año 2016 (The Standish Group International, 2016), el 60% de los proyectos de desarrollo de software no terminan las actividades en el tiempo asignado (ver Figura 6), por otro lado un 57% sobrepasa el presupuesto establecido en un principio (ver Figura 7) y por otra parte, el 39% no cumplen con los objetivos establecidos en el proyecto (ver Figura 8).

También menciona factores críticos que intervienen en el éxito o fracaso de los resultados, por mencionar algunos (The Standish Group International, 2016):

1. Los requisitos del proyecto.
2. La metodología de desarrollo
3. El presupuesto
4. El tiempo para desarrollo
5. El acoplamiento de los miembros del equipo.
6. La madurez de la empresa, en cuanto a procesos.

Dentro de estos factores se encuentra el acoplamiento de los integrantes el cual parte fundamental del problema a resolver en esta investigación y se detallará con mayor explicación en el Capítulo 5.



Figura 6. Porcentajes tiempo



Figura 7. Porcentajes de presupuesto



Figura 8. Porcentajes en objetivos

Capítulo 3. Estado del arte

En este capítulo se presentan los resultados de la revisión sistemática de la literatura que permitió establecer el estado del arte con respecto al uso de elementos de gamificación para formar equipos en el área de la ingeniería de software, centrándose en temas como: 1) elementos de gamificación, 2) desempeño en un equipo y 3) la relación entre el uso de elementos de gamificación y el desempeño del equipo.

En la segunda parte del capítulo se realiza un análisis de los trabajos relacionados con esta investigación. Al final de este capítulo también se presenta el apartado de: 1) la selección de la tecnología y 2) la metodología para el desarrollo de la herramienta.

3.1. Revisión sistemática de la literatura

Una revisión sistemática de la literatura (Systematic Literature Review, más conocido por sus siglas en inglés SLR) permite identificar, evaluar, interpretar y sintetizar todas las investigaciones existentes y relevantes en un tema de interés en particular (Kitchenham & Charters, 2007). Este tipo de metodología permite realizar revisiones de una forma segura e imparcial para que tengan un alto valor científico, además, la principal motivación para llevar a cabo una revisión sistemática de la literatura es incrementar la posibilidad de detectar el mayor número de resultados posibles en el tema, que los que pueden ser identificados con revisiones convencionales.

Para la realización de una revisión sistemática se han empleado las tres fases fundamentales que son propuestas por la metodología (Figura 9).

- La primera fase es la planificación de la revisión que consta de las actividades de: 1) identificación de la necesidad de la revisión, 2) especificación de la pregunta de investigación, 3) creación de la cadena de búsqueda e 4) identificación de las fuentes de investigación.
- La segunda fase es el desarrollo de la revisión que consta de las siguientes actividades: 1) definición de los criterios de inclusión y criterios de exclusión, 2) selección de

estudios primarios, 3) evaluación de la calidad de los estudios y 4) extracción de la información de los estudios primarios.

- La tercera fase es reportar los resultados de la revisión, donde se realiza un análisis de los resultados alcanzados.

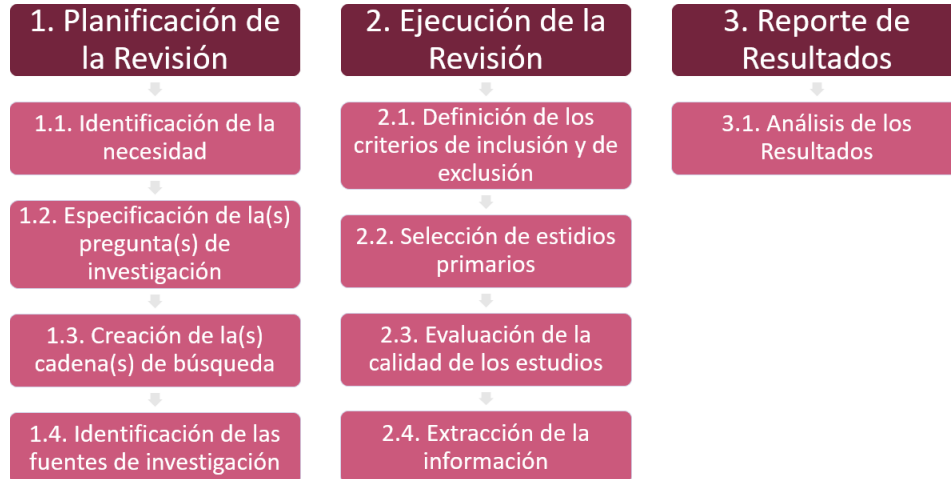


Figura 9. Fases y pasos de la revisión sistemática

A continuación, en las siguientes secciones se realiza la descripción de los pasos establecidos en la (Figura 9).

3.1.1. Planificación de la revisión sistemática

La primera fase consiste en la planificación de la revisión sistemática de la literatura, donde se realizan las siguientes actividades: 1) identificar la necesidad de la revisión sistemática, 2) especificar la pregunta de investigación, 3) crear la cadena de búsqueda y por último 4) identificar las fuentes de investigación.

3.1.1.1. Identificación de la necesidad de la revisión

El desarrollo de software en las empresas y en los trabajos académicos es realizado normalmente en equipo. Sin embargo, algunos equipos no logran trabajar de forma efectiva al inicio de las actividades, debido a la existencia de factores que intervienen en el comportamiento y desempeño de un equipo más allá de las competencias técnicas, conocidas como soft skills (Matturro et al., 2015).

Por otra parte, se debe contar con una variedad de personalidades para obtener un equipo adecuado (Dorling & McCaffery, 2012). La revisión sistemática se realiza con el objetivo de identificar los trabajos enfocados en equipos de desarrollo de software y el uso de técnicas de gamificación, que puedan ser aprovechadas para formar un equipo altamente efectivo en el área de desarrollo en la ingeniería de software.

3.1.1.2. Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación se describen a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3. Preguntas de investigación

Pregunta	Objetivo
PI1: ¿Qué elementos de gamificación han sido aplicados para la creación de equipos de trabajo y cuáles han sido más efectivos?	Identificar los elementos de gamificación que han sido empleados para la creación de un equipo de trabajo y determinar cuáles han logrado mejores resultados en su aplicación.
PI2: ¿En cuáles entornos han sido aplicadas las técnicas de gamificación para la creación de equipo?	Descubrir los entornos donde se han aplicado técnicas de gamificación para la creación y trabajo en equipo.
PI3: ¿Cuáles elementos de gamificación han sido aplicados para mejorar el trabajo en equipo?	Identificar los elementos de gamificación que apoyan la mejora del trabajo en equipo.
PI4: ¿Cuáles han sido las principales implementaciones o herramientas para aplicar los elementos de gamificación?	Identificar las implementaciones o herramientas que se han utilizado para llevar a cabo las técnicas de gamificación en equipos de trabajo.
PI5: ¿Cuáles son los objetivos a cumplir con el apoyo de los elementos de gamificación?	Reconocer los objetivos que persiguen los estudios mediante la aplicación de los elementos de gamificación.

3.1.1.3. Cadenas de búsqueda

Para la creación de la cadena de búsqueda se identificó un conjunto de palabras claves, las cuales fueron basadas en las preguntas de investigación descritas en la Tabla 3 las palabras clave fueron las siguientes:

1. *Gamification.*
2. *Team.*
3. *Teams.*
4. *Teamwork.*
5. *Software Engineering.*

La cadena de búsqueda se obtuvo a partir de la combinación de las palabras clave y el uso de los operadores lógicos *AND* y *OR*. El resultado fue la siguiente cadena de búsqueda general:

“(Gamification) AND (Team OR Teams OR Teamwork) AND (Software Engineering)”

3.1.1.4. Fuentes de datos

Al ser una investigación orientada en específico en la ingeniería de software, se consideraron las siguientes bases de datos debido a su importancia para la búsqueda de estudios en dicha área:

1. *ACM Digital Library*.
2. *IEEE Xplore Digital Library*.
3. *Springer Link*.

3.1.2. Ejecución de la revisión sistemática

Durante la segunda fase de la revisión, la actividad principal es la recolección de estudios, el resultado es un conjunto de estudios primarios para la investigación. La aplicación de la cadena de búsqueda se realizó durante el periodo del 4 al 11 de mayo del año 2016 en cada una de las bibliotecas digitales.

Cabe mencionar que durante la recolección de estudios la cadena de búsqueda fue modificada para el buscador en *ACM Digital Library*, debido a la cantidad excesiva de resultados sin relación al tema investigado. El resultado fue la siguiente cadena de búsqueda: *acmdlTitle: (Gamification team software engineering teamwork teams) AND keywords.author.keyword: (+gamificación)*.

Por otro lado, la cadena de búsqueda general (*Gamification*) AND (*Team OR Teams OR Teamwork*) AND (*Software Engineering*) se aplicó sin modificaciones en las bibliotecas digitales de *IEEE Xplore Digital Library* y *Springer Link*, debido a la identificación adecuada de estudios con relación al tema de investigación.

3.1.2.1. Criterios de inclusión y criterios de exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión permiten reducir el número de resultados y de esta manera se puedan enfocar los estudios de nuestro interés. A continuación, se describen los criterios de inclusión y criterios de exclusión respectivamente.

3.1.2.1.1. Criterios de inclusión

1. Estudios donde el título contenga por lo menos dos palabras clave de la cadena de búsqueda, principalmente “*gamificación*”.
2. Estudios donde el resumen presente una relación con la aplicación de técnicas o elementos de gamificación en equipos de trabajo.
3. Estudios con el contexto principal enfocado en la ingeniería de software o el trabajo en equipo.

4. Estudios que estén escritos en inglés o español.
5. Estudios publicados entre los años 2010 – 2016.

3.1.2.1.2. Criterios de exclusión

1. Estudios donde el título no contenga las palabras clave de la cadena de búsqueda.
2. Estudios donde el resumen no esté relacionado con la aplicación de técnicas de gamificación.
3. Estudios que no aborden el tema de equipos de trabajo.
4. Estudios que sean diferentes al inglés o español.
5. Estudios publicados antes del año 2010.
6. Estudios duplicados.

3.1.2.2. Selección de estudios primarios

La selección de estudios primarios fue realizada en cuatro pasos:

1. Ejecución de la cadena de búsqueda para cada una de las bibliotecas digitales.
2. Aplicación de criterios de inclusión y criterios de exclusión, si el estudio estaba relacionado de manera indirecta se procedía a incluirlo para el siguiente paso.
3. Lectura del título y resumen para la identificación de estudios candidatos a ser elegidos como estudios primarios, en caso de ser necesario se realizaba la lectura de la introducción y las conclusiones.
4. Por último, se realizaba la selección de estudios primarios para la investigación.

Durante el seguimiento de los pasos se obtuvieron los siguientes resultados: de un total de 2,214 estudios existieron cuatro duplicados y finalmente se obtuvieron treinta y un estudios primarios, la Figura 10 detalla el resumen del proceso de selección.

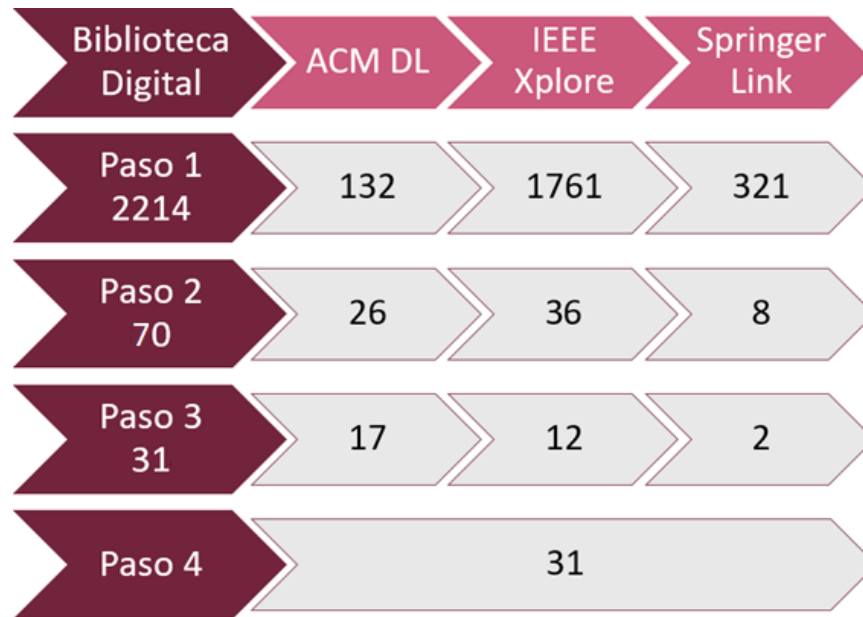


Figura 10. Proceso de selección de estudios primarios

3.1.2.3. Aseguramiento de la calidad de los estudios

Para cumplir con el aseguramiento de la calidad de los estudios se crearon las siguientes preguntas, para evaluar la fidelidad en los estudios seleccionados para este trabajo:

- AC1.** ¿El estudio se enfoca en la aplicación de técnicas de gamificación en equipos de trabajo?
- AC2.** ¿El estudio aborda la relación entre el trabajo en equipo y su rendimiento?
- AC3.** ¿El estudio aborda la relación entre los elementos de gamificación y el rendimiento del equipo?

La evaluación de los criterios para el aseguramiento de la calidad de los estudios primarios se llevó a cabo seleccionando aquellos estudios que por lo menos cumplieran con una de las preguntas para el aseguramiento de la calidad.

Durante la ejecución de los criterios para el aseguramiento de la calidad de los estudios se obtuvieron los siguientes resultados: dieciséis estudios cumplieron con el AC1, once estudios cumplieron con el AC2, y cuatro estudios cumplieron con el AC3, por lo tanto, se conservaron los treinta y un estudios primarios.

El resumen de los estudios primarios seleccionados se detalla en la Tabla 4, donde especifica el cumplimiento de los criterios para el aseguramiento de la calidad que fueron contemplados.

Tabla 4. Evaluación de los criterios para el aseguramiento de la calidad

Referencia	AC1	AC2	AC3	Referencia	AC1	AC2	AC3
(Jurado, Fernandez, & Collazos, 2015)	●	◐	○	(Iosup & Epema, 2014)	●	◐	○
(Estacio et al., 2014)	◐	○	○	(Lynch et al., 2011)	○	●	○
(E. Hernández, Colomo Palacios, & de Amescua Seco, 2010)	●	◐	○	(Matturro et al., 2015)	○	●	○
(Osborne O'Hagan, Coleman, & O'Connor, 2014)	●	○	○	(Kosa & Yilmaz, 2010)	●	○	○
(Latulipe, Long, & Seminario, 2015)	◐	◐	●	(Unkelos-Shpigel & Hadar, 2015)	◐	○	●
(Dubois & Tamburrelli, 2013)	●	○	○	(Guenaga, Eguiluz, Rayon, Nunez, & Quevedo, 2014)	●	◐	◐
(Stanculescu, Bozzon, Sips, & Houben, 2016)	●	○	○	(Dorling & McCaffery, 2012)	●	○	○
(Korn, Funk, & Schmidt, 2015a)	●	○	○	(H. Gaynor, 2015)	○	●	○
(Bartel, Figas, & Hagel, 2015)	●	○	○	(P. C. Chen, Chern, & Chen, 2012)	○	●	○
(Korn, Funk, & Schmidt, 2015b)	●	○	○	(Bei, 2013)	○	●	○
(Dutra, Prikladnicki, & Franca, 2015)du	○	●	○	(De O. Melo, Santana, & Kon, 2012)	○	●	○
(J. Chen, Qiu, Yuan, Zhang, & Lu, 2011)	○	●	○	(Jovanovic, Mesquida, & Antònia, 2010)	●	○	◐
(Teh, Baniassad, Van Rooy, & Boughton, 2012)	○	●	○	(Knutas, Ikonen, Maggiorini, Ripamonti, & Porras, 2014)	●	◐	○
(Knutas, Ikonen, Nikula, & Porras, 2014)	●	◐	○	(O'Donovan, Gain, & Marais, 2013)	●	◐	○
(Berkling, 2016)	◐	◐	●	(Buisman & van Eekelen, 2014)	◐	◐	●
(Akpolat & Slany, 2014)	◐	◐	●	-	-	-	-

Dónde: ● = Estudio que cumplió completamente el criterio al 100%.
 ◐ = Estudio que cumplió de forma parcial el criterio al 50%.
 ○ = Estudio que cumplió de forma eventual el criterio al 25%.
 ○ = Estudio que no cumplió el criterio 0%.

3.1.2.4. Extracción de datos

Antes de realizar la extracción de la información, los estudios fueron organizados por medio de la herramienta de gestión de archivos *PDF Mendeley*®. Se realizó la lectura e identificación de las aportaciones más importantes en dicha herramienta.

Posteriormente con el apoyo de la herramienta *Google Spreadsheets*® se diseñó un formato para la extracción de la información con las siguientes columnas: 1) identificador, 2) biblioteca digital, 3) título, 4) autores, 5) ubicación, 6) año, 7) entorno, 8) clasificación, 9) objetivo, 10) herramienta (si aplica), 11) elementos de gamificación en el contexto (si aplica), 11) resultados obtenidos y 12) conocimiento extra.

3.1.3. Reporte de resultados

En esta sección se muestran los resultados obtenidos de la revisión sistemática, los cuales permitieron conocer el panorama en el uso de los elementos de gamificación aplicados en equipos de trabajo. Los resultados se presentan en el siguiente orden:

1. Pregunta de investigación 1: ¿Cuáles elementos de gamificación han sido aplicados para la creación de equipos de trabajo y cuáles han sido más efectivos?
2. Pregunta de investigación 2: ¿En cuáles entornos han sido aplicadas las técnicas de gamificación para la creación de equipos?
3. Pregunta de investigación 3: ¿Cuáles elementos de gamificación han sido aplicados para mejorar el trabajo en equipo?
4. Pregunta de investigación 4: ¿Cuáles han sido las principales implementaciones o herramientas para aplicar los elementos de gamificación?
5. Pregunta de investigación 5 ¿Cuáles son los objetivos a cumplir con el apoyo de los elementos de gamificación?
6. Análisis Comparativo de los Estudios Primarios.
7. Resultados Adicionales de la Revisión Sistemática.

3.1.3.1. Pregunta de investigación 1: ¿Cuáles elementos de gamificación han sido aplicados para la creación de equipos de trabajo y cuáles han sido más efectivos?

De los estudios primarios elegidos se identificaron los principales elementos de gamificación que han sido empleados, como se observa en la Figura 11, la *tabla de posiciones* (en inglés

Leaderboard), ocupa el primer lugar de aplicación y ha demostrado ser un elemento útil para mejorar la participación (Stanculescu et al., 2016), por otro lado, lograron una influencia positiva en los estudiantes (Latulipe et al., 2015). En segundo lugar, *el sistema de puntos* (en inglés Point System) logró resultados positivos, por ejemplo, incrementaron la participación, el compromiso y la motivación de los estudiantes (Buisman & van Eekelen, 2014).

Dentro de los estudios (Latulipe et al., 2015; Stanculescu et al., 2016) *las insignias* (en inglés Badges) demostraron resultados positivos en combinación con la tabla de posiciones, por lo cual ocupan la tercera posición.

La Figura 11 presenta los elementos identificados en los estudios primarios: 1) *tabla de posiciones* (EG1), 2) *sistemas de puntos* (EG2), 3) *insignias* (EG3), 4) *niveles* (EG4), 5) *barras de progreso* (EG5); los elementos con menor frecuencia de uso son: 6) *recompensas* (EG6), 7) *puntaje* (EG7), 8) *retos* (EG8), 9) *logros* (EG9), 10) *retroalimentación* (EG10) y 11) *desbloqueo de contenido* (EG11).

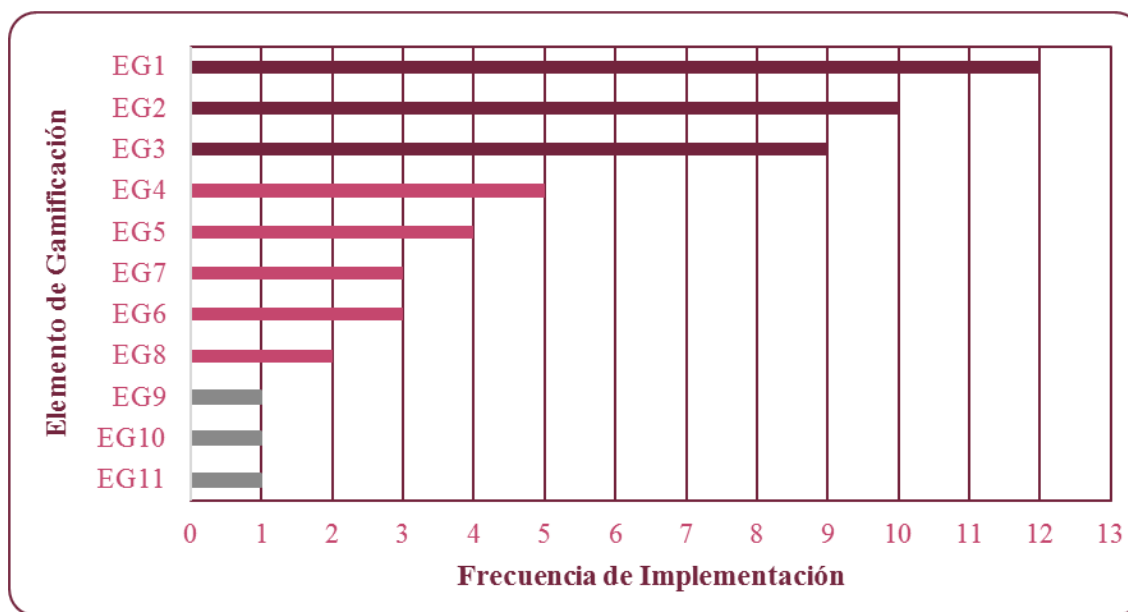


Figura 11. Distribución de los elementos de gamificación

A continuación, la Tabla 5 muestra la distribución del uso de elementos de gamificación en cada una de las propuestas tomando en cuenta los principales estudios que los aplican.

Tabla 5. Distribución de uso de elementos de gamificación por estudio

Estudio Primario	EG1	EG2	EG3	EG4	EG5	EG6	EG7	EG8	EG9	EG10	EG11
(Osborne O'Hagan et al., 2014)	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
(Bartel et al., 2015)	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-

Estudio Primario	EG1	EG2	EG3	EG4	EG5	EG6	EG7	EG8	EG9	EG10	EG11
(Dubois & Tamburrelli, 2013)	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-
(O'Donovan et al., 2013)	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	-
(Iosup & Epema, 2014)	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	✓
(Knutas, Ikonen, Nikula, et al., 2014)	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
(Jurado et al., 2015)	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-
(E. Hernández et al., 2010)	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	-	-
(Guenaga et al., 2014)	✓	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-
(Stanculescu et al., 2016)	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-
(Dorling & McCaffery, 2012)	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-
(Unkelos-Shpigel & Hadar, 2015)	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
(Buisman & van Eekelen, 2014)	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(Akpolat & Slany, 2014)	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-
(Korn et al., 2015a)	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-
(Korn et al., 2015b)	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-

Dónde: EG1=tabla de posiciones, EG2=sistemas de puntos, EG3=insignias, EG4=niveles, EG5=barras de progreso, EG6=recompensas, EG7=puntaje, EG8=retos, EG9=logros, EG10=retroalimentación, EG11=desbloqueo de contenido.

El símbolo “✓” significa elemento de gamificación utilizado y “-” significa elemento de gamificación no utilizado.

Dentro de la comparación se puede observar que la cantidad de elementos utilizados no depende del contexto de su aplicación, es decir, los elementos son tomados en cuenta por la propuesta de trabajo con el fin de cumplir con sus objetivos, un ejemplo son los estudios: (Dubois & Tamburrelli, 2013) con dos elementos y (Iosup & Epema, 2014) con cinco elementos, ambos casos se abordan en el área de la educación en la ingeniería de software, utilizando los elementos de gamificación para impartir clases en las aulas y así apoyar a los estudiantes en su aprendizaje. Por lo tanto, se pueden aplicar desde un elemento hasta los que se consideren necesarios para cumplir con los objetivos de la propuesta de gamificación.

Los estudios con mayor uso de elementos son: (Dorling & McCaffery, 2012; Guenaga et al., 2014; Hernández et al., 2010; Iosup & Epema, 2014; Lynch et al., 2011; O’Donovan et al., 2013; Stanculescu et al., 2016); debido a que en su implementación utilizan entre cuatro y seis elementos. Por otra parte, los estudios con menor uso de elementos son: (Akpolat & Slany, 2014; Bartel et al., 2015; Buisman & van Eekelen, 2014; Dubois & Tamburrelli, 2013; Jurado et al., 2015; Knutas, Ikonen, Nikula, et al., 2014; Korn et al., 2015a, 2015b; Latulipe et al., 2015; Unkelos-Shpigel & Hadar, 2015); que aplican desde uno a tres elementos.

Respondiendo a la pregunta de investigación pregunta de investigación 1, se tiene evidencia de los elementos que apoyan el trabajo colaborativo y el cumplimiento de las actividades asignadas, pero aún no han sido aplicadas para la formación de un equipo o para determinar perfiles de trabajo. En consecuencia, sólo se han identificado los elementos de gamificación con mayor frecuencia de uso en la aplicación de técnicas de gamificación.

3.1.3.2. Pregunta de investigación 2: ¿En cuáles entornos han sido aplicadas las técnicas de gamificación para la creación de equipos?

Los resultados de la distribución de los estudios primarios fueron catalogados en tres principales entornos detallados en la Figura 12, donde los entornos se han clasificado de la siguiente manera:

1. **Académico:** son estudios que están relacionados con investigaciones teóricas.
2. **Educación:** son investigaciones aplicadas en el aprendizaje o casos de estudio.
3. **Industria:** son estudios que están relacionados en el área de negocios.

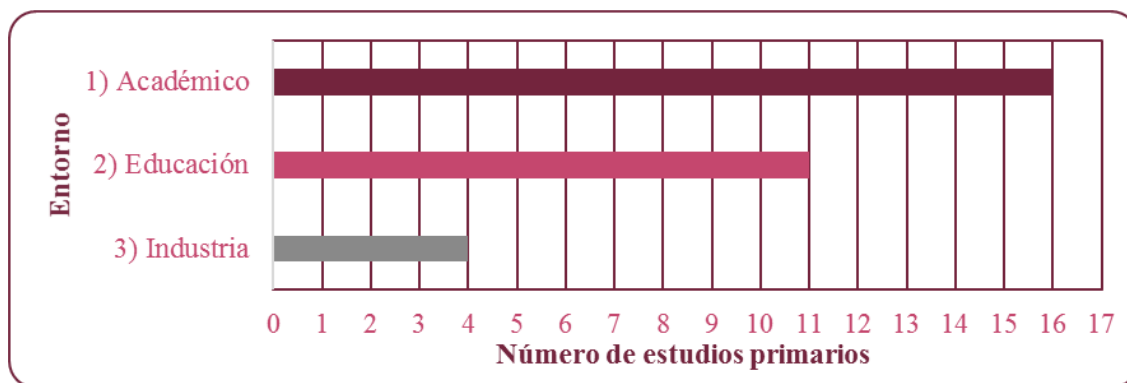


Figura 12. Distribución de estudios primarios por entorno

Se observa como los estudios académicos son los que más han explorado los temas de gamificación y equipos, por otro lado, los estudios se han enfocado más en estudiar entornos de educación que entornos de la industria. Los estudios fueron subcategorizados a partir de los

entornos mencionados en la Figura 12, para identificar los principales temas explorados en cada entorno.

La Figura 13 presenta los temas dentro del entorno académico, se observa que las principales investigaciones son realizadas en temas de equipos (Bei, 2013; P. C. Chen et al., 2012; H. Gaynor, 2015) y gamificación (De O. Melo et al., 2012; Jovanovic et al., 2010), seguido por temas de desarrollo enfocados en el área de la ingeniería de software. Se nota una baja presencia de estudios enfocados en la industria para las investigaciones académicas, identificado en (De O. Melo et al., 2012).

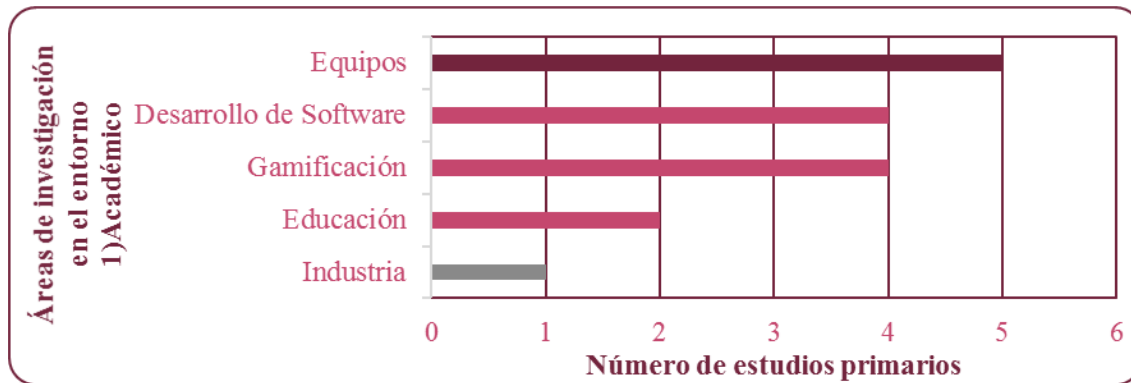


Figura 13. Distribución de investigaciones académicas

Como se puede observar, se han realizado más propuestas en el área de la educación, enfocándose en el aprendizaje de los estudiantes, mejorando el método para transmitir los conocimientos en el área de la ingeniería de software. Por otra parte, dentro del área del desarrollo de productos se han encontrado sólo tres estudios, lo cual demuestra que el uso de las técnicas de gamificación ha comenzado a ser utilizadas en años recientes.

La Figura 14 muestra la distribución de los estudios primarios enfocados en el entorno de la educación, los principales estudios llevan a cabo la creación de un curso para el apoyo al aprendizaje de los estudiantes, ya sea por medio de la aplicación de técnicas en un curso tradicional (Buisman & van Eekelen, 2014; Knutas, Ikonen, Maggiorini, et al., 2014) o con el apoyo de un Learning Management System (O'Donovan et al., 2013). Por otro lado, existe un estudio enfocado en la evaluación del trabajo en equipos por medio de un juego serio, presentado por (Guenaga et al., 2014).

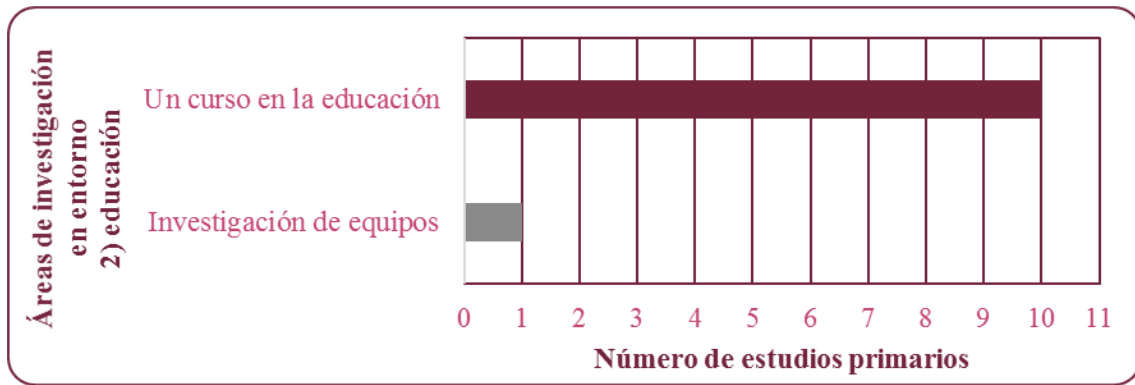


Figura 14. Distribución de investigaciones en la educación

Finalmente, la Figura 15 muestra la distribución de los estudios primarios en el entorno industrial, los cuales fueron categorizados con base a su área de aplicación: en el área de producción se encuentran dos estudios (Korn et al., 2015a, 2015b), en el área de negocios (Stanculescu et al., 2016) y en desarrollo de software sólo un estudio (Jurado et al., 2015).

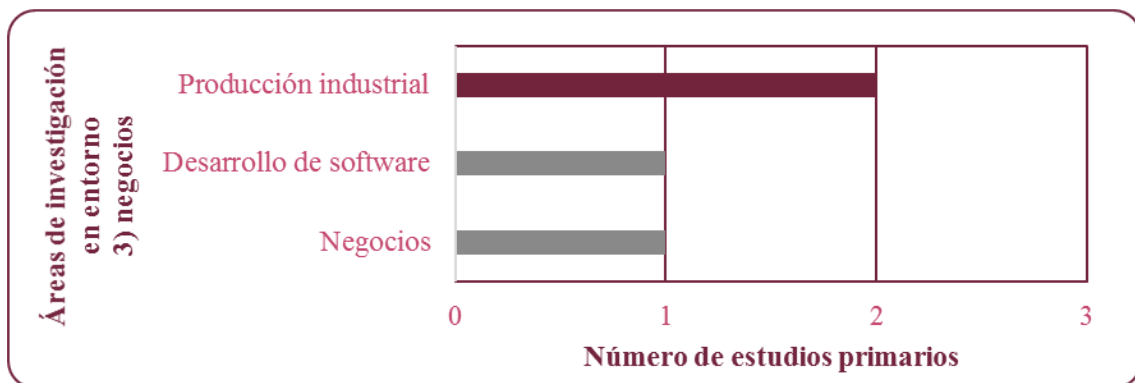


Figura 15. Distribución de investigaciones en industria

Respondiendo a la Pregunta de Investigación 2, se encontró que los tres entornos: 1) *académico*, 2) *educación* y 3) *negocios*; han aplicado los elementos de gamificación. Desde una perspectiva similar a la respuesta a la pregunta de investigación 1, los elementos sólo han sido enfocados en apoyar el cumplimiento de las tareas, por lo que la creación de un equipo de trabajo aun no es abordada en los entornos identificados en este estudio.

Sin embargo, con base a (Jurado et al., 2015), contemplado dentro del entorno industrial, se puede responder indirectamente a la pregunta de investigación 2, porque lograron identificar a los integrantes de un equipo con ciertas capacidades deseadas para mejorar la comunicación de su conocimiento. También, de acuerdo con (J. Chen et al., 2011) hacen mención a la creación de equipos de estudiantes, donde aplican un método combinado entre: 1) dejar que los estudiantes formen sus propios equipos, 2) crear equipo en base a su desempeño académico previo y 3) crear equipos de manera aleatoria.

3.1.3.3. Pregunta de investigación 3: ¿Cuáles elementos de gamificación han sido aplicados para mejorar el trabajo en equipo?

Como respuesta a la pregunta de investigación 3, se consideran los elementos: Los cuales han sido descritos en la Figura 11.

- | | | |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1. <i>Tabla de posiciones</i> | 5. <i>Barras de progreso</i> | 9. <i>Logros</i> |
| 2. <i>Sistemas de puntos</i> | 6. <i>Recompensas</i> | 10. <i>Retroalimentación</i> |
| 3. <i>Insignias</i> | 7. <i>Puntaje</i> | 11. <i>Desbloqueo de contenido</i> |
| 4. <i>Niveles</i> | 8. <i>Retos</i> | |

Debido a que han sido aplicados para mejorar el rendimiento de los equipos de trabajo, aunque en algunos casos sólo lo han logrado mejoras mínimas, demuestran gran potencial para incrementar el rendimiento de los equipos.

3.1.3.4. Pregunta de investigación 4: ¿Cuáles han sido las principales implementaciones o herramientas para aplicar los elementos de gamificación?

Respondiendo a la pregunta de investigación 4, se muestra en la Figura 16 las principales herramientas de implementación y de apoyo que han sido utilizadas en los estudios primarios con la finalidad de aplicar los elementos de gamificación.

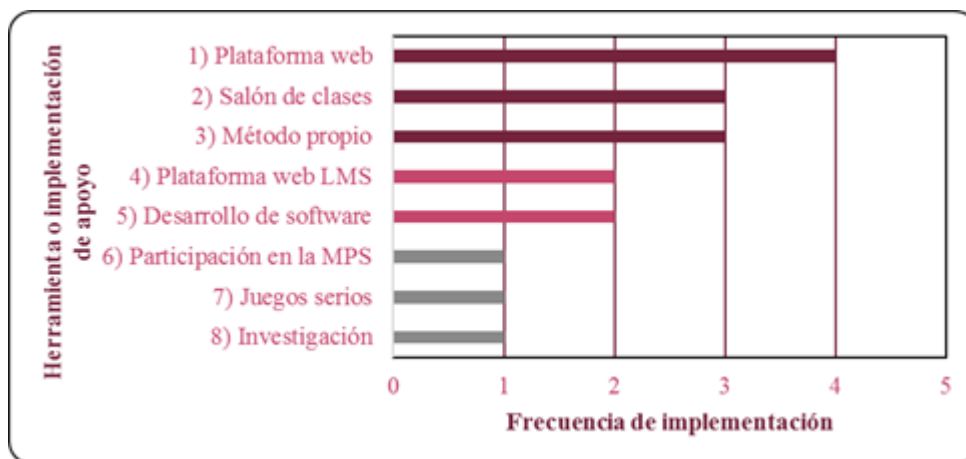


Figura 16. Herramientas de implementación y apoyo

A continuación, se describe cómo se realizó la definición de las siete categorías:

- **Plataforma Web (HI1)** – estudios que implementan los elementos de gamificación mediante el apoyo de una plataforma web, ya sea una existente o creada por los autores.
- **Salón de Clases (HI2)** – estudios donde los elementos han sido aplicados, principalmente, en el área de la educación de la ingeniería de software.
- **Método propio (HI3)** – estudios donde el o los autores describen sus propuestas en base a un nuevo método de aplicación.
- **Plataforma Web LMS (HI4)** – estudios que usan un LMS para aplicar los elementos, principalmente estos estudios se enfocan en áreas de la educación.
- **Desarrollo de Software (HI5)** – estudios donde se aplican los elementos en las tareas de desarrollo
- **Juegos serios (HI6)** – estudios donde se apoyan de un juego serio para aplicar los elementos
- **Investigación (HI7)** – estudios donde se ha propuesto de forma teórica el uso de los elementos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se realizó la distribución de los estudios en las categorías correspondientes:

- El uso de una **plataforma web** utilizada en cuatro estudios (Dorling & McCaffery, 2012; E. Hernández et al., 2010; Jurado et al., 2015; Knutas, Ikonen, Nikula, et al., 2014; Stanculescu et al., 2016).
- **Método propio** y **Salón de clases** en tres estudios (Knutas, Ikonen, Nikula, et al., 2014; Korn et al., 2015a, 2015b).
- **Desarrollo de Software** en (Akpolat & Slany, 2014; Unkelos-Shpigel & Hadar, 2015).
- Una **plataforma web** tipo **Learning Manage System** (LMS) en dos estudios (Latulipe et al., 2015; O'Donovan et al., 2013).
- **Investigación** en un estudio (Bartel et al., 2015).
- **Juego serio** en un estudio (Guenaga et al., 2014).

Como se observa, la categoría *plataforma web* ha sido una de las opciones más frecuentes en los estudios para aplicar lo elementos de gamificación. Así mismo, se identifica que en la categoría *salón de clases* también han sido utilizados los elementos, donde el área de la educación tiene un amplio margen de uso. Por otro lado, la categoría de *método propio* ha sido la opción en tres estudios, lo que muestra que se puede crear un nuevo método y no depender de herramientas ya existentes para aplicar los elementos de gamificación.

Dentro de la categoría *plataforma web*, el estudio (E. Hernández et al., 2010), presenta los elementos de gamificación para la mejora de procesos de software en las organizaciones, por parte de los equipos de trabajo. Durante su experimento apreciaron que los participantes fueron motivados para participar en la mejora de los procesos de software e incluso mejoraron su rendimiento en las actividades asignadas. Sin embargo, entre los resultados más importantes notaron la ausencia de relajación o diversión mientras los participantes interactuaban con la plataforma.

En la categoría *Desarrollo de Software*, el estudio (Korn et al., 2015b), presenta cómo la gamificación fue vista como una herramienta viable, porque permitió animar a los estudiantes a participar en los cursos de programación. Sin embargo, un descubrimiento importante en este estudio es la interpretación de la gamificación, nuevamente, como un arma de doble filo, ya que, si la gamificación pierde los aspectos positivos de sus objetivos, claramente impactará de forma negativa en la motivación de los estudiantes. Por lo tanto, se debe tener cuidado en la forma en la cual se aplican las técnicas de gamificación, para que los resultados afecten negativamente.

3.1.3.5. Pregunta de investigación 5 ¿Cuáles son los objetivos a cumplir con el apoyo de los elementos de gamificación?

Dentro de esta sección se han clasificado los estudios de acuerdo al objetivo a cumplir que persiguen, la Figura 17 muestra el resumen de los objetivos abordados en los estudios.

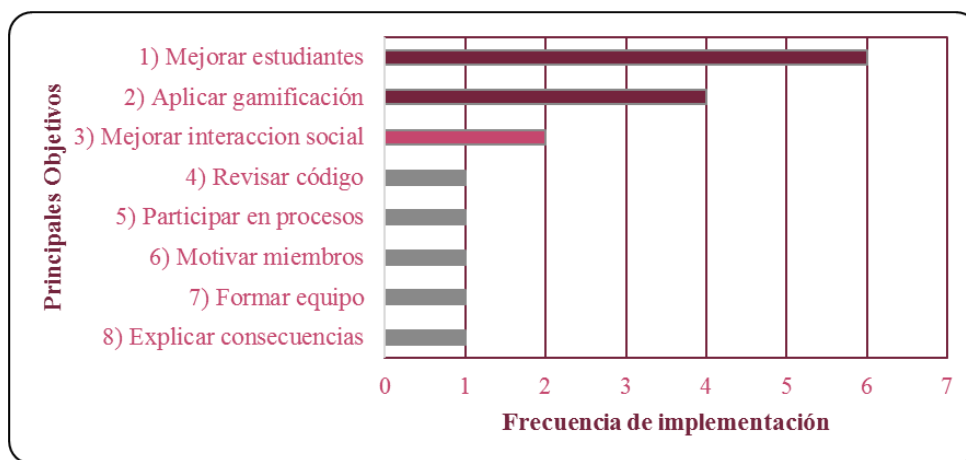


Figura 17. Distribución de objetivos a cumplir

Se han identificado ocho categorías para los principales objetivos:

- **Mejorar las habilidades o conocimiento de los estudiantes (OC1)** - se abordó en seis estudios, (Buisman & van Eekelen, 2014; Dubois & Tamburrelli, 2013; Iosup & Epema, 2014; Knutas, Ikonen, Maggiorini, et al., 2014; Knutas, Ikonen, Nikula, et al., 2014; O'Donovan et al., 2013).

- **Aplicar gamificación (OC2)** - se ha llevado a cabo como objetivo en cuatro estudios (Akpolat & Slany, 2014; Bartel et al., 2015; Korn et al., 2015a, 2015b).
- **Mejorar la interacción social (OC3)** - se ha mencionado en dos estudios (Jurado et al., 2015; Stanculescu et al., 2016).
- **Revisar código (OC4)** en (Unkelos-Shpigel & Hadar, 2015).
- **Participar en la mejora de procesos de software (OC5)** en (Dorling & McCaffery, 2012).
- **Motivar a los integrantes del equipo (OC6)** en (E. Hernández et al., 2010).
- **Formar equipos de trabajo (OC7)** en (Latulipe et al., 2015).
- **Explicar consecuencias en la toma de decisiones (OC8)** en (Guenaga et al., 2014)

Respondiendo a la pregunta de investigación 5, los resultados indican que el principal objetivo a cumplir en los estudios ha sido la categoría *mejorar las habilidades o conocimientos de los estudiantes*, debido a que la mayor parte de los estudios está enfocada en el área de la *educación*.

Uno de los trabajos importantes para el análisis dentro de esta categoría fue (Latulipe et al., 2015), debido a que uno de sus objetivos establecidos era la formación de un equipo. Sin embargo, aunque obtuvieron los mismos resultados con y sin la aplicación de los elementos de gamificación, pero, mediante el uso de los elementos de gamificación los estudiantes crearon más amigos durante el curso, cumpliendo uno de los propuestos en su estudio.

Por otro lado, el estudio (Jurado et al., 2015) es de relevancia para esta investigación, porque uno de sus objetivos se enfoca en mejorar la interacción social de los integrantes del equipo para compartir su conocimiento. Sus conclusiones presentan buenos resultados de la aplicación de los elementos de gamificación, debido a que no sólo se mejoró compartir el conocimiento, sino además se fortalecieron tres aspectos claves para el trabajo en equipo, que son: 1) la participación, 2) la colaboración y 3) la contribución.

La Figura 18 muestra cuales han sido los Resultados Obtenidos a partir del uso de los elementos de gamificación en las diferentes áreas de los estudios.

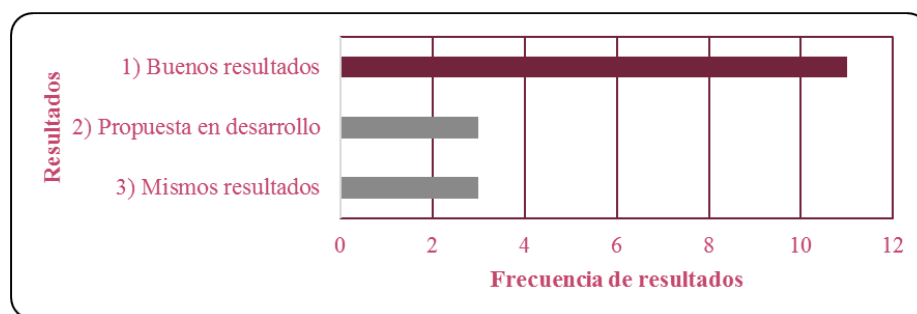


Figura 18. Distribución de resultados en los estudios

Los resultados obtenidos se han clasificado en tres categorías: 1) Buenos resultados, 2) Propuesta aún en desarrollo y 3) Mismos resultados.

- **Buenos resultados** (Akpolat & Slany, 2014; Buisman & van Eekelen, 2014; Dorling & McCaffery, 2012; Dubois & Tamburrelli, 2013; E. Hernández et al., 2010; Iosup & Epema, 2014; Jurado et al., 2015; Knutas, Ikonen, Nikula, et al., 2014; Korn et al., 2015a, 2015b; Stanculescu et al., 2016) – dentro de la aplicación de los elementos con resultados positivos se han encontrado once estudios, que en su mayoría forman parte del área académica de la ingeniería de software.
- **Propuesta aún en desarrollo** (Bartel et al., 2015; Guenaga et al., 2014; Unkelos-Shpigel & Hadar, 2015) – se encontraron tres estudios.
- **Mismos resultados** (Knutas, Ikonen, Maggiorini, et al., 2014; Latulipe et al., 2015; O’Donovan et al., 2013) – se identificaron tres estudios, demostrando que sus resultados han sido los mismos con o sin la aplicación de los elementos de gamificación.

Dentro de los descubrimientos en los estudios a tomar en cuenta para la aplicación de gamificación encontramos los siguientes: 1) (O’Donovan et al., 2013) no obtuvieron un cambio significativo con respecto al uso de los elementos en su propuesta, sin embargo, se fomentó el trabajo en equipo para realizar las actividades y 2) (Guenaga et al., 2014), aún no han probado sus propuesta en un ambiente real, por otro lado establecen todos los fundamentos teóricos para la aplicación de los elementos de gamificación y de esta forma se pueda mejorar la comunicación entre los integrantes de un equipo.

3.1.3.6. Análisis comparativo de los estudios primarios

En esta sección se muestra el resultado de la comparación en los estudios primarios identificados, para esto se han separado los estudios por su contexto de aplicación. En la Tabla 6 se reúnen los estudios del contexto de la *educación*, los elementos de gamificación: 1) *tabla de posiciones*, 2) *insignias* y 3) *sistemas de puntos*; son los que han sido identificados como principales, debido a su frecuencia de aplicación en los estudios de este contexto. Por otra parte, se identifica que los elementos de: 1) *logros* y 2) *retroalimentación* no fueron empleados en estos estudios.

De acuerdo a la implementación o herramienta, existen múltiples opciones, pero se ha identificado la implementación en el *salón de clases* con tres estudios, seguido de una *plataforma web LMS* con dos estudios, las demás implementaciones y herramientas varían de acuerdo al estudio, pero solo son empleadas una vez por estudio. Dentro de los puntos clave a tomar en cuenta en el contexto de la educación tenemos las siguientes aportaciones:

- Los equipos ligeros son diseñados para aprovechar los beneficios asociados con el aprendizaje basado en equipo (Latulipe et al., 2015).

- Se requiere de una inversión monetaria y de tiempo para ser exitosa (O'Donovan et al., 2013).
- El incremento de la competición está relacionado con la satisfacción del estudiante, esta satisfacción se puede lograr con técnicas de gamificación (Iosup & Epema, 2014).
- Los elementos de gamificación también deben considerar: relaciones (interacciones) entre participantes, competencia (cómo resolver un problema) y autonomía (tener control sobre las actividades) (Knutas, Ikonen, Nikula, et al., 2014).

Tabla 6. Distribución del uso de elementos de gamificación en la educación

EDUCACIÓN												
Referencia	EG1	EG2	EG3	EG4	EG5	EG6	EG7	EG8	EG11	HI*	OC*	RO*
(Latulipe et al., 2015)	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	HI4	OC7	R3
(Akpolat & Slany, 2014)	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	HI5	OC2	R1
(Iosup & Epema, 2014)	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	✓	HI2	OC1	R1
(Knutas, Ikonen, Nikula, et al., 2014)	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	HI1	OC1	R1
(Bartel et al., 2015)	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	-	HI8	OC2	R2
(Dubois & Tamburrelli, 2013)	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	HI2	OC1	R1
(O'Donovan et al., 2013)	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-	HI4	OC1	R3
(Buisman & van Eekelen, 2014)	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	HI2	OC1	R1
(Knutas, Ikonen, Maggiorini, et al., 2014)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HI3	OC1	R1
Σ=	5	4	5	2	1	1	2	1	1	HI2	OC1	R1

Dónde: EG1=tabla de posiciones, EG2=sistemas de puntos, EG3=insignias, EG4=niveles, EG5=barras de progreso, EG6=recompensas, EG7=puntaje, EG8=retos, EG9=logros, EG10=retroalimentación, EG11=desbloqueo de contenido, HI*= Herramienta de implementación y apoyo, OC* = Objetivo a cumplir, RO* = Resultados obtenidos.

En el contexto de negocios se presenta la Tabla 7, donde indica que el uso de los elementos: 1) tabla de posiciones, es empleado en los cinco estudios; y 2) sistema de puntos, es utilizado en tres estudios, por otra parte, se observa que los elementos: 1) recompensas, 2) logros y 3) desbloqueo de contenido; no han sido manejados en este contexto.

Tabla 7. Distribución del uso de elementos de gamificación en negocios

NEGOCIOS											
Referencia	EG1	EG2	EG3	EG4	EG5	EG7	EG8	EG10	HI*	OC*	RO*
(Jurado et al., 2015)	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	IH1	OC3	R1
(Korn et al., 2015b)	✓	-	-	-	✓	-	-	-	IH3	OC2	R1
(Stanculescu et al., 2016)	✓	✓	✓	-	-	-	-	✓	IH1	OC3	R1
(Korn et al., 2015a)	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	IH3	OC2	R1
(Guenaga et al., 2014)	✓	✓	-	✓	-	-	✓	-	IH7	OC8	R2
Σ=	5	3	2	1	2	1	1	1	IH1, IH3	OC2, OC3	R1
Dónde: EG1=tabla de posiciones, EG2=sistemas de puntos, EG3=insignias, EG4=niveles, EG5=barras de progreso, EG6=recompensas, EG7=puntaje, EG8=retos, EG9=logros, EG10=retroalimentación, EG11=desbloqueo de contenido, HI*= Herramienta de implementación y apoyo, OC* = Objetivo a cumplir, RO* = Resultados obtenidos.											

Con respecto a las implementaciones o herramientas, el uso de una plataforma web y el desarrollo de un método propio han sido las herramientas más habituales, sin embargo, también se tiene la propuesta de un juego serio para desarrollar y evaluar equipo.

Entre los factores claves a tener en cuenta desde el punto de vista del contexto de los negocios, se identificaron los siguientes:

- Tener cuidado con la productividad, porque si aumenta la productividad por parte de los puede aumentar la tasa de errores (Korn et al., 2015b), (Korn et al., 2015a).
- La combinación de la tabla de posiciones y las insignias pueden originar un gran efecto para incentivar la participación de los trabajadores (Stanculescu et al., 2016).
- Establecer comunicación entre los jugadores (Guenaga et al., 2014).

Por último, en el contexto del desarrollo se han clasificado tres estudios en la Tabla 8, de los cuales todos utilizan el sistema de puntos, dos de los tres utilizan: 1) *tabla de posiciones*, 2)

insignias, 3) niveles y 4) recompensas, por otro lado, se identifica la ausencia de: 1) puntajes, 2) retroalimentación y 3) desbloqueo de contenido.

Continuando con los objetivos que persiguen los estudios, los tres estudios son diferentes, y asociado a esto las implementaciones y herramientas también son diferentes en los tres. Se han considerado los siguientes factores a tener en cuenta desde el punto de vista del contexto de desarrollo: se puede incrementar la motivación de los participantes con el uso de recompensas, pero se debe tener cuidado con la relación “desempeño – diversión”, es decir si se logra el desempeño se puede perder el sentido de diversión en las actividades (E. Hernández et al., 2010); además se debe considerar la gestión de la motivación del personal, porque en ocasiones falla al ser entregada a los trabajadores.

Tabla 8. Distribución del uso de elementos de gamificación en desarrollo

DESARROLLO										
Ref.	EG1	EG2	EG3	EG4	EG5	EG6	EG9	HI*	OC*	RO*
(E. Hernández et al., 2010)	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	IH1	OC6	R1
(Unkelos-Shpigel & Hadar, 2015)	-	✓	-	-	-	✓	-	IH6	OC5	R1
(Dorling & McCaffery, 2012)	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	IH5	OC4	R2
Σ=	2	3	2	2	1	2	1	-	-	R1

Dónde: EG1=tabla de posiciones, EG2=sistemas de puntos, EG3=insignias, EG4=niveles, EG5=barras de progreso, EG6=recompensas, EG7=puntaje, EG8=retos, EG9=logros, EG10=retroalimentación, EG11=desbloqueo de contenido, HI* = Herramienta de implementación y apoyo, OC* = Objetivo a cumplir, RO* = Resultados obtenidos.

3.1.3.7. Resultados adicionales de la revisión sistemática

A continuación, se presentan los resultados generales de la revisión sistemática categorizando los estudios por: ubicación geográfica y año de publicación. En la Figura 19 se detalla la distribución de estudios por su ubicación geográfica. Donde se pueden notar cuatro grupos principales por la cantidad de estudios encontrados:

- *Grupo A*, formado por: Alemania y Estados Unidos (EE. UU.), con cuatro publicaciones.
- *Grupo B*, formado por: Brasil, España y Países Bajos (NL) con tres publicaciones.
- *Grupo C*, formado por: China, Finlandia e Irlanda con dos publicaciones.
- *Grupo D*, formado por: Australia, Austria, Colombia, Israel, Sudáfrica, Taiwán, Turquía y Uruguay con una publicación.

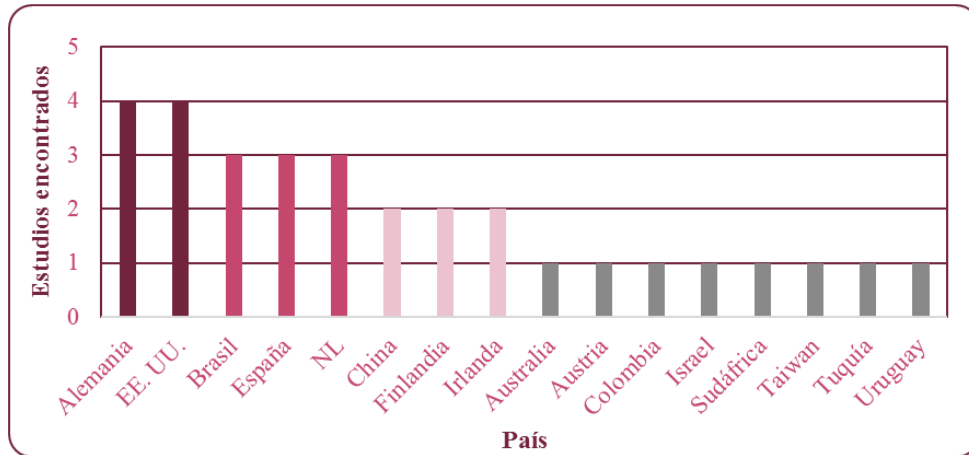


Figura 19. Distribución de estudios primarios por ubicación

En la Figura 20 se presenta la distribución de estudios primarios por año de publicación, se observa que desde los años 2010 – 2013 comenzó débilmente la investigación en temas de gamificación y de trabajo en equipo. Sin embargo, durante los años 2014 – 2015 los temas fueron investigados con más frecuencia, demostrando una oportunidad para explorar en diferentes áreas, en este caso para la ingeniería de software. Cabe mencionar que durante el año 2016 sólo se encontró un estudio, debido a la fecha en la cual se realizó la revisión sistemática de la literatura.

Dentro del área de la ingeniería de software los elementos de gamificación han sido aplicados en los equipos de trabajo en equipo, principalmente en el entorno educativo, donde se han implementado para: 1) equilibrar el conocimiento entre los integrantes, 2) mejorar su comunicación, 3) concluir actividades en tiempo y 4) resolver problemas relacionados con el desarrollo de software. Por otro lado, la gamificación apoya el desempeño personal de los estudiantes por medio de la motivación para: 1) retener información, 2) participar en clases y 3) adquirir nuevos conocimientos; debido a que disfrutaban el aprendizaje.

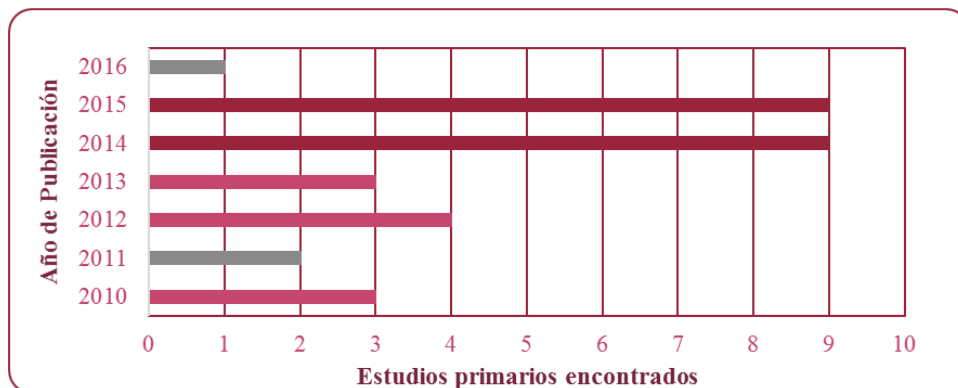


Figura 20. Distribución de estudios primarios por año de publicación

3.2. Trabajos relacionados

En esta sección se presentan los trabajos relacionados con este trabajo de investigación, los cuales han sido divididos en dos categorías:

1. **Trabajos relacionados obtenidos a partir de la revisión sistemática de la literatura:** los cuales fueron seleccionados en base a la relación entre el trabajo en equipo y los elementos de gamificación, en esta categoría se encontraron seis estudios relacionados.
2. **Trabajos relacionados identificados a partir de una revisión sistemática enfocada en el tema de “Actividades para la Construcción de Equipos”:** los estudios fueron elegidos si presentaban una relación entre el diseño, desarrollo y la implementación de actividades para formar equipos de trabajo, en esta categoría se encontraron ocho estudios relacionados.
 - Para llevar a cabo esta segunda revisión sistemática se utilizaron los términos: “Team Building Activities”, “Games in Team Building” y “Software Engineering” en las bases de datos de IEEE Xplore Digital Library, Springer Link, ACM Digital Library. Adicionalmente, se realizó una búsqueda con los mismos términos en Google Scholar para cubrir la mayor cantidad de estudios relacionados al tema.

A continuación, se describen los estudios en sus respectivas categorías.

3.2.1. Trabajos relacionados obtenidos a partir de la revisión sistemática

En el estudio: *A Serious Game To Develop And Assess Teamwork Competency* (Guenaga et al., 2014), los autores presentan un marco de trabajo para el desarrollo de un juego serio para evaluar las competencias del equipo. La problemática que abordan es demostrar a los estudiantes las consecuencias en la toma de decisiones cuando el trabajo es realizado en equipo. El objetivo del juego serio es mejorar la comunicación entre los integrantes del equipo y de esta manera ellos puedan evitar las consecuencias mientras realizan sus actividades, así mismo dentro del juego serio se utilizan elementos de gamificación para llevar a cabo el diseño del juego. Su propuesta presenta una base fundamental del desarrollo de la herramienta, sin embargo, aún no la aplicaron en un ambiente real para evaluar a los equipos.

En: *Gamiware: A Gamification Platform For Software Process Improvement* (E. Hernández et al., 2010), se presenta cómo por medio de una plataforma web se puede aplicar el concepto de gamificación en actividades de desarrollo de software, mejorando así la participación de los trabajadores en la mejora de procesos de software. La problemática en este estudio es la carencia de participación en la mejora de procesos de software por parte de los

trabajadores, por lo cual ellos desarrollaron una herramienta basada en una plataforma web para fomentar la participación, haciendo uso de los elementos de gamificación como: 1) tabla de posiciones, 2) sistema de puntos, 3) insignias y 4) niveles. El objetivo que persiguen en este estudio es medir el impacto de su herramienta en la motivación de los practicantes de desarrollo de software, aplicado a las actividades relacionadas con la mejora de procesos de software. Su propuesta presenta los resultados del estudio de caso de la aplicación de su herramienta, en la cual sus principales resultados muestran que los trabajadores mostraron un incremento en la participación para la mejora de procesos de software, esto lo pudieron comprobar gracias al uso de su herramienta.

En: *Structuring Flipped Classes With Lightweight Teams And Gamification* (Latulipe et al., 2015), aplican un enfoque de clases invertidas para ayudar el aprendizaje de los estudiantes dentro de las clases de ciencias computacionales. El problema al que se enfocan es la interacción social entre los estudiantes dentro del desarrollo de trabajos en equipo en las clases. El objetivo de este estudio es formar equipos ligeros para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, específicamente, en cursos de programación; de esta forma quieren aprovechar los beneficios del aprendizaje basado en equipo y eliminar el estrés asociado con los riesgos en el desarrollo de proyectos de software en los cursos. Sus resultados presentan cómo durante un curso de programación los estudiantes no presentaron cambios significativos con relación a sus calificaciones, sin embargo, uno de los objetivos que lograron con satisfacción fue que los estudiantes crearan más amigos durante el curso impartido.

En: *What Do We Know About High Performance Teams in Software Engineering? Results From A Systematic Literature Review* (Dutra et al., 2015), presentan los resultados de una revisión sistemática acerca de las características que influyen positivamente y negativamente en los diferentes procesos del trabajo en equipo, explican que es un trabajo preliminar para explicar y predecir el rendimiento de los equipos en la ingeniería de software. La problemática en este estudio es la dificultad para establecer recomendaciones prácticas específicas para mejorar el rendimiento de los equipos en la ingeniería de software, debido a que existen limitaciones en cuanto a la compatibilidad de conceptos y contextos. Como hallazgos en la revisión sistemática los autores identificaron factores como: 1) estilo de liderazgo, 2) compartir información, 3) confianza, 4) cohesión, 5) inteligencia emocional y 6) autonomía; como factores que pueden impactar de forma positiva en el rendimiento del equipo, por otro lado, el tamaño del equipo lo catalogaron como un factor que puede impactar de forma negativa el desempeño del equipo. Dentro de las habilidades individuales encontraron: 1) inteligencia, 2) capacidad de aprendizaje, 3) respeto mutuo, 4) personalidad y 5) la motivación; como factores a cuidar entre los miembros del equipo.

En: *Increasing Collaborative Communications In A Programming Course With Gamification: A Case Study* (Knutas, Ikonen, Nikula, et al., 2014), presentan la definición de un modelo de gamificación para mejorar la colaboración cuando los estudiantes trabajan en equipo, durante el desarrollo de actividades como: 1) la resolución de problemas y 2) tareas

complicadas; quieren hacer uso de los elementos de la gamificación para recompensar las actividades, mismas que estarán ligadas con los objetivos de aprendizaje. La problemática que abordan es la falta de colaboración cuando los estudiantes trabajan en equipos para realizar proyectos o tareas académicas. Como resultado de su experimento observaron que incremento la colaboración entre los estudiantes, además se redujo el tiempo de respuesta cuando los miembros del equipo se comunicaban por correo electrónico y en consecuencia el tiempo de respuesta se redujo. Concluyeron que la aplicación de características de gamificación puede alentar a los estudiantes para compartir su experiencia.

En: *Diseño Y Evaluación De Un Juego Serio Para La Formación De Estudiantes Universitarios En Habilidades De Trabajo En Equipo* (Poy-Castro, Mendaña-Cuervo, & González, 2015), realizaron el diseño y desarrollo de un juego serio para fomentar las habilidades de trabajo en equipo. El desarrollo de su propuesta se realizó en base a la actividad del control de tráfico aéreo, donde los participantes eran responsables de tres aviones y necesitaban comunicarse entre ellos para combinar una serie de vuelos con diferentes rutas, con el fin de no ocasionar colisiones entre los aviones. Los participantes tenían que comunicar el trayecto de todos sus aviones, porque la solución al problema involucraba la comunicación por parte de todos los participantes. Al final demostraron cómo el desarrollo de un juego serio motiva a los estudiantes a participar en actividades colaborativas y de esta manera se logra fomentar el trabajo en equipo gracias a la motivación que proporcionan las actividades en un juego serio.

3.2.1.1. Comparativa de propuestas identificadas en la revisión sistemática

Para analizar de forma directa los estudios se han organizado en la Tabla 9, con las principales características identificadas de: 1) propuesta, 2) contexto, 3) objetivo y 4) resultados.

Los resultados obtenidos a partir de la comparativa son muy variados. Sin embargo, el principal contexto donde se han originado propuestas es: 1) en la educación, 2) en el área de ciencias de la computación y 3) en el trabajo de equipo dentro de la ingeniería de software. Por otro lado, aunque los estudios son de contextos similares, están enfocados en cumplir diferentes objetivos.

Tabla 9. Comparación de estudios relacionados obtenidos de la revisión sistemática

Estudio	Propuesta	Contexto	Objetivo	Resultados
(Guenaga et al., 2014)	Juego Serio para evaluar competencias del equipo.	Negocios	Demostrar las consecuencias en la toma de decisiones para mejorar la	Evaluó el trabajo en equipo con un juego serio apoyado con los elementos de gamificación, por lo cual permitió conocer el

Estudio	Propuesta	Contexto	Objetivo	Resultados
			comunicación entre los miembros del equipo.	impacto de la gamificación en el equipo de trabajo.
(E. Hernández et al., 2010)	Plataforma web para incrementar la participación en la mejora de procesos de software con apoyo de gamificación.	Mejora de procesos de software	Incrementar la motivación de los miembros del equipo para participar en la mejora de procesos.	Orientó a los equipos de trabajo en el área de la mejora de procesos de software, aportando información en base al desempeño del equipo con respecto al uso de una plataforma web con apoyo de gamificación.
(Latulipe et al., 2015)	Método de clases invertidas (semi-presenciales) en el área de ciencias computacionales, con apoyo de gamificación.	Educación en el área de ciencias de la computación	Formar equipos ligeros para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en cursos de programación.	Dirigió el trabajo de equipo para aprovechar los beneficios del aprendizaje basado en equipo y eliminar el estrés asociado con los riesgos en el desarrollo de proyectos.
(Dutra et al., 2015)	Identificar las características que influyen en el desempeño de un equipo de trabajo.	Equipos en la ingeniería de software	Entender en qué condiciones trabajan los equipos de la ingeniería de software.	Aportó un panorama general acerca factores a tener en cuenta en un equipo en el área de la ingeniería de software, y de esta manera se pueda convertir en un equipo de alto desempeño.
(Knutas, Ikonen, Nikula, et al., 2014)	Organizar un modelo de gamificación sobre la colaboración de los estudiantes.	Educación en el área de ciencias de la computación	Mejorar la comunicación de los estudiantes por medio de un modelo de gamificación.	Analizó como los elementos de gamificación pueden incrementar la comunicación en los equipos académicos.
(Poy-Castro et al., 2015)	Crear un juego serio para fomentar las habilidades de trabajo en equipo en los estudiantes universitarios.	Estudiantes del grado de educación infantil	Poner a los estudiantes en una situación que originen la necesidad de un trabajo en equipo para resolver un problema.	Desarrolló un juego serio para motivar a los estudiantes en la participación de actividades colaborativas y de esta manera fomentar el trabajo en equipo por medio de la motivación.

3.2.1.2. Características cubiertas por los trabajos

A continuación, en la Tabla 10 se muestra una comparación de los trabajos relacionados en función de los principales temas abordados en el desarrollo de la revisión sistemática, los cuales son: 1) Aplicación de elementos de gamificación, 2) mejora del trabajo en equipo y 3) trabajo en equipos en la ingeniería de software.

Tabla 10. Características cubiertas por los trabajos obtenidos de la revisión sistemática

Estudio	Aplicación de Elementos de Gamificación	ATE	FET
(Guenaga et al., 2014)	● Si (Tabla de Posiciones, Sistema de Puntos, Niveles, Retos)	●	○
(E. Hernández et al., 2010)	● Si (Tabla de Posiciones, Sistema de Puntos, Insignias, Niveles, Barras de Progreso, Logros)	●	○
(Latulipe et al., 2015)	○ Si (Tabla de Posiciones, Insignias)	●	●
(Dutra et al., 2015)	○ No	●	○
(Knutas, Ikonen, Nikula, et al., 2014)	○ Si (Sistema de Puntos, Insignias)	●	○
(Poy-Castro et al., 2015)	○ No	●	●

Dónde: ATE = Análisis de Trabajo en Equipo, FET = Formación de Equipos de Trabajo.
 ● = Criterio abordado de forma completa al 100% ● = Criterio abordado de forma parcial al 50%
 ○ = Criterio abordado de forma eventual al 25% ○ = Criterio no abordado en el estudio 0%

3.2.2. Trabajos relacionados identificados con el tema “team building activities”

En: *A Multiplayer Online Game For Teaching Software Engineering Practices* (Xiao & Miller, 2014), los autores presentan el desarrollo de un juego en línea para enseñar conceptos que no son únicamente de materias de programación. El principal objetivo de los autores es hacer conciencia acerca del uso de buenas prácticas de desarrollo en la ingeniería de software. El juego consiste en resolver tres problemas relacionados con actividades de inspección de código. Los primeros resultados en la evaluación del prototipo de su herramienta permitieron descubrir que los estudiantes reutilizaban código de funciones creadas por otros de sus compañeros, debido al uso de buenas prácticas de desarrollo como lo es la documentación del código, de esta forma se acortó el tiempo en la programación de funciones. Uno de los aspectos a lograr es escalar el juego para más usuarios.

En: *Building A Virtual World For Team Work Improvement* (Lukosch, Nuland, Ruijven, Veen, & Verbraeck, 2014), los autores presentan el diseño de escenarios virtuales para incrementar las habilidades del trabajo en equipo. El principal objetivo del estudio es explorar cómo el uso de un juego serio apoya actividades, como, por ejemplo: 1) la comunicación, 2) la cooperación efectiva, 3) la toma de decisiones, 4) la interpretación y 5) el procesamiento de la

información; entre los miembros del equipo. El entorno virtual consiste en tres escenarios enfocados en temas de seguridad para evaluar el trabajo en equipo, tanto el primero como el tercer escenario evalúan las capacidades de un líder de equipo, el segundo escenario, por otro lado, evalúa la autodirección del equipo. Los resultados de su experimento muestran que los ambientes virtuales son capaces de mejorar las habilidades de trabajo en equipo, en especial las habilidades de comunicación entre los integrantes del equipo.

En: *Can A Team Coordination Game Help Student Software Project Teams* (Alsaedi, Touns, & Cook, 2016), los autores analizan como los juegos o simuladores pueden ayudar a los estudiantes y practicantes en la adopción de mejores prácticas en la ingeniería de software y en particular en metodologías de desarrollo ágil. Uno de los problemas que investigan los autores es la falta de habilidades para trabajar en equipo por parte de los estudiantes, porque muchos estudiantes no han trabajado en un equipo de forma regular. Su propuesta fue crear un juego llamado Team Coordination Game (TEC) el cual orienta a los jugadores a realizar actividades de coordinación, comunicación e intercambio de información para trabajar juntos efectivamente. Durante el juego se asigna un puntaje por las actividades realizadas y se otorga retroalimentación acerca del desempeño del equipo. Un aspecto importante que observaron en su experimento fue que las actividades de tiempo real causan que los jugadores se comuniquen efectivamente.

En: *Designing A Collaborative Serious Game For Team Building Using Minecraft* (Wendel, Gutjahr, & Battenberg, 2013), los autores diseñaron un juego serio para mejorar las soft skills, principalmente se enfocaron en habilidades de: 1) comunicación, 2) colaboración, 3) motivación y 4) trabajo en equipo. El juego consistió en resolver una serie de rompecabezas, cada uno un grado de dificultad más complejo que el anterior. Sus resultados muestran que los participantes realizaron las actividades de colaboración durante el juego, asociado a esto, comprobaron que los juegos digitales multijugador motivan la confianza entre los miembros del equipo, así como el comportamiento cooperativo.

En: *Effects Of Serious Games On Perceived Team Cohesiveness In A Multi-User Virtual Environment* (Bozanta, Kutlu, Nowlan, & Shirmohammadi, 2016), desde el punto de vista de los autores el uso de los juegos serios es considerado como una herramienta efectiva para mejorar: 1) la cohesión, 2) compromiso, 3) confianza, 4) comunicación y 5) colaboración; entre los miembros del equipo. El propósito de su estudio fue explorar el efecto de los juegos serios en la cohesión de un equipo en ambientes virtuales multiusuario, utilizaron la actividad para crear equipos “Zoom” [10] como concepto en su experimento. Al final identificaron que el diseño de los elementos en la interfaz gráfica impacta en: 1) la comunicación, 2) la colaboración y 3) el desempeño del equipo en entornos virtuales.

En: *Games For Virtual Team Building* (Ellis, Luther, Bessiere, & Kellogg, 2008), los autores crearon una serie de juegos para realizar actividades de construcción de equipos virtuales distribuidos. La comunicación es un aspecto importante dentro del equipo, sin

embargo, un gran indicador de comunicación no significa necesariamente que el equipo realizase una buena comunicación, por el contrario, puede indicar la ausencia de claridad en el intercambio de ideas. Crearon tres actividades: la primera fue resolver un rompecabezas haciendo uso de puntaje para dar a conocer al equipo su progreso, la segunda consistió en crear una torre a partir de unas piezas, la tercera actividad fue diseñar y construir un castillo. Concluyeron con su estudio que si la asignación de los roles de trabajo no se realiza de forma adecuada afectará de forma negativa tanto la coordinación del trabajo como el desempeño del equipo.

En: *Multiplayer 3D Game In Supporting Team-Building Activities In A Work Organization* (Häkkinen, Bluemink, Juntunen, & Laakkonen, 2012), los autores exploran como mejoran la comunicación en las actividades de construcción de equipos. Las organizaciones trabajan de forma dinámica, por lo cual, los equipos deben ser formados continuamente para el desarrollo de las actividades. Con el propósito de apoyar la integración de equipos crearon un juego llamado eSpace para resolver rompecabezas, utilizando un conjunto de niveles que permitían gradualmente la integración del equipo por medio de la mejora de las habilidades de comunicación. Los resultados preliminares del estudio muestran que el juego puede ser aplicado para construir y evaluar líderes de equipo y trabajo en equipo en las organizaciones, también puede ser utilizado en el departamento de recursos humanos para evaluar las contrataciones de personal nuevo.

En: *Virtual Team Networks: How Group Social Capital Affects Team Success In A Massively Multiplayer Online Game* (Benefield, Shen, & Leavitt, 2016), los autores crearon varios modelos para predecir la efectividad de un equipo. La definición de sus modelos incluía: 1) variables para controlar el equipo, 2) cierres intergrupales, 3) remuneraciones intergrupales y 4) liderazgo. El desempeño de un equipo depende de tres factores: 1) uso de estándares, para trabajar con mayor calidad en lugar de cantidad; 2) emplear normas sociales para apoyar la interdependencia entre los miembros del equipo y 3) crear experiencias de aprendizaje positivas.

3.2.2.1. Comparativa de las propuestas identificadas en el tema Team Building Activities.

El análisis se los estudios encontrados con el tema de actividades para la construcción de equipos se detallan en la Tabla 11, se describen de la misma forma que los estudios obtenidos a partir de la revisión sistemática de la literatura, comparando: propuestas, contexto, objetivos y resultados.

Tabla 11. Comparación de estudios en el tema “team building activities”

Estudio	Propuesta	Contexto	Objetivo	Resultados
(Xiao & Miller, 2014)	Juego en línea para enseñar conceptos no sólo de programación.	Educación en la Ingeniería de Software.	Hacer conciencia de buenas prácticas de desarrollo.	Los estudiantes utilizaron buenas prácticas de desarrollo y reutilizaron código de sus compañeros.
(Lukosch et al., 2014)	Escenarios virtuales para mejorar las habilidades de trabajo en equipo.	Aprendizaje en temas de seguridad.	Explorar como los entornos virtuales apoyan la comunicación, cooperación, toma de decisiones y el procesamiento de la información.	Los ambientes virtuales mejoran las habilidades para trabajar en equipo, en especial la comunicación entre los participantes.
(Alsaedi et al., 2016)	Juego Serio “Team Coordination Game”.	Estudiantes en la ingeniería de software.	Adopción de buenas prácticas en metodologías de desarrollo ágil.	Los juegos en tiempo real causan que los jugadores se comuniquen de forma efectiva.
(Wendel et al., 2013)	Juego serio para mejora las soft skills.	Mejorar el trabajo en equipo en la escuela y empresas.	Mejorar las habilidades de comunicación y colaboración.	Los juegos son un buen escenario para mejorar la confianza y el trabajo cooperativo.
(Bozanta et al., 2016)	Investigar el efecto de los juegos en los equipos.	Mejorar la cohesión de un equipo en escuelas y empresas.	Explorar el efecto de los juegos serios en la cohesión de un equipo.	Los elementos visuales influyen en la comunicación, colaboración y el desempeño del equipo.
(Ellis et al., 2008)	Juegos serios para construir equipos virtuales distribuidos.	Equipos de trabajo virtuales.	Mejorar la comunicación en los equipos para realizar una comunicación efectiva.	La asignación de roles impacta en la coordinación y el desempeño del equipo.
(Häkkinen et al., 2012)	Juego eSpace para resolver rompecabezas.	Equipos de trabajo en empresas.	Apoyar la integración de equipos.	El juego eSpace demostró ser útil para crear líderes de equipo.

Estudio	Propuesta	Contexto	Objetivo	Resultados
(Benefield et al., 2016)	Modelo para predecir la efectividad de un equipo.	Equipos de trabajo virtuales.	Medir el desempeño de un equipo y predecir su efectividad.	Identificó que un equipo puede ser más efectivo si optimiza sus niveles de independencia de equipo.

3.2.2.2. Características cubiertas por los trabajos

A continuación, la Tabla 12 muestra una comparación de los trabajos relacionados en función de los principales temas abordados en el desarrollo de la revisión sistemática, los cuales son: aplicación de elementos de gamificación, análisis del trabajo en equipo y formación de equipos de trabajo.

Tabla 12. Características cubiertas por los trabajos relacionados 2

Estudio	Aplicación de Elementos de Gamificación	ATE	FET
(Xiao & Miller, 2014)	● Si (Puntos, Niveles)	○	○
(Lukosch et al., 2014)	○ Si (Retroalimentación)	●	○
(Alsaedi et al., 2016)	○ No	●	●
(Wendel et al., 2013)	● Si (Puntos, Niveles)	●	●
(Bozanta et al., 2016)	○ No	●	○
(Ellis et al., 2008)	○ Si (Puntaje)	●	○
(Häkkinen et al., 2012)	○ No	●	○
(Benefield et al., 2016)	○ No	●	●

Dónde: ATE = Análisis de Trabajo en Equipo, FET = Formación de Equipos de Trabajo.
● = Criterio abordado de forma completa al 100%
● = Criterio abordado de forma parcial al 50%
○ = Criterio abordado de forma eventual al 25%
○ = Criterio no abordado en el estudio 0%

3.3. Selección de tecnología

En esta sección se describirá el uso de las tecnologías de desarrollo para llevar a cabo la construcción de la herramienta de software para la identificación de perfiles de trabajo. Para realizar la selección de la tecnología se realizó una comparativa de los principales motores gráficos. Dando como resultado la selección de Unity 3D para llevar a cabo el desarrollo de la herramienta.

3.3.1. Comparativa de motores juegos

¿Qué es un motor de juegos?, de forma general se puede definir como una herramienta de software que permite o apoya el desarrollo de videojuegos (Polančec & Mekterović, 2017). Por otro lado, (Ali & Usman, 2017) definen un motor de juegos como: el conjunto de módulos de software que están reunidos para formar la base del desarrollo de juegos para computadoras basados en ambientes virtuales.

En consecuencia, las principales características con las que debe cumplir el motor de juego son: 1) manipulación para propiedades físicas de los objetos (peso, dimensiones, colisiones), 2) renderizado, 3) sonido y 4) soporte para desarrollo en red.

Para realizar la comparativa de los motores de juegos se realizó una búsqueda de artículos enfocada en el tema de “Motores de Juego” (Game Engine, en inglés), esto se realizó para encontrar en la literatura las principales aportaciones en cuento a la comparativa de motores de juego existente.

Para llevar a cabo la búsqueda de estudios se utilizaron los términos: “Game Engine”, “Analysis”, y “Comparison” en las bases de datos de: IEEE Xplore Digital Library y Springer Link. En la biblioteca de IEEE Explorer Digital Library se aplicó la cadena de búsqueda “Game Engine Analysis”, con la cual se obtuvo un total de 84 resultados. Por otro lado, en la biblioteca de Springer Link se aplicó la cadena de búsqueda: “Game Engine” Analysis Comparison” y se aplicó el filtro de búsqueda para el campo de disciplina = “Computer Science”, como resultado se obtuvo un total de 587 resultados.

La selección de los principales estudios relacionados al tema de motores de juegos se realizó de la siguiente manera: 1) estudios donde el término “Game Engine” se encontrará en el título o fuera parte de las palabras clave, 2) estudios donde el título realizara un estudio de caso o 3) estudios que realizaran un análisis para un motor de juego.

El resumen de los estudios encontrados se muestra en la Tabla 13, la cual presenta un total de 13 estudios principales relacionados al tema de Motores de juego. Para la selección de la tecnología se realizaron los siguientes pasos:

1. Lectura de los 13 estudios para identificar sus principales aportaciones en la literatura.
2. Identificación de los motores de juego analizados en el estudio (columna “Motores de juego analizados” en Tabla 13).
3. Identificación del mejor motor de juego analizado en el estudio (columna “Motor de juego mejor calificado” en Tabla 13).
4. Selección del motor de juego para la propuesta de esta investigación.

Tabla 13. Análisis comparativo de estudios enfocados en motores de juego

Estudio	Motores de juego analizados	Motor de juego mejor calificado
(Pavkov, Franković, & Hoić-Božić, 2017)	Adventure Game Studio, Construct 2, e-Adventure, GameMaker: Studio, Phaser Editor.	GameMaker: Studio.
(Ali & Usman, 2017)	CE4, Id Tech5, Source, Unity 3D, Unreal Engine 3, Unreal Engine 4, Blender, Cocos2D, Delta3D, GMS, GS, Id Tech4, Quake 4, AFP, AT, Chrome, Construct 2, Dunia 2, Dx Studio, Ogre 3D, SIO2, Torque, Unigine, Frost Bite.	Unity 3D.
(Söbke & Streicher, 2016)	Unity, CryEngine, Game Maker, Source Engine, Unreal, Glass Box Engine	Ninguno
(Messaoudi, Simon, & Ksentini, 2016)	Unity 3D.	Unity 3D.
(Westhoven & Alexander, 2015)	CryEngine, Unity.	CryEngine, Unity.
(Vasudevamurt & Uskov, 2015)	Unity SIM, Torque, Unreal Engine, Ungine SIM, Neoaxis, CryEngine, Game Maker Studio, Adobe Flash Professional, Neoaxis Engine, GameSalad, Cocos2D, Quake, Construct 2, Shiva 3D, Delta 3D, Source Engine, FrostBite, SnowDrop, Dunia 2, Fox, Chrome Engine 6.	Desarrollo 3D: Unity, Unreal Engine. Desarrollo 2D: Adobe Flash Professional.
(Uskov & Sekar, 2014)	Unity Pro, GameSalad Creator, DX Studio, v-Play	Unity Pro, DX Studio.
(Abdullah, Rusli, & Ibrahim, 2014)	Unity 3D, ShiVa Engine, Irrlicht 3D Engine, Reality Factory, Panda 3D	Unity 3D.
(Kim, Kang, Shin, Kim, & Han, 2014)	SIMDiS, VR-Vanatage, OSG, Ogre3D, Delta3D, Vega, Unity 3D.	Unity 3D.
(Christel et al., 2012)	Unity 3D.	Unity 3D.
(Noh, Hong, & Park, 2006)	Quake, Unreal Engine, Jupiter.	Unreal Engine.
(Andreoli, Erra, & Dipartimento, 2005)	Half-Life2, Unreal Engine 3, Torque Engine.	Unreal Engine.
(Schweiger, Meusburger, Hlavacs, & Sprung, 2014)	Quintus, Crafty, Panda JS, EnchantJS, LimeJS, Jumru 5s.	Jumru 5s.

Como se observa a partir de la Tabla 13, el motor de juego mayor calificado para el desarrollo de video juegos ha sido Unity 3D y Unreal Engine.

(Abdullah et al., 2014) consideran a Unity 3D cómo uno de los mejores motores de juego, debido a la gran comunidad de desarrollo y soporte, además por contar con muchos tutoriales publicados en internet para comenzar a trabajar con este motor.

(Kim et al., 2014) han elegido a Unity 3D como motor de juego principal, debido a las múltiples funcionalidades que ofrece entre ellos las principales: 1) paquetes de plugins, 2) aplicación en el mercado de juegos, 3) compatibilidad con diversas plataformas de desarrollo, 4) bajos costos y 5) menor tiempo de desarrollo.

(Christel et al., 2012) han elegido también Unity 3D en su estudio debido al soporte para implementar el juego en múltiples plataformas, con el propósito de llegar a múltiples usuarios sin tener problemas de compatibilidad en su aplicación.

(Messaoudi et al., 2016) realizaron un estudio más a detalle donde explican: 1) cómo el uso de Unity3D es mejor para realizar construcciones de elementos gráficos tanto en sistemas Windows, Mac y Linux, y 2) el uso de OpenGL, OpenGL ES y WebGL en Unity permite compatibilidad con Android, IOS y conexión vía Web.

Por lo tanto, con el análisis realizado con los estudios identificados se llegó a la conclusión de utilizar el motor de juegos Unity 3D para el desarrollo de la herramienta. A continuación, en la siguiente sección se presentan algunas de las principales características de Unity 3D.

3.3.2. Unity 3D

Para la construcción de la herramienta se ha elegido el motor gráfico de desarrollo Unity 3D, debido a que es un entorno para programar videojuegos. Uno de los principales motivos para seleccionar este motor gráfico fue el gran apoyo en la comunidad de desarrollo y soporte, así como una curva de aprendizaje menor con respecto a otros motores gráficos (Ali & Usman, 2017).

Algunas de las principales características y funcionalidades de Unity 3D se mencionan a continuación (Ali & Usman, 2017; Messaoudi et al., 2016; Valdez Gómez & Peña, 2014; Westhoven & Alexander, 2015):

1. Utiliza como lenguaje de programación C#.
2. Permite emplear lenguajes de scripting como C#, JavaScript y Boo.
3. Soporta aplicaciones en tercera dimensión, por lo cual su uso ayudará la construcción del entorno virtual.
4. Cuenta con una licencia tipo “personal” para aquellos que inician a conocer el motor, para curiosos que les guste explorar o para estudiantes con fines académicos.
5. Una tienda virtual para obtener recursos de desarrollo (Asset Store).

6. Soporte con las principales plataformas de desarrollo: Linux, Mac OS y Windows.
7. Un motor de videojuegos, el cual permite:
 - Manipulación de los objetos construidos en el entorno.
 - Manipulación de luces y sombras.
 - Manipulación y simulación de propiedades físicas de los objetos.
 - Manipulación de animaciones con los objetos.
8. Adaptación con programas de modelado, iluminación y renderización de objetos como: Blender, 3ds, Max, Maya, entre otros.
9. Un Editor de terrones, el cual soporta mapeado de relieves, reflejos, sombras dinámicas.
10. Realizar el empaquetado de juegos para diferentes plataformas:
 - PC (Linux, Mac, Windows).
 - Plataformas Web.
 - Dispositivos móviles (Android, IOS).

3.4. Metodología de desarrollo

Para el desarrollo de la herramienta de software en esta investigación se tomó como base la plataforma creada por el L.I. Emmanuel Valdez Gómez, descrita en “Desarrollo de un prototipo de entorno virtual colaborativo 3D para el estudio de la interacción entre los usuarios” (Valdez Gómez & Peña, 2014), en su trabajo expone los principios utilizados durante el desarrollo de dicho prototipo. A continuación, en la Figura 21 presentan los cinco pasos que se siguieron para el desarrollo de la herramienta del entorno virtual.

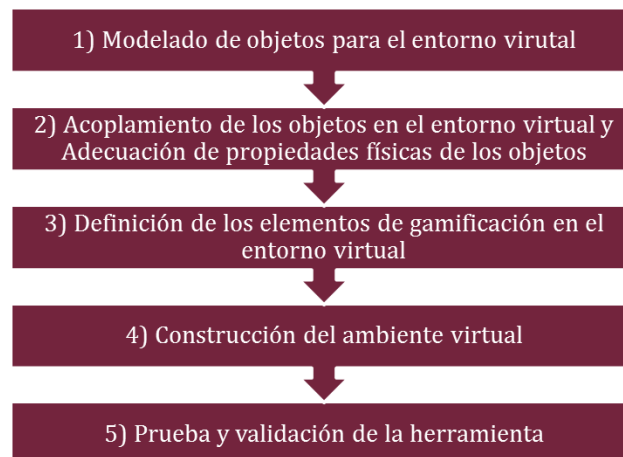


Figura 21. Pasos del método de desarrollo

Capítulo 4. Metodología para el desarrollo de la tesis

En este capítulo se presenta la metodología utilizada para llevar a cabo la tesis. A continuación, se presenta la secuencia de actividades realizadas para la tesis (Figura 22).

Como se puede observar se han especificado seis pasos los cuales son detallados con las tareas y actividades correspondientes en las siguientes secciones.

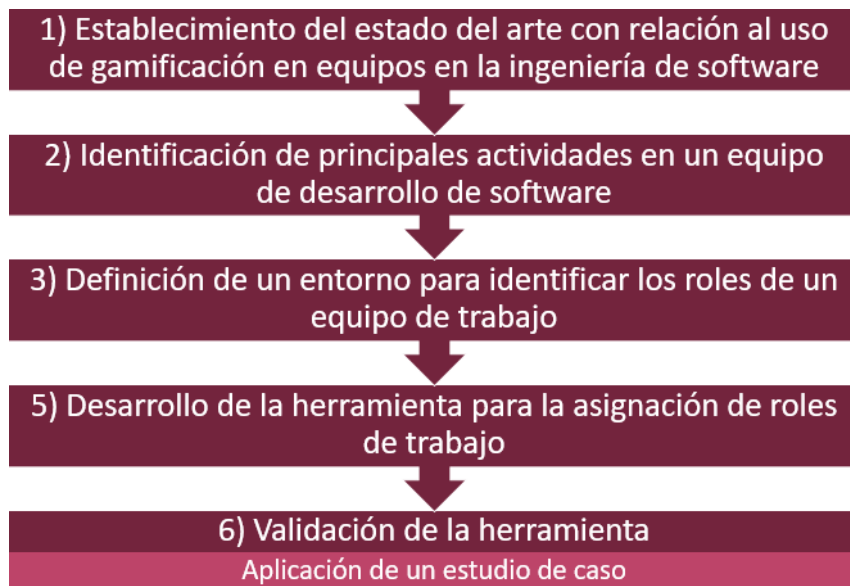


Figura 22. Metodología para el desarrollo de la tesis

4.1. Ejecución de la metodología para el desarrollo de tesis

A continuación, se detallan los seis pasos establecidos para el desarrollo de la tesis.

4.1.1. Establecimiento del estado del arte con relación al uso de gamificación en equipos en la ingeniería de software

El primer paso para el desarrollo de la tesis fue establecer el estado del arte, para determinar cuáles son los aspectos más relevantes en relación al tema de gamificación y la integración de equipos en la ingeniería de software. Para realizar esto se formularon cinco preguntas de investigación, enfocándose principalmente en: 1) uso de elementos de gamificación, 2) trabajo en equipo y 3) análisis del trabajo en equipo con el uso de elementos de gamificación. Para revisar cómo se estableció el estado del arte se puede consultar el Capítulo 2.

4.1.2. Identificación de principales actividades en un equipo de desarrollo de software

Se realizó un análisis de las actividades realizadas por los integrantes de un equipo de desarrollo de software en base a la metodología de TSPi, la cual fue elegida debido al nivel de detalle que ofrece en las actividades a realizar en el ciclo de desarrollo de software.

4.1.3. Definición de un entorno para identificar los roles de un equipo de trabajo

Se realizó una comparación de las actividades para crear un equipo, dentro de las cuales se eligió la creación de una Máquina de Rube Goldberg, cabe mencionar que la actividad no se basa en el concepto como tal, es decir, sólo tomamos la idea de construir una Máquina de Rube Goldberg a menor escala para apoyar la identificación de los roles de trabajo, debido a que los pasos para crear la Máquina de Rube Goldberg son similares a los pasos en el desarrollo de software.

4.1.4. Trazabilidad de actividades de un equipo de desarrollo de software en el entorno

Se realizó una vinculación con respecto a las actividades identificadas con el apoyo de TSP con las actividades a realizar en nuestra propuesta de crear una Máquina de Rube Goldberg, esto se realizó separando las actividades en fases orientadas a la Máquina.

4.1.5. Desarrollo de la herramienta para la asignación de roles de trabajo

Se realizó el diseño y desarrollo de la máquina de Rube Goldberg por medio de un entorno virtual utilizando la tecnología de Unity 3D.

4.1.6. Validación de la herramienta

Se realizó el desarrollo de un estudio de caso para probar el funcionamiento de la herramienta y para realizar la evaluación de los perfiles de trabajo.

Capítulo 5. Herramienta para la asignación de roles en equipos de desarrollo “La Máquina de Rube Goldberg”

En este capítulo se presenta la propuesta para el desarrollo de la herramienta que permita formar un equipo de desarrollo de software en base a los conocimientos, habilidades y estilos interactivos adecuados para cada integrante del equipo, mediante la construcción de una máquina de Rube Goldberg en un entorno virtual.

Para el desarrollo de la herramienta se realizaron los siguientes pasos:

1. Identificación de actividades en un equipo de desarrollo de software.
 - Al emplear las actividades realizadas en TSP, se realizó un análisis entre las actividades descritas en las fases y las actividades descritas en los scripts de los cinco roles comprendidos.
2. Búsqueda de actividades realizadas en un equipo de desarrollo de software
3. Búsqueda de actividades para formar equipos de trabajo: la búsqueda fue realizada en recursos académicos electrónicos y en recursos en línea.
4. Clasificación de actividades: la clasificación de actividades fue realizada por objetivo a cumplir, cantidad de participantes necesarios y el tiempo requerido para jugar.
5. Búsqueda de las actividades candidatas: las actividades candidatas se seleccionaron con base a los siguientes criterios:
 - Objetivo fácil de entender.
 - Cinco a doce participantes.
 - Tiempo para jugar no mayor a 60 minutos.
6. Selección de actividad: La Máquina de Rube Goldberg.

7. Trazabilidad entre actividades de TSPi y actividad seleccionada: vinculación de actividades en las fases de estrategia, planificación, diseño, implementación y pruebas.
8. Construcción de la herramienta mediante la aplicación de la trazabilidad de actividades realizada en el paso 7.

5.1. Actividades de desarrollo de software en equipos en TSPi

A continuación, se describe como se realizó el análisis para la identificación de las principales actividades por parte de cada uno de los roles definidos en la metodología de TSPi (Figura 23) dentro del desarrollo de software.

1. **Identificación de actividades establecidas en el script de TSPi para cada rol:** El primer paso fue establecer la base de las actividades establecidas por TSPi, identificando las actividades realizadas por cada rol en cada una de las fases del ciclo de desarrollo de Team Software Process. La identificación de las actividades originó un primer acercamiento del conocimiento y habilidades que debe tener el rol de acuerdo a las actividades que realiza.
2. **Identificación de actividades establecidas en el script del rol:** El segundo paso consistió en identificar las actividades por parte de cada rol requeridas en cada fase de desarrollo.
3. **Análisis comparativo de las actividades realizadas por el rol:** En el tercer paso se realizó la unión de las actividades realizadas, tanto en la fase vs rol como en el Rol vs fase, de esta forma se identificaron todas las actividades que deberían ser realizadas por el rol.
4. **Selección de las actividades realizadas por el rol:** Para el cuarto y último paso, se tomó como referencia las actividades identificadas en el paso tres y posteriormente se realizó un ajuste para eliminar las actividades similares o duplicadas en cada uno de los roles. Al final del proceso de ajuste se obtuvieron las principales actividades realizadas por los roles en cada una de las fases de Team Software Process.

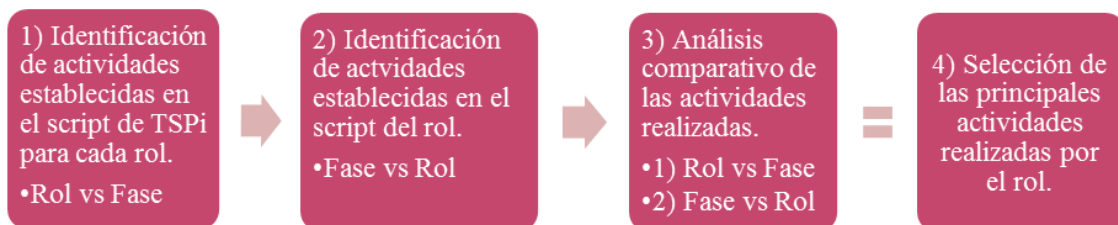


Figura 23. Proceso de selección de principales actividades

5.1.1.1. Identificación de actividades por rol

En esta sección se detallan las actividades identificadas con el apoyo de los scripts de cada uno de los roles de trabajo definidos en TSPi (Humphrey, 2006), se presentan de acuerdo a cada uno de los roles de trabajo identificados con la trazabilidad hacia las ocho fases de desarrollo. De acuerdo al flujo de trabajo presentado en la Figura 23, esta actividad corresponde al paso 1.

A continuación, en la Tabla 14 se presentan las actividades descritas en TSPi correspondientes al script de rol “*Líder del Equipo*”, separando las actividades en cada una de las fases del ciclo de desarrollo de software en TSPi. Los roles de responsable de: Desarrollo, Planificación, Calidad/Proceso y Soporte; pueden ser consultadas en el Anexo A.

Tabla 14. Actividades del script TSPi para el líder del equipo

Fase	Actividades descritas en el script para el Rol “Líder de Equipo”
L	1- Mantener la primera reunión del equipo.
	2- Obtener un acuerdo de los datos para ser proporcionados cada semana.
	3- Revisar los datos semanales y reportes requeridos.
E	1- Participar en la creación del plan de desarrollo.
	2- Participar en la creación del plan de calidad.
	3- Participar en el análisis y aclaración de los requisitos.
P	1- Participar en la creación del plan de desarrollo.
	2- Participar en la creación del plan de calidad.
R	1- Participar en el análisis y aclaración de los requisitos.
	2- Producir las partes asignadas del SRS.
	3- Participar en la producción del plan de pruebas del sistema.
	4- Participar en la inspección del SRS y del plan de pruebas de sistema.
D	1- Participar en el desarrollo del SDS.
	2- Participar en la producción del plan de pruebas de integración.
	3- Participar en la inspección del SDS y del plan de pruebas de integración.
I	1- Participar en la planificación de la implementación del trabajo.
	2- Producir y revisar los diseños detallados.
	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.
	4- Participar en la inspección del diseño detallado y de los planes de prueba de unidad.
	5- Producir materiales para las pruebas de unidad.
	6- Implementar y revisar programas.
	7- Compilar programas.
	8- Participar en la inspección de programas.
	9- Programar pruebas de unidad.
PR	1- Participar en las tareas de desarrollo de pruebas.

Fase	Actividades descritas en el script para el Rol “Líder de Equipo”
	2- Participar en la construcción del producto.
	3- Participar en la integración del producto.
	4- Participar en las pruebas de sistema del producto.
	5- Participar en la producción de documentación de usuario
	1- Dirigir al equipo en la planificación y producción de reportes del trabajo del último ciclo de desarrollo.
	2- Asignar reportes de trabajo a los miembros del equipo.
PO	3- Obtener compromisos completos para ese trabajo.
	4- Ensamblar el reporte completo.
	5- Dirigir al equipo en revisiones de desempeño y producir un reporte del último ciclo de desarrollo.
	6- Completar las revisiones por pares para el rol del líder de equipo y para todos los otros roles usando la forma PEER.

Donde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem.

A continuación, la Figura 24 presenta el resumen del conteo de actividades por cada rol de acuerdo a los scripts de fases, se puede observar como los roles con mayor cantidad de actividades son: 1) responsable de desarrollo con treinta y siete actividades, 2) líder de equipo con treinta y cinco, 3) responsable de planificación con treinta y cuatro, 4) responsable de calidad/proceso con treinta y tres, y finalmente 5) responsable de soporte con veinticinco actividades.

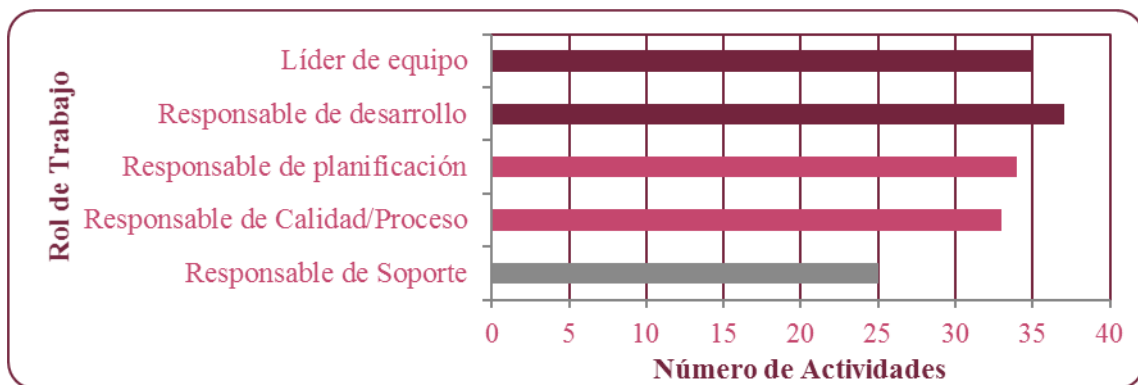


Figura 24. Conteo de actividades por rol en scripts de las fases del ciclo de desarrollo

5.1.1.2. Identificación de actividades por fase

En esta sección se detallan las actividades identificadas con el apoyo de los scripts de cada una de las fases en el ciclo de desarrollo definidas en TSPi (Humphrey, 2006), para identificar las actividades se han separado en base al rol que realiza las actividades en las ocho fases del ciclo

de desarrollo. De acuerdo al flujo de trabajo presentado en la Figura 23, esta actividad corresponde al paso 2.

A continuación, en la Tabla 15 se presentan las actividades descritas en las fases de TSPi correspondientes al rol de Líder del Equipo, separando las actividades en cada una de las fases del ciclo de desarrollo de software en TSPi. Los roles de responsable de: Desarrollo, Planificación, Calidad/Proceso y Soporte; pueden ser consultadas en el 0.

Tabla 15. Actividades del script de roles para el Líder de equipo

Fase	Actividad descrita en el script
L	4- Llevar a cabo la primera reunión del equipo.
	5- Discute los roles de los miembros del equipo.
	6- Obtener un acuerdo de los objetivos del equipo para los ciclos.
	7- Acordar un tiempo específico para proporcionar los datos semanales de los miembros del equipo.
E	N/A
P	N/A
R	5- Asignar las tareas entre los miembros del equipo y obtiene compromisos para completar esas tareas.
D	4- Asignar las tareas entre los miembros del equipo.
	5- Obtener compromisos para terminar las tareas.
I	10- Asigna las tareas entre los miembros del equipo.
	11- Obtener compromisos para terminar las tareas.
PR	6- Asignar el desarrollo de pruebas y tareas de pruebas entre los miembros del equipo.
PO	7- Dirigir al equipo en evaluaciones de eficiencia de los roles del equipo, acciones del instructor y facilidades de soporte.
	8- Dirige al equipo en el reporte del ciclo N.
	9- Asignar reporte de trabajo para los miembros del equipo.
	10- Obtener compromisos para completar las secciones del reporte.
	11- Ensamblar, revisar, y corregir el reporte completo.
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem, N/A = No Aplica	

A continuación, la Figura 25 presenta el resumen del conteo de actividades por cada rol de acuerdo a los scripts de roles, se observa como los roles con mayor cantidad de actividades son: 1) responsable de desarrollo con treinta y siete actividades, 2) líder de equipo y responsable de calidad/proceso con catorce actividades, seguidos por 3) responsable de planificación con once actividades y finalmente 5) responsable de soporte con cinco actividades.

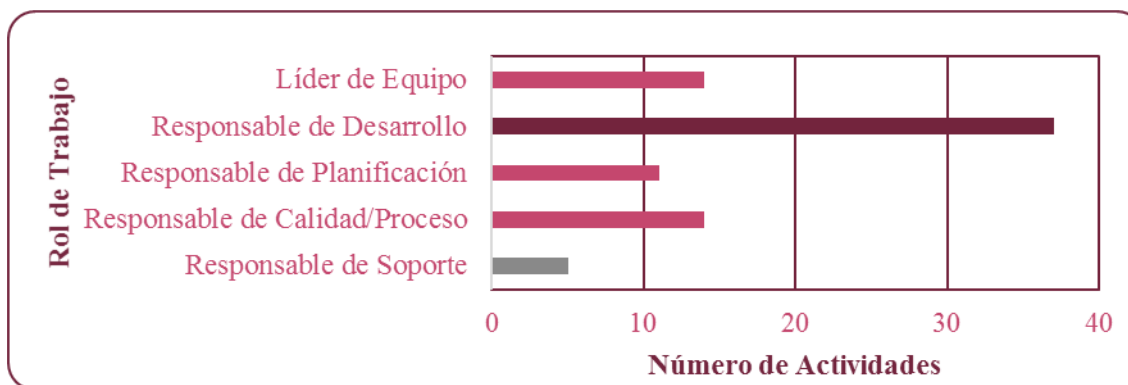


Figura 25. Conteo de actividades por rol en scripts de roles

5.1.1.3. Análisis comparativo de las actividades realizadas por rol en cada fase de desarrollo en TSP

En esta sección se detalla el análisis comparativo entre las actividades descritas en los scripts de cada uno de los roles de TSPi con cada uno de los scripts de las fases de TSPi, se presenta el conjunto de actividades totales, es decir las de scripts de rol y scripts de fase. El resultado principal es un conjunto de actividades que permitirán identificar a cada rol de forma única en el ciclo de desarrollo.

Para identificar las actividades principales se realizó un análisis con la participación de los doctores Nora Rangel y Carlos Torres, ambos investigadores en el Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento de la Universidad de Guadalajara, en este análisis se llegó a la conclusión de omitir las actividades descritas con el verbo *Participar*, debido a la intervención de los estilos interactivos en las actividades contempladas en TSPi.

Como se explicó en la sección (2.1.2. Estilos interactivos) estos evalúan de manera individual a las personas y las actividades donde intervienen múltiples participaciones causaban problemas para realizar la integración de los estilos interactivos.

De acuerdo al flujo de trabajo presentado en la Figura 23, esta actividad corresponde al paso 3, como resultado del análisis se logró obtener la columna *Actividades principales identificadas* correspondientes al paso 4 del flujo de trabajo.

A continuación, en la Tabla 16 se presenta el conjunto de actividades (script de rol + script de fase) descritas en TSPi correspondientes al rol de Líder del Equipo, separando las actividades en cada una de las fases del ciclo de desarrollo de software en TSPi. Las actividades repetidas en la columna de *Total de actividades* se combinaron en una sola actividad en la columna *Actividades principales identificadas*, agrupadas por el identificador de la actividad. El detalle de las actividades principales identificadas de los roles de: Responsable de: Desarrollo, Planificación, Calidad/Proceso y Soporte; pueden ser consultadas en el Anexo C.

Tabla 16. Actividades principales del rol líder de equipo

Fase	Resumen de actividades	Actividades principales identificadas
L	1- Mantener la primera reunión del equipo.	1,4- Mantener la primera reunión del equipo.
	2- Obtener un acuerdo en los datos para ser proporcionados cada semana.	2- Obtener un acuerdo en los datos para ser proporcionados cada semana.
	3- Revisar los datos semanales y reportes requeridos.	3- Revisar los datos semanales y reportes requeridos.
	4- Llevar a cabo la primera reunión del equipo.	5- Discute los roles de los miembros del equipo.
	5- Discute los roles de los miembros del equipo.	6- Obtener un acuerdo de los objetivos del equipo para los ciclos.
	6- Obtener un acuerdo de los objetivos del equipo para los ciclos.	7- Acordar un tiempo específico para proporcionar los datos semanales de los miembros del equipo.
	7- Acordar un tiempo específico para proporcionar los datos semanales de los miembros del equipo.	-
E	1- Participar en la creación del plan de desarrollo.	N/A
	2- Participar en la creación del plan de calidad.	N/A
	3- Participar en el análisis y aclaración de los requisitos.	N/A
P	1- Participar en la creación del plan de desarrollo.	N/A
	2- Participar en la creación del plan de calidad.	N/A
R	1- Participar en el análisis y aclaración de los requisitos.	N/A
	2- Producir las partes asignadas del SRS.	2- Producir las partes asignadas del SRS.
	3- Participar en la producción del plan de pruebas de sistema.	N/A
	4- Participar en la inspección del SRS y del plan de pruebas de sistema.	N/A
	5- Asignar las tareas entre los miembros del equipo y obtiene compromisos para completar esas tareas.	5- Asignar las tareas entre los miembros del equipo y obtiene compromisos para completar esas tareas.
D	1- Participar en el desarrollo del SDS.	N/A
	2- Participar en la producción del plan de pruebas de integración.	N/A

Fase	Resumen de actividades	Actividades principales identificadas
	3- Participar en la inspección del SDS y del plan de pruebas de integración.	N/A
	4- Asignar las tareas entre los miembros del equipo.	4- Asignar las tareas entre los miembros del equipo.
	5- Obtener compromisos para terminar las tareas.	5- Obtener compromisos para terminar las tareas.
I	1- Participar en la planificación de la implementación del trabajo.	N/A
	2- Producir y revisar los diseños detallados.	2- Producir y revisar los diseños detallados.
	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.
	4- Participar en la inspección del diseño detallado y de los planes de prueba de unidad.	N/A
	5- Producir materiales para las pruebas de unidad.	5- Producir materiales para las pruebas de unidad.
	6- Implementar y revisar programas.	6- Implementar y revisar programas.
	7- Compilar programas.	7- Compilar programas.
	8- Participar en la inspección de programas.	N/A
	9- Programar pruebas de unidad.	9- Programar pruebas de unidad.
	10- Asigna las tareas entre los miembros del equipo.	10- Asigna las tareas entre los miembros del equipo.
	11- Obtener compromisos para terminar las tareas.	11- Obtener compromisos para terminar las tareas.
PR	1- Participar en las tareas de desarrollo de pruebas.	N/A
	2- Participar en la construcción del producto.	N/A
	3- Participar en la integración del producto.	N/A
	4- Participar en las pruebas de sistema del producto.	N/A
	5- Participar en la producción de documentación de usuario.	N/A
	6- Asignar el desarrollo de pruebas y tareas de pruebas entre los miembros del equipo.	6- Asignar el desarrollo de pruebas y tareas de pruebas entre los miembros del equipo.
PO	1- Dirigir al equipo en la planificación y producción de reportes del trabajo del último ciclo de desarrollo.	1,7- Dirigir al equipo en la planificación y producción de reportes del trabajo del último ciclo de desarrollo.
	2- Asignar reportes de trabajo a los miembros del equipo.	2,9- Asignar reportes de trabajo a los miembros del equipo.

Fase	Resumen de actividades	Actividades principales identificadas
	3- Obtener compromisos completos para ese trabajo.	3,10- Obtener compromisos completos para ese trabajo.
	4- Ensamblar el reporte completo.	4,11- Ensamblar el reporte completo.
	5- Dirigir al equipo en revisiones de desempeño y producir un reporte del último ciclo de desarrollo.	5,8- Dirigir al equipo en revisiones de desempeño y producir un reporte del último ciclo de desarrollo.
	6- Completar las revisiones por pares para el rol del líder de equipo y para todos los otros roles usando la forma PEER.	6- Completar las revisiones por pares para el rol del líder de equipo y para todos los otros roles usando la forma PEER.
	7- Dirigir al equipo en evaluaciones de eficiencia de los roles del equipo, acciones del instructor y facilidades de soporte.	-
	8- Dirige al equipo en el reporte del ciclo N.	-
	9- Asignar reporte de trabajo para los miembros del equipo.	-
	10- Obtener compromisos para completar las secciones del reporte.	-
	11- Ensamblar, revisar, y corregir el reporte completo.	-
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem, N/A= No Aplica		

A continuación, la Tabla 17 presenta resumen de los principales roles de trabajo separados por el rol principal, identificado como el rol que más actividades realiza en la fase y el que tiene más actividades de dirección y control del trabajo. Por otro lado, el rol secundario definido como el rol con actividades de participación. Los roles secundarios pueden intervenir en el desarrollo de las fases, esto significa que, aunque estén categorizados por Rol principal y rol secundario, las tareas asignadas por cada rol son de igual importancia para el desarrollo de software.

Tabla 17. Resumen de total de actividades por rol en TSPi

Fase	Rol Principal	Total Act.	Rol Secundario	Total Act.
Lanzamiento	Líder del Equipo	6	Responsable de Planificación	3
Estrategia	Responsable de Desarrollo	10	Responsable de Soporte	3
			Responsable de Planificación	1
			Responsable de Calidad/Proceso	1
Planificación	Responsable de Planificación	8	Responsable de Calidad/Proceso	5

Fase	Rol Principal	Total Act.	Rol Secundario	Total Act.
Requisitos	Responsable de Desarrollo	10	Responsable de Calidad/Proceso	5
			Líder del Equipo	2
			Responsable de Soporte	1
Diseño	Responsable de Desarrollo	8	Responsable de Calidad/Proceso	3
			Líder del Equipo	2
			Responsable de Soporte	1
Implementación	Responsable de Desarrollo	7	Líder del Equipo	8
	Responsable de Calidad/Proceso	8	Responsable de Soporte	7
Pruebas	Responsable de Desarrollo	5	Líder del Equipo	1
Postmortem	Líder del Equipo	6	Responsable de Desarrollo	1
			Responsable de Planificación	1
			Responsable de Calidad Proceso	1
			Responsable de Soporte	1

La Figura 26 muestra el conteo de las actividades realizadas en todas las fases del ciclo de desarrollo en TSPi por los cinco roles (líder de equipo, desarrollo, planificación, calidad/proceso y soporte).

Con los resultados obtenidos acerca del conteo de las actividades principales en cada uno de los roles de trabajo, se puede observar como:

- El rol con más actividades a realizar es el responsable de desarrollo con cuarenta y una actividades, siendo las principales actividades a realizar en las fases de: requisitos, diseño e implementación.
- El segundo rol con más actividades identificadas es el líder del equipo realizando las actividades principales en las fases de lanzamiento y Postmortem.
- En tercer lugar, el rol de Calidad/Proceso participando en las fases de implementación, estrategia, planificación y requisitos.
- El cuarto rol es el responsable de planificación, quien realiza su participación en la fase de planificación.
- Por último y no menos importante, se encuentra el responsable de soporte, participando a lo largo de las fases.

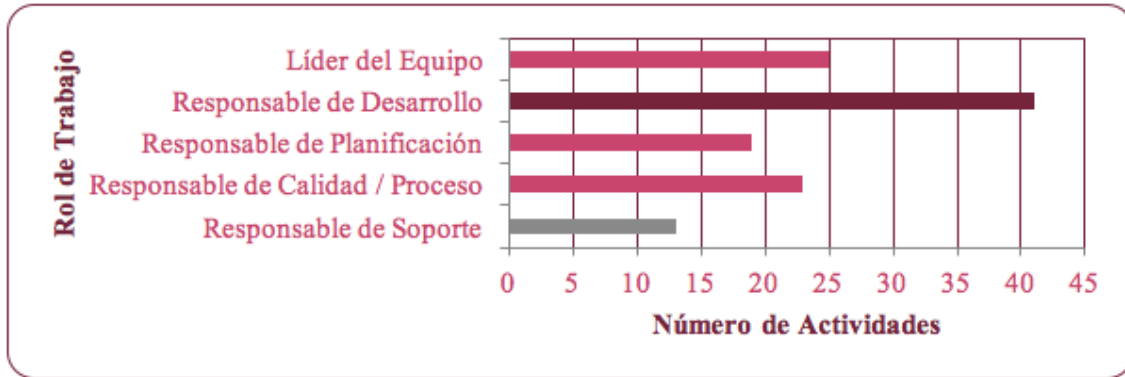


Figura 26. Resumen de actividades realizadas por los roles en TSP

5.1.1.4. Trazabilidad de verbos en actividades

Para priorizar las actividades realizadas por los roles, se realizó una matriz de trazabilidad con los principales verbos descritos en cada una de las actividades, con el objetivo de apoyar la asignación de actividades en la propuesta de la máquina de Rube Goldberg.

Los verbos principales en las actividades fueron: revisar y asignar. Por otro lado, los verbos actualizar, programar implementar y compilar no fueron contemplados en la lista de actividades principales porque en el análisis de las actividades sólo son descritos en la fase de implementación, por lo tanto, se omitieron de la lista. En el Anexo D “Trazabilidad de verbos correspondientes a las actividades de los roles” se puede consultar la lista completa de los verbos identificados en la lista de actividades principales. La Tabla 18 presenta el resumen de los verbos utilizados como sinónimos para identificar las actividades.

Tabla 18. Trazabilidad de principales verbos con sinónimos

Actividad principal	Sinónimos				
Participar	Ayudar	Mantener	-	-	-
Revisar	Registrar	Inspeccionar	Identificar	Discutir	-
	Documentar	Probar	Checar	-	-
Producir	Hacer	Generar	Obtener	Ingresar	-
Dirigir	Llevar	Proveer	Ensamblar	-	-
Asignar	Reasignar	Acordar	Especificar	Medir	Evaluar
	Definir	Determinar	Proponer	Aclarar	Estimar

5.1.1.5. Identificación de productos de salida en actividades principales

En esta sección se muestran los productos de salida identificados en cada una de las fases. Los principales productos de salida son: las actualizaciones al registro del proyecto, los reportes del trabajo realizado, el plan de actividades que realizará el equipo, los planes de pruebas y el registro de tamaños y estimaciones. La integración de los productos de salida identificados funcionará como base para establecer los productos de salida esperados en la Máquina de Rube Goldberg.

El objetivo de integrar los productos es interactuar con las actividades dentro del entorno, sin que los participantes se den cuenta que están realizando productos de salida del desarrollo de software, es decir, los participantes sólo realizaran actividades dentro del juego sin pensar en productos de salida específicos de TSP. A continuación, la Tabla 19 presenta el detalle de los productos identificados a lo largo de las actividades principales, separados por cada una de las fases de desarrollo.

Tabla 19. Productos en fase de TSPi

Producto de salida identificado	Fases de desarrollo								
	L ¹	E ²	PL ³	R ⁴	D ⁵	I ⁶	PR ⁷	PO ⁸	T
Actualización del Registro del Proyecto	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	6
Plan de Actividades	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	3
Documento SDS	-	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	2
Reportes de Trabajo	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	2
Plan de Pruebas de Unidad	-	-	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	2
Identificación de Tamaños y Estimaciones	-	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	-	2
Diseño Conceptual	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	-	-	1
Diseño de Alto Nivel	-	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	1
Documentación de Usuario	-	-	-	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	1
Documento SRS	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	1
Estrategia de Desarrollo	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	-	-	1
Reporte de Reunión	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	-	-	-	
Formación del Equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	-	-	-	
Plan de Calidad	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	-	
Plan de Control	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	-	-	
Identificación de Riesgos y Problemas	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	-	-	
Pruebas de Integración	-	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	
Pruebas del Sistema	-	-	-	<input checked="" type="checkbox"/>	-	-	-	-	

Dónde: 1= Lanzamiento, 2= Estrategia, 3= Planificación, 4= Requisitos, 5= Diseño, 6= Implementación, 7= Pruebas, 8= Postmortem, T = Total

A partir de la lista de productos identificados en la Tabla 19, se seleccionó un producto de salida por fase para realizar su integración en el desarrollo de la máquina de Rube Goldberg, los productos se muestran en la Tabla 20. La selección se realizó en base a las principales actividades realizadas en la fase de desarrollo y con el apoyo de los roles de trabajo en actividades de dirección, creación o control.

Tabla 20. Productos identificados para la máquina de Rube Goldberg

Fase de desarrollo	Producto	Fase de desarrollo	Producto
Lanzamiento	No Aplica	Diseño	Documento SDS
Estrategia	Estrategia de desarrollo	Implementación	Producto (Máquina Rube Goldberg)
Planificación	Plan de actividades	Pruebas	Documentación de usuario
Requisitos	Documento SRS	Postmortem	Reporte de trabajo

5.2. Actividades para la integración de equipos

En esta sección se presenta cómo se realizó la identificación de actividades para formar un equipo de trabajo, con el fin de integrar las actividades a la propuesta de la herramienta de la herramienta para formar un equipo de alto desempeño.

Para realizar la selección de la actividad, primero se realizó la búsqueda de actividades para apoyar la identificación de los roles de trabajo en un equipo de desarrollo, posteriormente se examinaron cuales actividades eran las mejores para formar un equipo. La búsqueda de actividades se realizó en bases de datos reconocidas para el área de la ingeniería de software, sin embargo, debido a los pocos resultados obtenidos se amplió la búsqueda en la materia gris. Un ejemplo de los resultados encontrados en la literatura en materia gris es presentado en (Daily, 2011, 2014; Marshall & Morgan, 2000).

Cabe mencionar, que la mayor parte de las actividades para apoyar la formación de un equipo de trabajo sólo especifican una serie de pasos a seguir para lograr la integración de un equipo. En consecuencia, no existen registros del éxito en cuanto a la aplicación de cada actividad. Como resultado, de la búsqueda de actividades se identificaron aquellas que requerían de entre veinte a treinta participantes, por lo tanto, se decidió reducir la lista de actividades para seleccionar sólo aquellas que necesitaran de 5 a 10 participantes.

Posteriormente, la selección de la actividad final fue tomada en cuenta en base al objetivo a cumplir y que permitieran la clasificación de los participantes. Las actividades identificadas se describen en la Tabla 21, las cuales se eligieron por los siguientes criterios: el objetivo a cumplir, la cantidad de participantes requeridos, el tiempo para realizar la actividad, los materiales requeridos y el proceso para llevar a cabo la actividad.

Tabla 21. Principales actividades identificadas para formar un equipo

Actividad	Objetivo	Número de Participantes	Tiempo de Juego
Alineación por influencia	Identificar un líder de equipo imparcial	12 participantes	60 minutos
Trabajo en equipo	Mostrar la eficiencia del trabajo en grupos.	De 5 a 7 Participantes	30 minutos
Pulso	Integrar a un nuevo miembro en un equipo.	N/A	N/A
Espacio de la situación	Crear relaciones entre los miembros del equipo.	N/A	15 minutos.
La máquina de Rube Goldberg	Fortalecer el trabajo en equipo.	Por lo menos 3 participantes	N/A
La carrera de autos	Mostrar la eficiencia del trabajo en grupos.	De 5 a 7 Participantes	20 minutos
Construcción del equipo	Incrementar la cohesión y la identidad del trabajo en grupo.	8 participantes	30 minutos
N/A = No Aplica			

La actividad seleccionada fue “La máquina de Rube Goldberg”, porque como se mostró en la tabla anterior fortalece el trabajo en equipo, partiendo de esta idea, tomamos como referencia la creación de la máquina para identificar los roles de trabajo con forme se desarrolla la actividad. A continuación, en la siguiente sección se explica más a detalle en qué consiste la máquina de Rube Goldberg.

5.3. Máquina de Rube Goldberg

En esta sección se presentan las principales características que comprende una máquina de Rube Goldberg, describiendo el concepto para entender qué es una máquina de Rube Goldberg, así como las ventajas y desventajas que tiene el desarrollo de esta actividad.

¿Qué es la Máquina de Rube Goldberg? La máquina de Rube Goldberg está diseñada para motivar el trabajo en equipo y la resolución de problemas con estudiantes de todas las edades (Rube Goldberg, 2016). La máquina de Rube Goldberg fue creada por Rube Goldberg, quien fue un caricaturista, mejor conocido por sus invenciones de reacciones en cadena.

La máquina inicia con una simple acción donde interviene una persona y realiza las reacciones en cadena hasta lograr el objetivo. Tiene las características específicas como:

1. Ser estructuras grandes.
2. Complicadas de crear.
3. Incluyen una serie de muchas reacciones en cadena que normalmente son muy fáciles.
4. Alientan el trabajo en equipo.
5. Fomentan la solución de problemas.

Además, para crear una máquina de Rube Goldberg intervienen una serie de fases como: 1) planificación, 2) diseño, 3) desarrollo (implementación) y 4) pruebas; las cuales serán vinculadas con las actividades de un equipo de desarrollo.

Cabe mencionar que, el uso del concepto de la construcción de una máquina de Rube Goldberg es parte general de la idea en esta propuesta, es decir, el objetivo principal es construir un conjunto de reacciones en cadena para lograr un objetivo. Esta decisión fue tomada debido a que en la vida real una de las principales características de la máquina de Rube Goldberg es ser una estructura muy difícil y compleja de crear.

Con base en lo antes mencionado, la propuesta involucra tres componentes: 1) identificación de actividades en un equipo, 2) estudio de los estilos interactivos y 3) aplicación de elementos de gamificación (dinámica, mecánicas y componentes), el conjunto de estos tres componentes tiene como objetivo que se pueda realizar la identificación de los roles de trabajo de un equipo de desarrollo de software, con el apoyo de las actividades realizadas en el juego.

Algunos ejemplos de los retos a lograr en las máquinas de Rube Goldberg son: cocinar una hamburguesa, encender o apagar una alarma, tostar una rebanada de pan, abrir una sombrilla, regar una planta, entre otros. A continuación, se explica un breve ejemplo de una máquina de Rube Goldberg para lograr el objetivo de tocar una campana.

La Figura 27 muestra la vista general del escenario para tocar la campana (ThinkerLab, 2015), como se puede notar existen diferentes objetos los con diferentes tamaños, formas y pesos, dichos objetos han sido colocados en posiciones específicas para lograr la reacción en cadena adecuada y lograr el objetivo. Para lograr el objetivo se presentan 8 pasos, que consisten en:

1. El paso 1 (Figura 27) que comienza con la intervención de una persona para ejecutar las reacciones en cadena diseñadas.
2. El paso 2 (Figura 29) donde una pelota es arrojada al tobogán de plástico y efectúa un recorrido a través del tobogán.
3. El paso 3 (Figura 30) donde la pelota sale del tobogán y continua su camino hacia una pendiente.

4. El paso 4 (Figura 31) la pelota se desliza por un libro que se encuentra posicionado con una inclinación para que pueda tocar los siguientes objetos y continuar la reacción en cadena.
5. El paso 5 (Figura 32) las fichas realizan una caída en efecto dominó, golpeándose unas contra otras y llegar hasta el siguiente objeto.
6. El paso 6 (Figura 33) al final de las fichas se encuentra una torre, misma que tiene una caída al ser tocada por la ultima ficha.
7. El paso 7 (Figura 34) continuando con la reacción en cadena, se mueve un pequeño carro de juguete, logrando otro efecto dominó con las ultimas fichas en el escenario.
8. El paso 8 (Figura 35) por último, la caída de la última ficha realizar la acción de tocar la campada, logrando así el objetivo propuesto.



Figura 27. Máquina de Rube Goldberg vista general



Figura 28. Máquina de Rube Goldberg paso 1

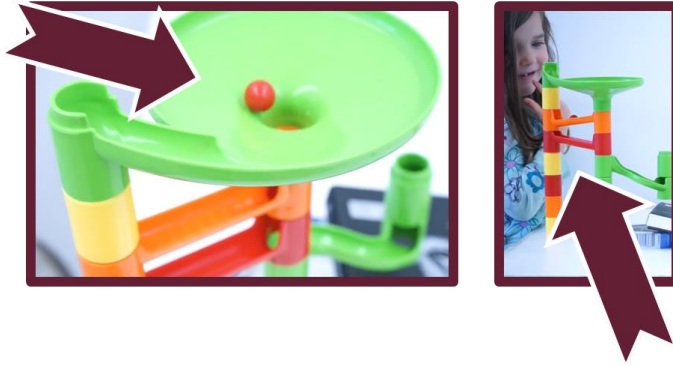


Figura 29. Máquina de Rube Goldberg paso 2



Figura 30. Máquina de Rube Goldberg paso 3



Figura 31. Máquina de Rube Goldberg paso 4



Figura 32. Máquina de Rube Goldberg paso 5

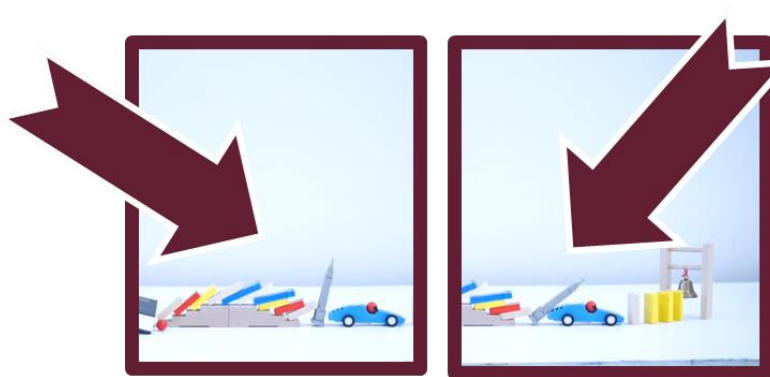


Figura 33. Máquina de Rube Goldberg paso 6



Figura 34. Máquina de Rube Goldberg paso 7



Figura 35. Máquina de Rube Goldberg paso 8

5.4. Marco de trabajo de la propuesta

El primer paso para el desarrollo de la herramienta fue seleccionar las actividades adecuadas para demostrar el nivel de conocimiento por parte de los integrantes de un equipo de desarrollo, las cuales fueron tomadas en cuenta de las actividades principales de los roles de trabajo de TSP descritos en la sección 5.1.1.3. A continuación, la Figura 36 presenta el marco de trabajo para establecer la propuesta de la máquina de Rube Goldberg, la cual está formada por tres partes: 1) Actividades en las fases de desarrollo de software (actividades de TSP), 2) Estilos interactivos (análisis de respuesta de los participantes) y 3) participantes (miembro de un equipo de desarrollo de software).

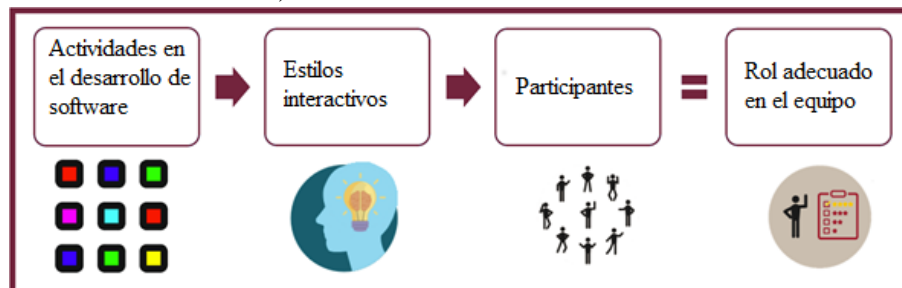


Figura 36. Marco de trabajo para la propuesta de la máquina de Rube Goldberg

5.4.1. Actividades en las fases de desarrollo de software

Las actividades seleccionadas para el desarrollo de software están definidas por las principales actividades que se realizan en TSPi, como se mencionó con anterioridad las fases de desarrollo contempladas en este trabajo son: Lanzamiento, Planificación, Estrategia, Requisitos, Diseño, Implementación, Pruebas y Postmortem.

El resultado de las principales actividades se ha presentado en la sección 5.1.1.3 (Análisis comparativo de las actividades realizadas por rol en cada fase de desarrollo en TSP). En base

al resultado de este análisis, se tomaron en consideración las actividades ubicadas en la columna Actividades principales identificadas.

5.4.2. Estilos interactivos

Los estilos interactivos apoyarán a la identificación de aquellos integrantes que tengan la habilidad para enfrentarse a los problemas que se puedan presentar en cada uno de los roles de trabajo, dependiendo del grado de su respuesta ante estos estímulos, se va a determinar cuáles son los integrantes que pueden participar en los diferentes roles independientemente del conocimiento que demuestren.

La aplicación de los estilos interactivos junto con la propuesta de la máquina de Rube Goldberg tiene como propósito hacer énfasis ante los problemas reales en el desarrollo de software, permitiendo así clasificar a los integrantes de forma adecuada para la resolución de problemas.

La selección de los estilos interactivos se llevó a cabo por parte de la Dra. Nora Rangel y el Dr. Carlos Torres, el detalle de los estilos interactivos puede ser consultado en (Rangel et al., 2017b). El modelo propuesto en (Rangel et al., 2017b) está compuesto por tres etapas de evaluación : 1) etapa previa a la evaluación del conocimiento y las habilidades, 2) etapa de evaluación de persona en las fases de desarrollo y 3) evaluación por rol del equipo de desarrollo. A continuación, se realiza una breve descripción de las evaluaciones.

5.4.2.1. Primera evaluación

La primera evaluación consiste en la evaluación de todos los integrantes del equipo, tomando en cuenta el estilo interactivo de Logro o Persistencia. Como resultado de esta evaluación se obtendrá información, de cada miembro, acerca de su forma en particular para responder ante posibles cambios en los requisitos de software.

5.4.2.2. Segunda evaluación

La segunda evaluación consiste en calificar por separado a los integrantes del equipo, tomando en cuenta los estilos interactivos de: 1) toma de decisiones, 2) tendencia al riesgo, 3) dependencia de señales, y 4) flexibilidad al cambio. Como resultado de esta evaluación se logrará la identificación de todos los roles de trabajo, de acuerdo a las fases de desarrollo de TSPi.

5.4.2.3. Tercera evaluación

Por último, en la tercera evaluación consiste en evaluar sólo tres roles del equipo de desarrollo: 1) líder de equipo, 2) responsable de implementación y 3) responsable de pruebas. Para la evaluación del Rol de líder de equipo se utilizan los estilos interactivos: 1) tolerancia a la ambigüedad y 2) resolución de conflictos.

Por otra parte, para el responsable de implementación y pruebas se tomará en cuenta el estilo de “Tolerancia a la frustración”. La Figura 37 muestra de forma general la aplicación de los estilos interactivos.



Figura 37. Aplicación de los estilos interactivos

5.4.3. Trazabilidad de actividades para la evaluación de los roles en un equipo

La trazabilidad de las actividades se llevó a cabo mediante el apoyo del formato presentado en la Tabla 22, donde se tomaron en cuenta: 1) las principales actividades en la fase de desarrollo, 2) la actividad esperada por el participante en el entorno virtual y 3) el medio de apoyo por el cual se realizará la evaluación. A continuación, la Tabla 22 describe el detalle de la trazabilidad de actividades para la identificación del rol de líder de equipo en el ambiente virtual. Para consultar el detalle de los roles de responsable de: Desarrollo, Planificación, Calidad/Proceso y Soporte; pueden ser consultadas en el Anexo E.

Tabla 22. Trazabilidad de actividades para la evaluación del rol de líder de equipo

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
L	2- Obtener un acuerdo en los datos para ser proporcionados cada semana	Conseguir acuerdos de trabajo para construir la máquina entre los integrantes del equipo	Apoyo por medio de chat para dar instrucciones
	7- Acordar un tiempo específico para proporcionar los datos semanales de los miembros del equipo	Respetar el tiempo asignado a la construcción de la máquina	Apoyo por medio de reloj para asignar el tiempo de construcción de la máquina.
R	2- Producir las partes asignadas del SRS	Controlar la creación de la máquina cumpliendo los criterios de aceptación (reglas o condiciones)	Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió el participante, en sus dos variantes movimientos correctos y movimientos sin valor)
	5- Asignar las tareas entre los miembros del equipo y obtiene compromisos para completar esas tareas	Controlar las actividades para mover los objetos en la escena	Apoyo por medio de chat para dar instrucciones
D	4- Asignar las tareas entre los miembros del equipo	Controlar las actividades para mover los objetos en la escena	Apoyo por medio de chat para dar instrucciones
I	2- Producir y revisar los diseños detallados.	Verificar el diseño de la máquina cumpla con los criterios de aceptación de diseño	Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer cuales objetos se utilizarán en la construcción de la máquina
	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.	Controlar las pruebas después de la construcción de la máquina.	Apoyo por medio de chat para dar instrucciones
	5- Producir materiales para las pruebas de unidad.	Controlar en la creación de la máquina cumpliendo los criterios de aceptación	Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió el participante, en sus dos variantes movimientos correctos y movimientos sin valor)
	9- Programar pruebas de unidad	Participar en la ejecución de la máquina	Apoyo por medio de botones de play para afectar la física de los objetos.

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
	10- Asigna las tareas entre los miembros del equipo	Controlar las actividades para mover los objetos en la escena	Apoyo por medio de chat para dar instrucciones
PR	6- Asignar el desarrollo de pruebas y tareas de pruebas entre los miembros del equipo.	Controlar las actividades para mover los objetos en la escena	Apoyo por medio de chat para dar instrucciones
	1,7- Dirigir al equipo en la planificación y producción de reportes del trabajo del último ciclo de desarrollo.	Controlar el desarrollo de la máquina en la última etapa. Participar en la retrospectiva al final de la creación de la máquina	Apoyo por medio de chat para establecer la posición y lugar correcto de los objetos en la escena para cumplir con el objetivo de la máquina. Apoyo por medio de una lista de verificación para comparar el trabajo logrado por parte de los integrantes del equipo.
PO	2,9- Asignar reportes de trabajo a los miembros del equipo	Controlar las actividades para mover los objetos en la escena	Apoyo por medio de chat para dar instrucciones
	6- Completar las revisiones por pares para el rol del líder de equipo y para todos los otros roles usando la forma PEER	Participar en la retrospectiva al final de la creación de la máquina	Apoyo por medio de una lista de verificación para comparar el trabajo logrado por parte de los integrantes del equipo.
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem			

5.4.4. Modelado de objetos para el entorno virtual.

En este primer paso se realizaron dos actividades principales: 1) definir una serie de objetos para el entorno y 2) realizar el modelado de los objetos. Cabe mencionar que este paso fue realizado en colaboración de la Dra. Adriana Peña y el apoyo del estudiante David Altamirano, ambos de la Universidad de Guadalajara.

El resultado de este paso fue un conjunto de archivos con la extensión “.blend” realizados con la herramienta de software de modelado de uso libre “Blender”. A continuación, se presenta una lista de ejemplo con algunos de los objetos modelados para el entorno virtual.

-Despertador

- Sillón

- Mochila

- | | | |
|------------|------------|------------|
| - Pelota | - Gabinete | - Hielera |
| - Barril | - Vela | - Caja |
| - Cesta | - Coche | - Dado |
| - Campana | - Silla | - Pelota |
| - Ladrillo | - Reloj | - Cercas |
| - Maletín | - Peine | - Teléfono |
| - Escoba | - Cono | - Llaves |

5.4.5. Acoplamiento de los objetos en el entorno virtual y adecuación de propiedades físicas de los objetos

En este paso realizaron dos actividades: 1) adjuntar los archivos “.blend” en el proyecto de Unity 3D y 2) agregar las propiedades físicas a cada uno de los objetos creados. De la misma forma este paso se realizó con el apoyo del estudiante David Altamirano.

La primera actividad consistió en tomar cada uno de los modelos de los objetos y agregarlos al espacio de trabajo en Unity 3D(ver Figura 38), posteriormente, Unity 3D realizó de forma automática el vínculo entre el archivo .blend y los archivos de Unity en la escena de trabajo, creando la relación entre el archivo .blend, el objeto de juego en Unity y sus materiales (ver Figura 39 y Figura 40); como resultado de esta actividad se obtuvo una estructura en el espacio de trabajo de Unity 3D, organizando el nombre del objeto, el modelo en Blender, sus materiales y el Prefab de Unity. La segunda actividad consistió en agregar las propiedades básicas de: peso (masa), tamaño (dimensiones de largo, ancho y alto) y forma (área del cuerpo) a todos los objetos (Ver Figura 38). Por lo tanto, una vez realizadas actividades uno y dos se obtuvo como resultado el objeto en la escena de juego como se muestra en la Figura 42.

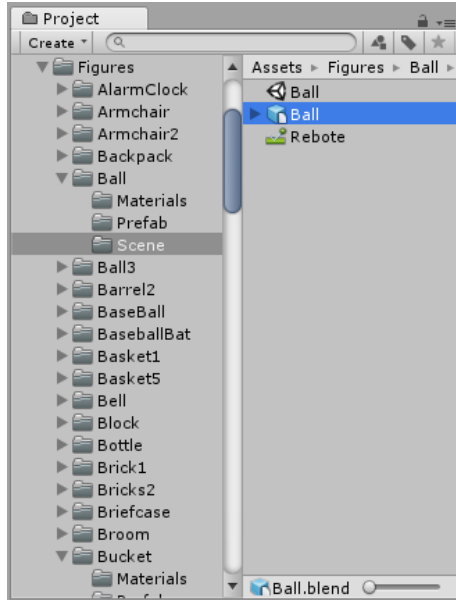


Figura 38. Estructura scene

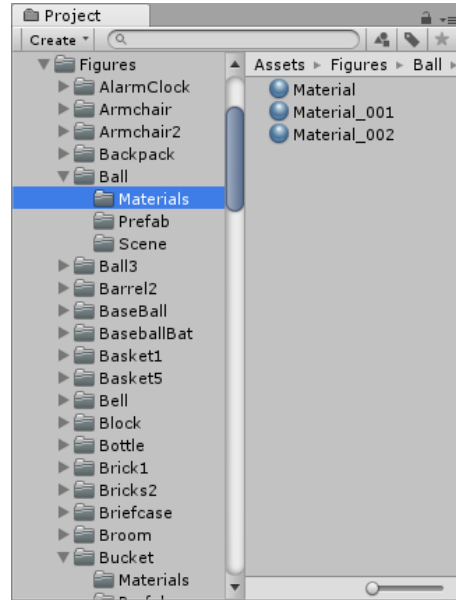


Figura 39. Estructura materials

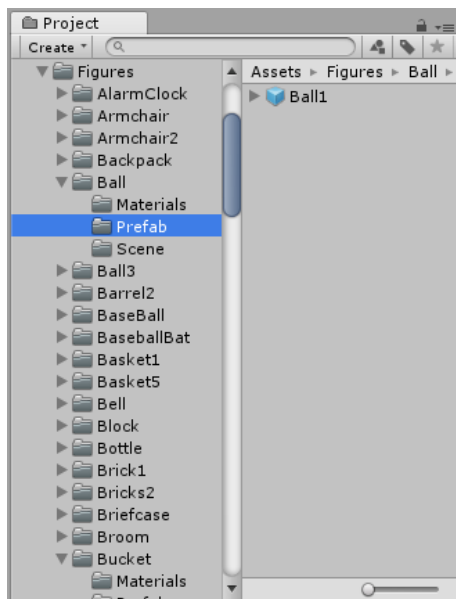


Figura 40. Estructura Prefab

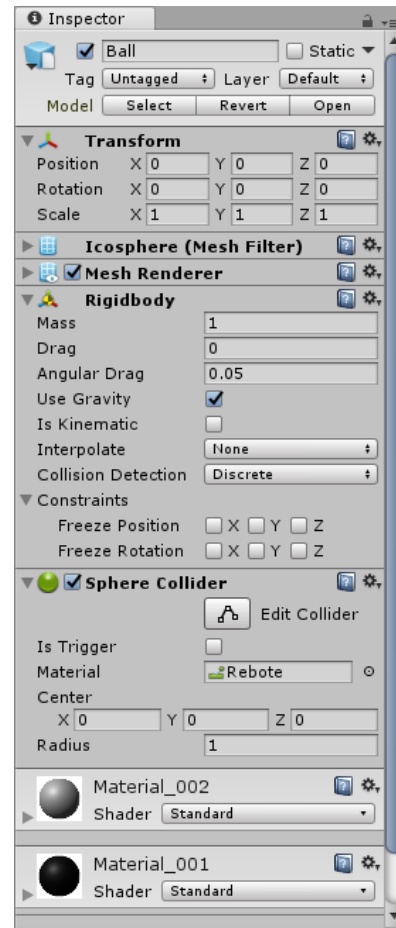


Figura 41. Propiedades físicas del objeto

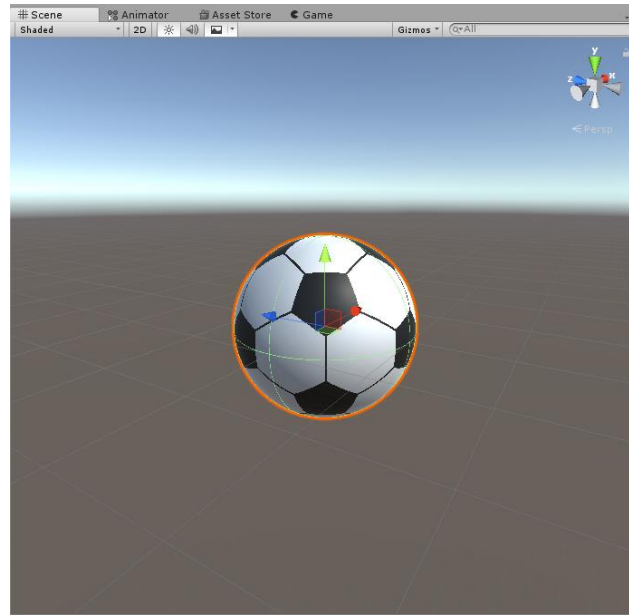


Figura 42. Objeto “.blend” en escena de Unity 3D

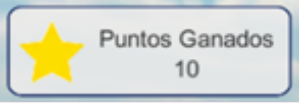


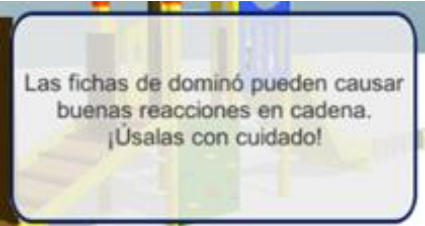
5.4.6. Definición de los elementos de gamificación en el entorno virtual

En este paso se realizó la definición de los elementos de gamificación que se implementaron en la herramienta mediante el análisis de los resultados obtenidos a partir de la Revisión Sistemática de la Literatura. Recapitulando, a continuación, se presentan los principales elementos de gamificación:

1. Tabla de posiciones
2. Sistemas de puntos
3. Insignias
4. Niveles
5. Barras de progreso
6. Recompensas
7. Puntaje
8. Retos
9. Logros
10. Retroalimentación

El resultado de este paso fue la selección de cuatro los elementos de gamificación: 1) puntos, 2) niveles, 3) recompensas y 4) retroalimentación; para ser implementados en el entorno virtual. A continuación, en la Tabla 23 se presenta el detalle de cada elemento de gamificación y el modo de empleo en el entorno virtual.

Tabla 23. Elementos de gamificación en el entorno virtual

Elemento de gamificación	Función en el entorno virtual	Modo de empleo hacia los jugadores
Puntos	Mostrar los puntos acumulados a partir de los criterios de aceptación para la construcción de la máquina. Ejemplo: 1) asignar diez puntos extras si el equipo utiliza todos los objetos para construir la máquina de Rube Goldberg en el nivel 1, 2) asignar veinte puntos si el equipo utiliza todos los objetos en el nivel 2 y 3) asignar treinta puntos extras si el equipo utiliza todos los objetos en el nivel 3.	Se muestra la cantidad de puntos acumulados por medio de una etiqueta en la pantalla del juego, la cual se acompaña de la figura de una estrella. Ejemplo: 
Niveles	Indicar el nivel actual en el cual se está jugando en la creación de la Máquina de Rube Goldberg. El juego constará de tres niveles y cada uno tendrá diferentes objetos para construir la máquina de Rube Goldberg.	Se muestra el nivel actual del juego por medio de una etiqueta en la pantalla, la cual está ubicada en la parte superior derecha. Ejemplo. 
Recompensas	Otorgar cinco minutos más al tiempo de construcción de la máquina en el siguiente nivel, si el equipo logra cumplir el objeto de la máquina en el nivel actual respetando el tiempo de construcción establecido.	Se muestra un mensaje de información para presentar el tiempo acumulado para el siguiente nivel. Por lo tanto, el equipo tendrá cinco minutos más para cumplir el objetivo en el siguiente nivel. Ejemplo: 
Retroalimentación	Mostrar mensajes de información con respecto al uso de los objetos en el juego, con el objetivo de proporcionar ideas a los jugadores para la construcción de la máquina.	Se presenta un mensaje en el centro de la pantalla al transcurrir cierto tiempo en el juego. Ejemplo: 

5.4.7. Construcción del ambiente virtual

El paso cuatro consistió en el desarrollo del ambiente virtual, como se mencionó en el paso dos, se tomó como base la plataforma creada en (Valdez Gómez & Peña, 2014). El trabajo se dividió en tres actividades principales: 1) comprobar el funcionamiento de los objetos juego agregados en el paso uno, 2) diseñar la interacción entre el usuario y los elementos de gamificación y 3) validar el funcionamiento entre los objetos de juego y los elementos de gamificación.

5.4.8. Prueba y validación de la herramienta.

Por último, en este paso se realizó una serie de pruebas que permitieron validar el uso del entorno virtual. Los detalles de este paso se describen a continuación en el Capítulo 5.

Capítulo 6. Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de la validación de la herramienta propuesta en esta investigación, con el fin de mejorar el desempeño de un equipo de desarrollo de software. Este capítulo consta de la descripción de la herramienta con el apoyo de algunas pantallas para visualizar el modo de operación, así como el estudio de caso que se diseñó para validar la identificación de los roles de trabajo mediante la herramienta.

6.1. Herramienta para la identificación de roles de trabajo mediante la construcción de una máquina de Rube Goldberg virtual

A continuación, esta sección presenta las capturas de pantalla de la herramienta del entorno virtual, para la identificación de los roles de trabajo, las figuras se han organizado en cuatro grupos: 1) inicio de aplicación, 2) escena de juego, 3) desplazamiento de objetos y 4) prueba de la construcción realizada.

El grupo 1 está formado por las figuras: Figura 43, Figura 44 y Figura 45, las cuales representan la base del proyecto realizado en la primera versión de la herramienta desarrollada en (Valdez Gómez & Peña, 2014), se presenta el inicio de sesión, el inicio del servidor, y la selección de un avatar para el jugador.

El grupo 2 está conformado por las figuras: Figura 46, Figura 47 y Figura 48; estas presentan el diseño de la escena del juego. En la escena existen diferentes elementos previamente ubicados en una el juego, el objetivo es organizar los elementos para cumplir el objetivo de tocar la campana, llevando a cabo las reacciones en cadena necesarias.

El juego cuenta con elementos cuyas propiedades físicas de tamaño y peso son correctas, los elementos son los siguientes: 1) silla, 2) pelota de voleibol, 2) tabla de madera inclinada, 3) conjunto de quince fichas de dominó y 4) campana; por otro lado, existen dos elementos: 1) pelota de futbol y 2) una ficha de dominó; que tienen definido su peso de forma incorrecta en comparación a la vida real.

El uso de últimos elementos con propiedades físicas diferentes a lo normal, tuvo como objetivo animar a los integrantes del equipo a ejecutar actividades de: 1) planificación, 2) diseño y 3) pruebas; en el juego. De esta manera, las actividades del juego reflejaron las actividades en el desarrollo de software, y en consecuencia cada miembro saliera de su zona de confort, esto permitió realizar el análisis para identificar el rol adecuado a la persona.

El grupo 3 está integrado por las figuras: Figura 49, Figura 50, Figura 51 y Figura 52; las cuales muestran algunos de los movimientos para ubicar los elementos en la posición deseada en el entorno virtual. De esta forma, se permite a los jugadores organizar los elementos para cumplir con el objetivo de la máquina de Rube Goldberg. Las figuras (Figura 49 y Figura 51) ilustran cómo deslizar una ficha de dominó en la escena, por otro lado, la Figura 52 presenta cómo deslizar la pelota de futbol.

Por último, el grupo 4 está compuesto por las figuras: Figura 53, Figura 54, Figura 55 y Figura 56; las cuales muestran una prueba base para lograr el objetivo solicitado. Una vez finalizadas las actividades de planificación y diseño entre los integrantes del equipo, se procede a realizar una prueba de la construcción. Las pruebas se realizan con el botón de “Play”, el cual añade la propiedad de gravedad a los elementos en el juego y por consecuencia inician las reacciones en cadena.

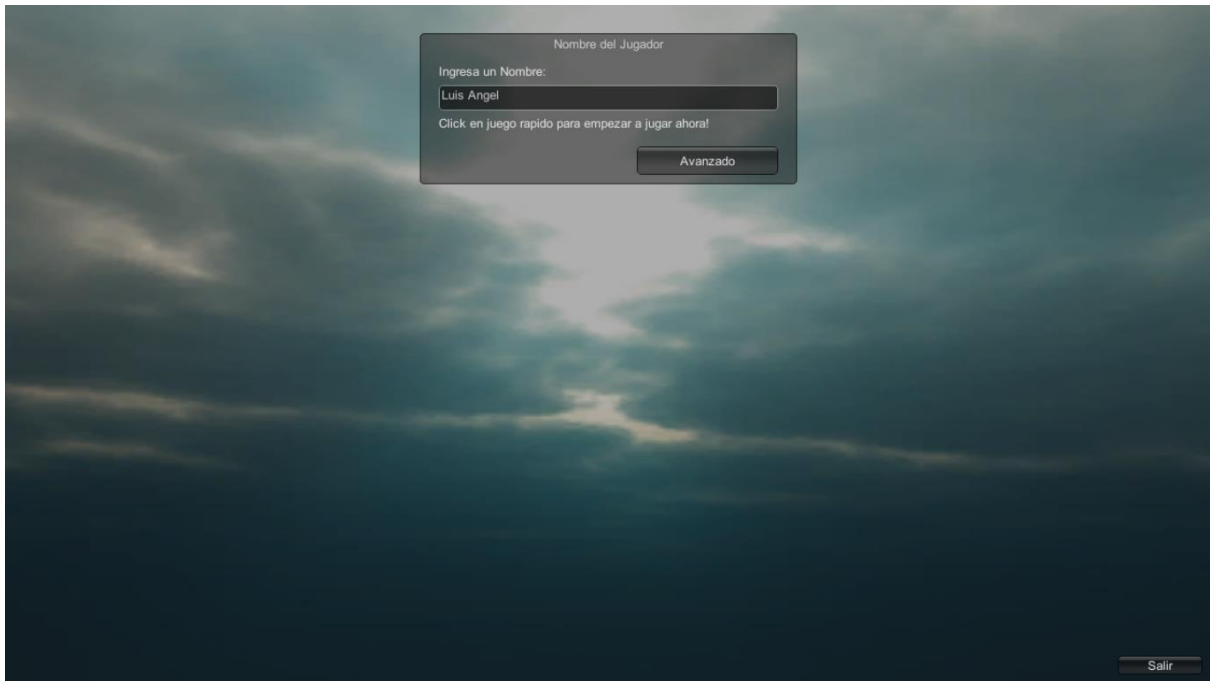


Figura 43. Entorno virtual – Inicio

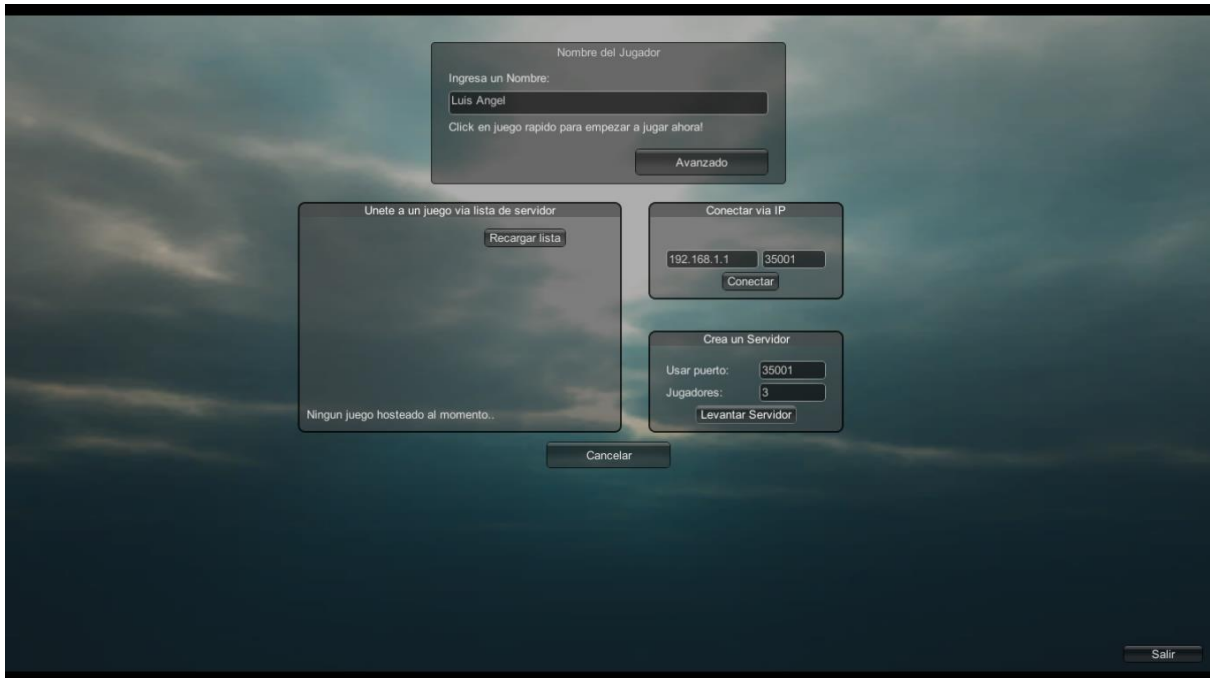


Figura 44. Entorno virtual – Inicio servidor



Figura 45. Entorno virtual –Selección de avatar

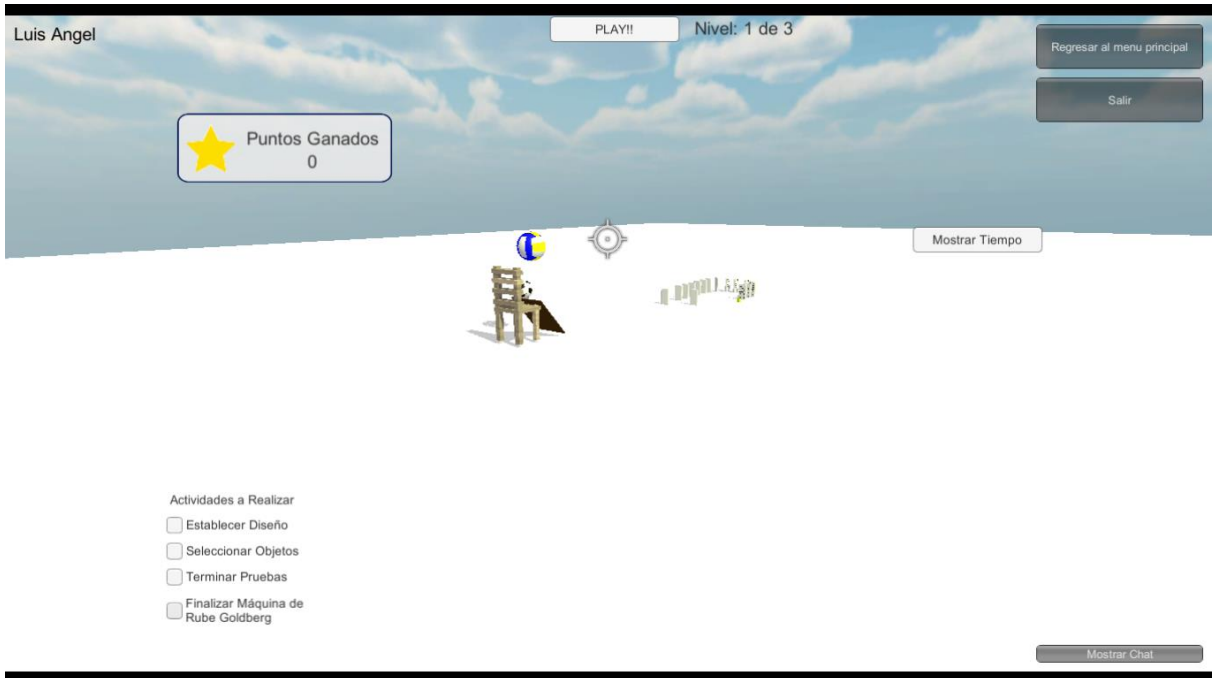


Figura 46. Entorno virtual – escena del juego



Figura 47. Entorno virtual – fichas de dominó

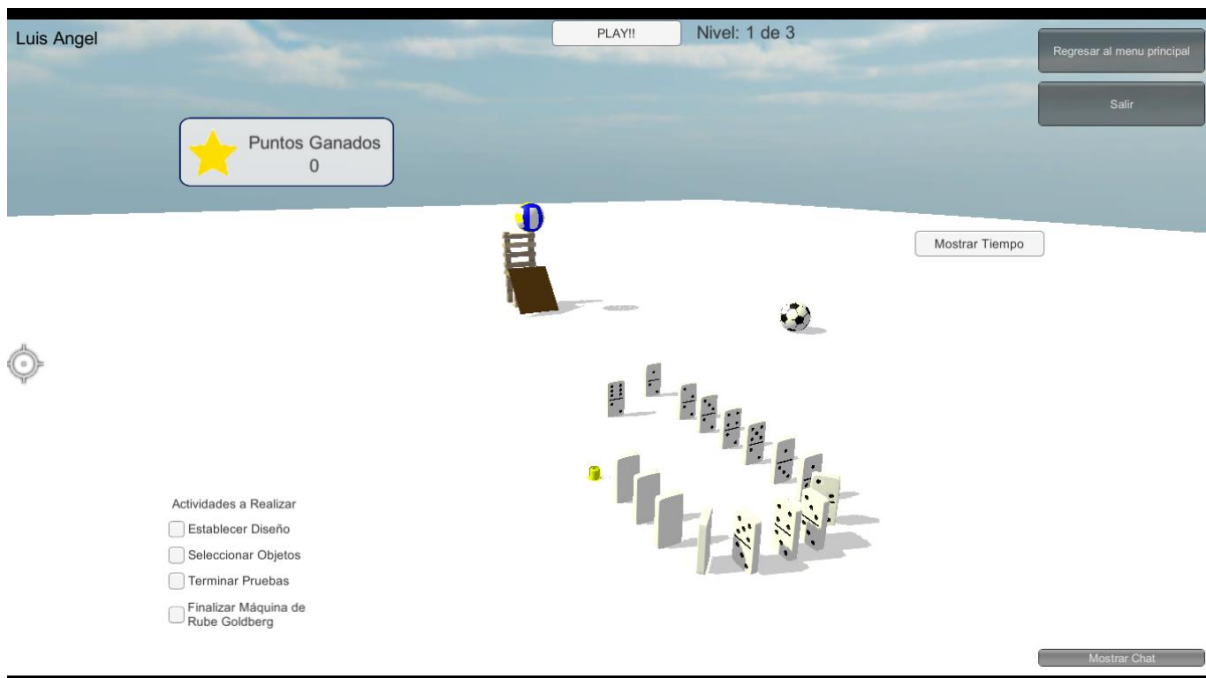


Figura 48. Entorno virtual – fichas de dominó

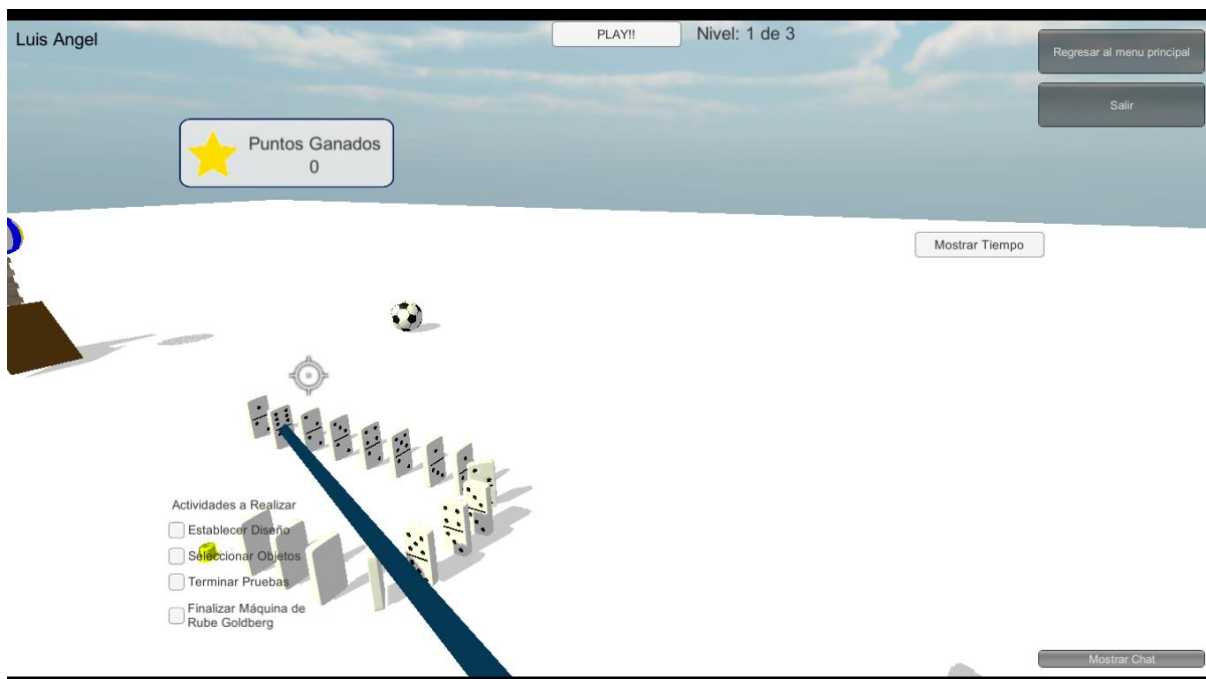


Figura 49. Entorno virtual – desplazamiento de objetos ficha 1

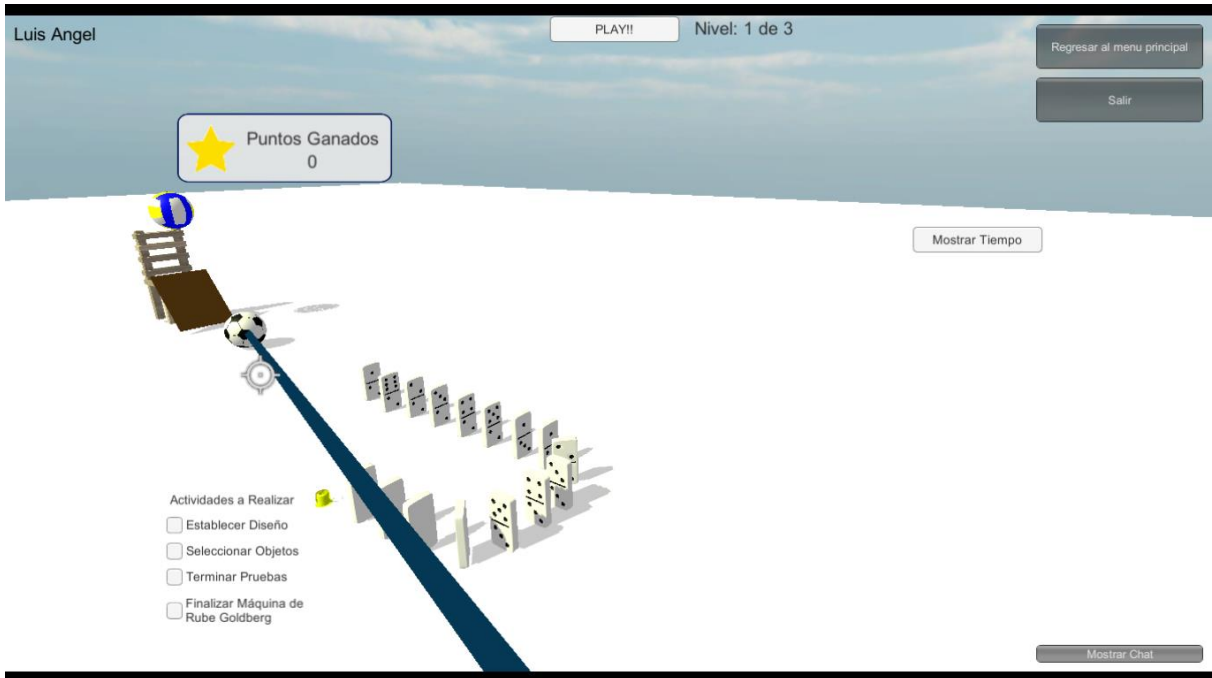


Figura 50. Entorno virtual – desplazamiento de objetos balón 1

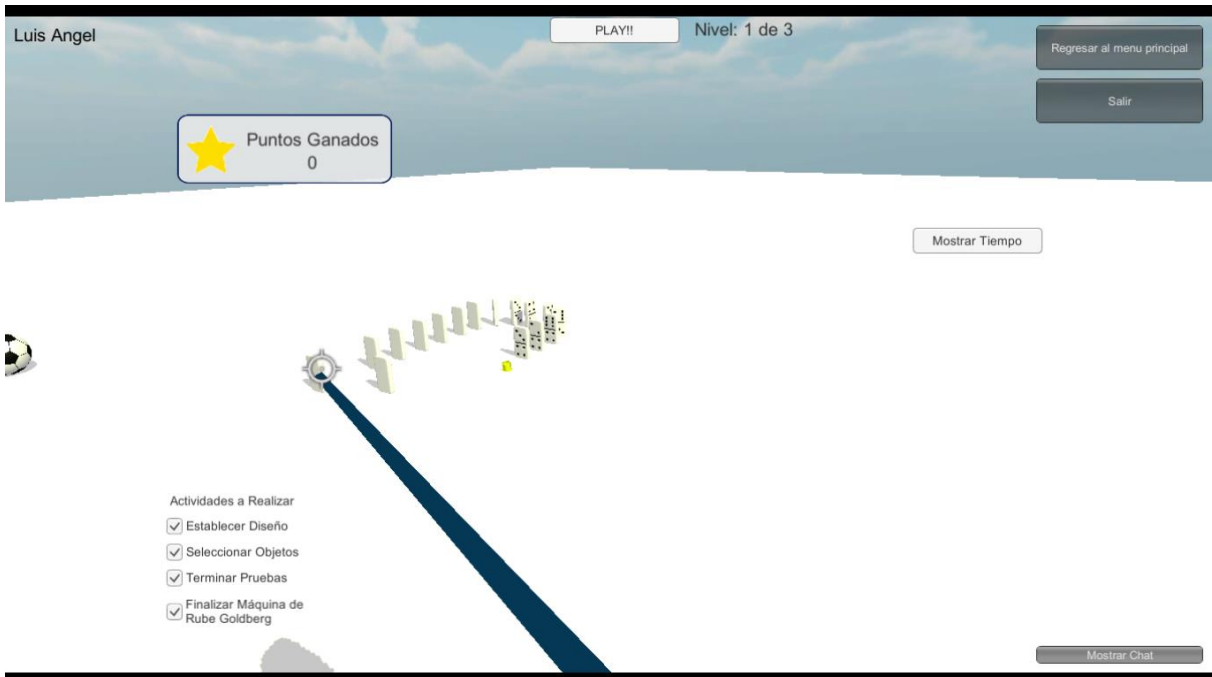


Figura 51. Entorno virtual – desplazamiento de objetos ficha 2

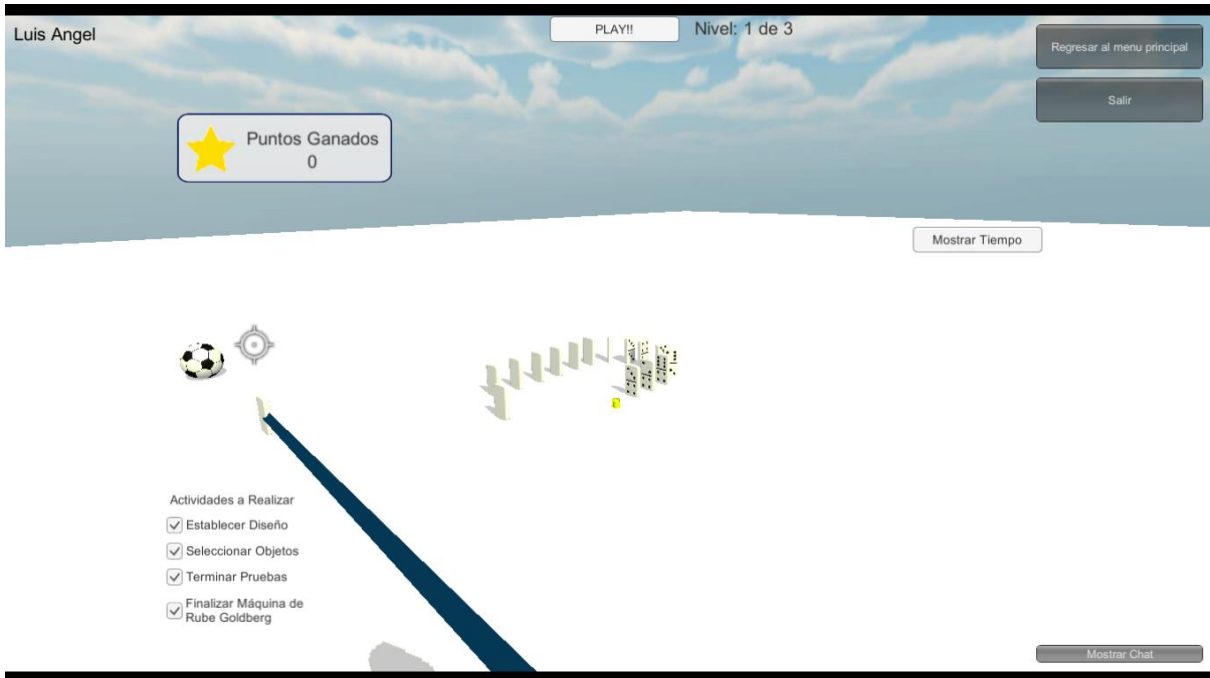


Figura 52. Entorno virtual – desplazamiento de objetos ficha 3

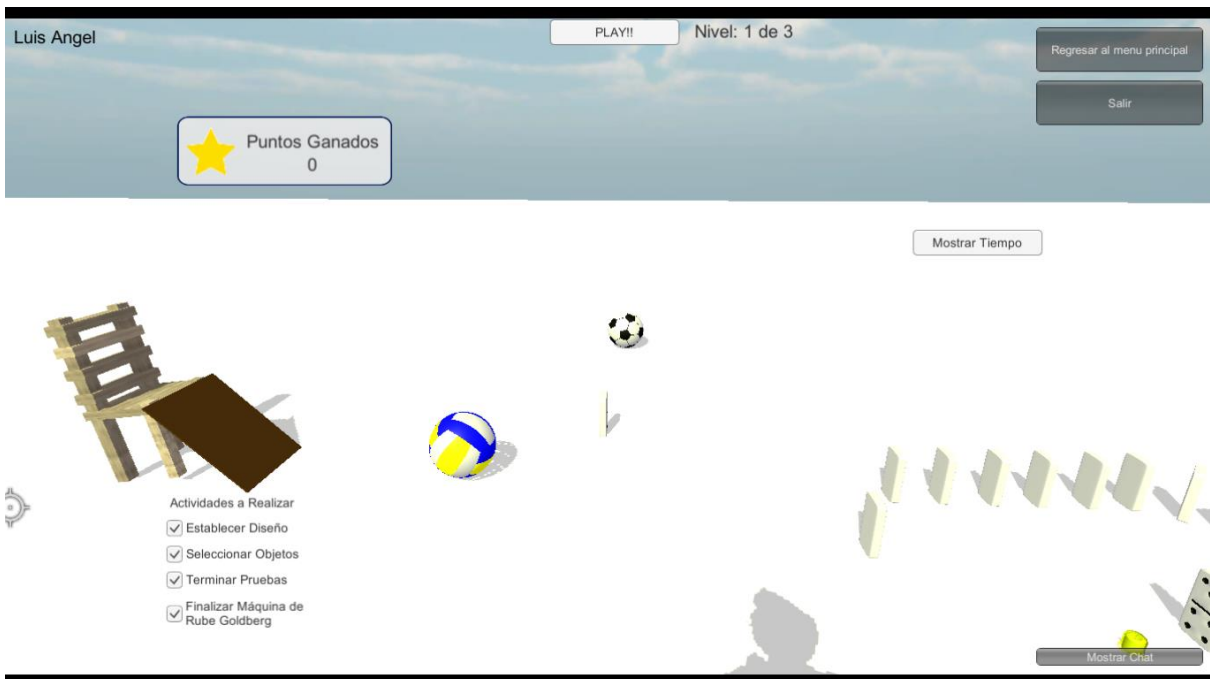


Figura 53. Entorno virtual – prueba juego - pelota

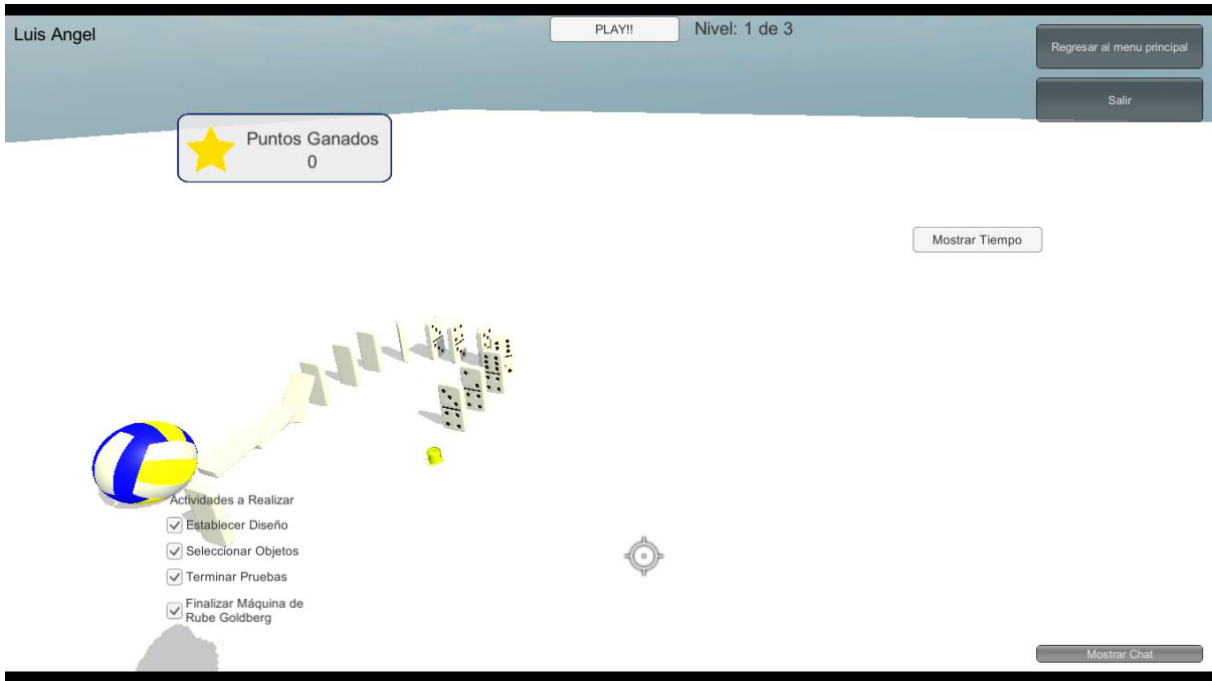


Figura 54. Entorno virtual – prueba juego – fichas 1



Figura 55. Entorno virtual – prueba juego – fichas 2



Figura 56. Entorno virtual – prueba juego – tocar campana

6.2. Estudio de caso

En la ingeniería de software existen varios métodos empíricos: 1) experimentos controlados, 2) estudios de caso, 3) encuestas y 4) análisis postmortem (Easterbrook, Singer, Storey, & Damian, 2002; Wohlin, Höst, & Henningsson, 2003). Así mismo, en (Wohlin et al., 2003) los autores exponen dos tipos de modelos de investigación: 1) cuantitativa y 2) cualitativa; los cuales se describen a continuación:

- **Investigación cuantitativa**

- Este modelo de investigación está enfocado en el estudio de cosas en su ambiente natural, es decir, se intenta interpretar un fenómeno de acuerdo a las explicaciones que apartan las personas acerca del mismo fenómeno.

- **Investigación cualitativa**

- Este modelo de investigación se encarga de medir una relación o comparar dos o más grupos, identificando la relación “causa – efecto” entre esos grupos. Por lo general se realizan experimentos controlados o estudios de caso. Una ventaja de este tipo de investigaciones es que promueven el uso de análisis comparativos y estadísticos.

Con lo mencionado anteriormente, en esta investigación se utilizó el método empírico del “*Estudio de Caso*” debido a la naturaleza del estudio para estudiar y comprender cómo se lleva

a cabo la ejecución de la herramienta propuesta. A continuación, se presenta el desarrollo del estudio de caso.

Un *estudio de caso* de caso es un método empírico el cual se enfoca en investigar un fenómeno (caso particular), dentro de su ambiente real, para poder comprender su respuesta en situaciones (Yin, 2003). Un estudio de caso está formado por cinco pasos principales, los cuales se presentan a continuación en la Figura 57 (Runeson & Höst, 2009).



Figura 57. Pasos para el desarrollo de un estudio de caso

A continuación, se describen las actividades realizadas en los cinco pasos para el desarrollo del estudio de caso.

6.2.1. Diseño y planificación del estudio de caso

En este primer paso se establecen los puntos clave para el éxito del estudio de caso, los cuales se describen en la Tabla 24.

Tabla 24. Claves del diseño y planificación para el estudio de caso

Clave	Objetivo
Objetivo	¿Qué se quiere lograr con el estudio de caso?
Objeto de estudio	¿Qué es lo que estudia el caso?
Teoría	Marco de referencia
Preguntas de investigación	¿Qué se quiere conocer?
Métodos para la recolección de datos	¿Cómo hacer la recolección de datos del estudio de caso?

A continuación, se detalla cada punto del diseño y la planificación para el estudio de caso.

6.2.1.1. Objetivos del estudio de caso

Evaluar la viabilidad de la herramienta para la identificación de los roles de trabajo en un equipos de desarrollo de software, teniendo en cuenta los cinco roles de trabajo principales en TSPi (Humphrey, 2006): 1) líder de equipo, 2) responsable de desarrollo, 3) responsable de implementación, 4) responsable de calidad/procesos y 5) responsable de pruebas.

6.2.1.2. Objeto del estudio de caso

El estudio de caso se enfoca en el análisis de un equipo formado por dos equipos de cuatro integrantes cada uno (un total de ocho participantes), quienes usaran la herramienta para identificar el rol de trabajo mejor adecuado a cada integrante. A continuación, la Tabla 25 presenta las características de los equipos que fueron el objeto de estudio.

Tabla 25. Objeto de estudio

Identificador del integrante	Rol normal de trabajo	Número de integrantes	Características
Equipo 01	Equipo de Desarrollo Académico	4 integrantes 1 mujer 3 hombres	Estudiantes del posgrado de Maestría en Ingeniería de Software en el Centro de Investigación en Matemáticas unidad Zacatecas.
Equipo 02	Equipo de Desarrollo Académico	4 integrantes 2 mujeres 2 hombres	

6.2.1.3. Marco de referencia

El trabajo en equipo es vital en el área de desarrollo de software, porque es necesario el apoyo de cada integrante para lograr el éxito de un proyecto. Sin embargo, muchos de los equipos realizan la asignación de los roles en base a la experiencia de las personas, debido a esto, no logran un desempeño adecuado en el desarrollo de sus actividades.

En consecuencia, pueden existir problemas como retraso en la liberación de componentes o una mala comunicación entre el equipo. Por esta razón, a parte de la experiencia es necesario tomar en cuenta: el conocimiento, las habilidades y los estilos interactivos; de cada uno de los integrantes, logrando que la asignación del rol de trabajo sea realizada con mayor exactitud a la persona.

En este contexto, la asignación de los roles de trabajo es realizada por medio de entrevistas o cuestionarios, por lo tanto, durante este proceso la información obtenida puede no reflejar las

capacidades correctas de la persona. Como una solución al uso las entrevistas o los cuestionarios, se propone esta solución: una herramienta con el objetivo de identificar los roles de trabajo en base a un juego, permitiendo a las personas jugar en un ambiente donde no se reflejen actividades del desarrollo de software.

La herramienta para la identificación de los roles de trabajo permite identificar qué rol se adecua mejor a la persona, tomando en cuenta los roles definidos en TSPi: 1) líder de equipo, 2) responsable de desarrollo, 3) responsable de implementación, 4) responsable de calidad/proceso y 5) responsable de soporte.

6.2.1.4. Preguntas de investigación

A continuación, la Tabla 26 presenta las preguntas de investigación relacionadas al estudio de caso, junto con su respectivo objetivo.

Tabla 26. Preguntas de investigación del estudio de caso

Pregunta de investigación	Objetivo
PI1. ¿Las técnicas que utilizan los equipos para la asignación de los roles de trabajo son adecuadas?	Esta pregunta de investigación permitirá explorar si las técnicas utilizadas por los equipos para la asignación de los roles de trabajo logran un buen desempeño en el desarrollo de las actividades.
PI2. ¿La herramienta facilita la identificación del rol de trabajo para los integrantes de un equipo de desarrollo?	Esta pregunta aprobará si la identificación de la persona con el rol de trabajo es objetiva, de acuerdo a los resultados de las actividades realizadas en la herramienta.
PI3. ¿El método para realizar la asignación del rol por medio de la herramienta es adecuada?	Esta pregunta verificará si la identificación de la persona con el rol de trabajo es objetiva.
PI4. ¿La herramienta tiene un nivel de usabilidad aceptable por el usuario?	Esta pregunta validará el nivel de usabilidad de la herramienta.

6.2.1.5. Métodos para la recolección de datos

El método para la recolección de datos elegido fue el cuestionario, porque permite que los individuos de estudio proporcionen respuestas concretas, por medio de preguntas cerradas. Además, los resultados son analizados de forma rápida e imparcial. Para la recolección de datos se utilizó Google Forms, porque permite crear cuestionarios y obtener las respuestas de forma rápida, además permite la extracción de la información por medio de una hoja de cálculo.

6.2.2. Preparación de la recolección de datos

La planificación para la recolección de datos se llevó a cabo en tres pasos (ver Figura 58), durante el paso 1 y el paso 3 se recolectaron los datos para realizar el análisis de los resultados del estudio de caso. A continuación, se describen las actividades realizadas en cada paso.

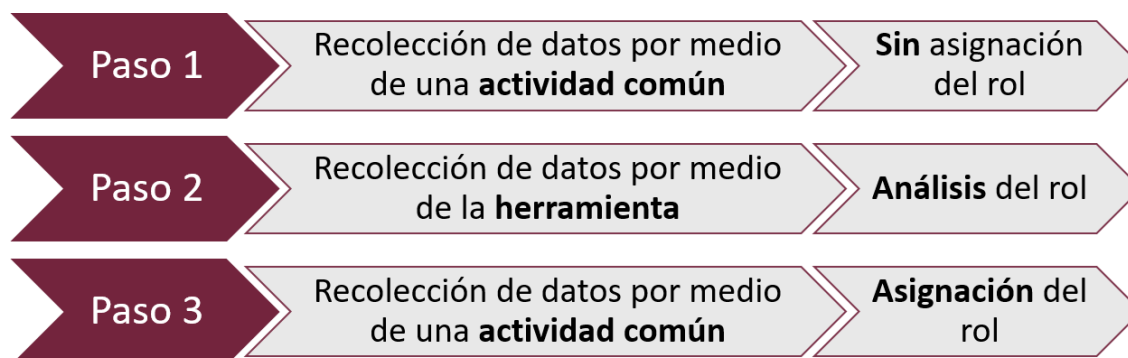


Figura 58. Pasos para la recolección de datos

A continuación, la Tabla 27 presenta el cuestionario aplicado a los objetos de estudio. Las respuestas fueron diseñadas mediante la escala de Likert (Likert, 1932) (ver Figura 59) con los siguientes valores de respuesta: 1) totalmente de acuerdo, 2) de acuerdo, 3) neutral, 4) en desacuerdo y 5) totalmente en desacuerdo; aplicada también en los estudios (Bulmer & Smith, 2009; Licorish, Philpott, & MacDonell, 2009; Weimar, Nugroho, Visser, & Plaat, 2013).

Tabla 27. Preguntas para evaluar la herramienta

Núm.	Pregunta	Pregunta de investigación	Valoración con la escala likert
1	¿Considera que se ha logrado el objetivo de la actividad?	PI1	
2	¿Considera que el rol desempeñado por su persona fu adecuado?	PI1	
3	¿Considera que el rol desempeñado por sus compañeros fue adecuado?	PI1	
4	¿Considera que la herramienta es adecuada para identificar el rol de trabajo?	P2	
5	¿Considera que la sugerencia de su rol fue adecuada?	PI3	
6	¿Considera que la sugerencia del rol para sus compañeros fue correcta?	PI2	

Núm.	Pregunta	Pregunta de investigación	Valoración con la escala likert
7	¿Considera que el desempeño del equipo fue mejor con la sugerencia de roles de la herramienta?	PI1	😊 😊 😐 😞 😞
8	¿Le parecen adecuados los roles identificados con la herramienta?	PI3	😊 😊 😐 😞 😞
9	¿La herramienta es fácil de usar?	PI4	😊 😊 😐 😞 😞
10	¿Encuentra atractivo el diseño y apariencia del entorno virtual?	PI4	😊 😊 😐 😞 😞

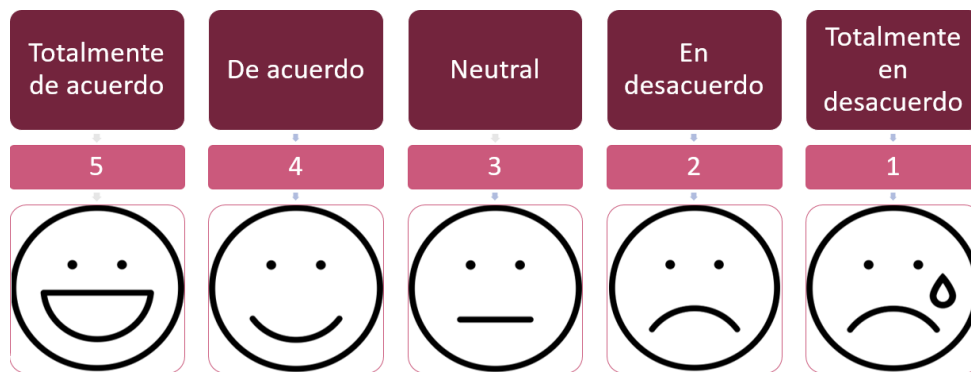


Figura 59. Escala de Likert

6.2.3. Recolección de los datos

Para la recolección de los datos del estudio de caso se realizaron los siguientes cinco pasos (ver Figura 60).

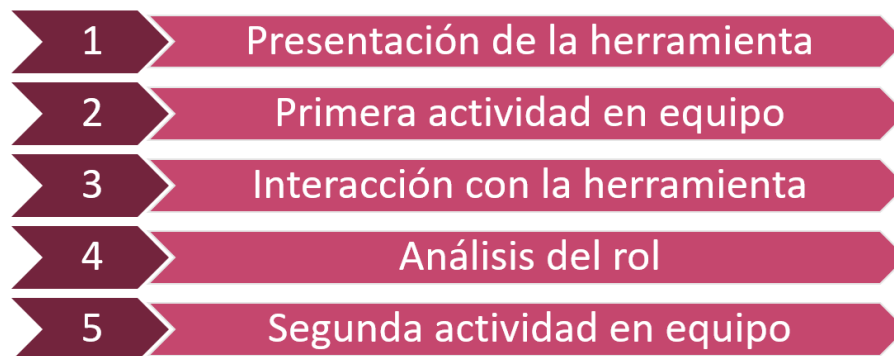


Figura 60. Pasos para la recolección de datos

Paso 1. Se llevó a cabo una reunión con los integrantes del equipo de desarrollo, con el objetivo de explicar brevemente cómo funciona la herramienta con el apoyo de una presentación.

Paso 2. Se tomaron muestras de los objetos de estudio con una actividad común, en este caso la actividad seleccionada fue la construcción de un barco de papel, propuesta en (Piedad Gasca-Hurtado, Gómez-Alvarez, Muñoz, & Mejía, 2016). En esta primera actividad la selección de los roles fue realizada por los integrantes del equipo. Al terminar la actividad se realizó una encuesta para evaluar el desempeño del equipo. Los resultados obtenidos se convirtieron en la línea base de estudio de comparación.

A continuación, se presenta un resumen de las reglas establecidas en (Piedad Gasca-Hurtado et al., 2016):

- 1) Formar un equipo por al menos tres integrantes.
- 2) Explicar los criterios de aceptación para la construcción del barco.
- 3) Proporcionar el material para la construcción del barco.
- 4) Realizar la construcción del barco, mediante diferentes fases de complejidad.
- 5) Considerar los siguientes tiempos para la construcción del barco:
 - a. En la fase 1 y 2 cinco minutos.
 - b. En la fase 3 y 4 quince minutos.
- 6) Hasta que el desarrollo de los barcos termine, un integrante del equipo realizará la verificación de los criterios de aceptación del producto en base a una hoja de validación.
- 7) Verificar y validar las métricas establecidas en cada fase.
- 8) Verificar las medidas de defectos, de acuerdo al total de errores en cada una de las fases. las siguientes formulas:
- 9) Realizar el reporte de pruebas para verificar los defectos inyectados y los defectos removidos.
- 10) Realizar la retrospectiva con el equipo.

Paso 3. Se realizó la interacción con la herramienta para identificar el rol, esto permitió analizar a cada integrante para conocer sus habilidades y conocimientos de acuerdo a las actividades realizadas en el entorno virtual. Una vez terminada la interacción con la herramienta, se determinó el mejor rol para los integrantes.

Durante la interacción con la herramienta, el equipo seleccionó un avatar e inició sesión en el entorno virtual. Una vez que todos los integrantes están listos jugaron hasta lograr el objetivo de la construcción de la máquina de Rube Goldberg.

Paso 4. Cuando los integrantes del equipo cumplen el objetivo, se realiza el análisis de las actividades realizadas en el entorno virtual. Al término del análisis se sugiere realizar la actividad del paso 2 con un rol en específico, basado los conocimientos y las habilidades demostradas en la herramienta.

Paso 5. Por último, los equipos repitieron la misma actividad del paso 2 (Piedad Gasca-Hurtado et al., 2016). Al terminar esta segunda actividad, nuevamente se les pidió a los participantes responder una última encuesta para evaluar su desempeño como equipo

Dentro de los pasos 2 y 5 se realizó la recolección de datos. Posteriormente, se procedió a realizar la interpretación de los resultados, los cuales se describen en la siguiente sección.

6.2.4. Análisis de los datos

En esta sección se realiza el análisis de los datos recolectados durante la ejecución del estudio de caso. A continuación, se presenta un resumen de las características del equipo de desarrollo (Ver Tabla 28).

Tabla 28. Descripción de los equipos de desarrollo

Característica	Equipo 01	Equipo 02
Descripción	Estudiantes de la Maestría en Ingeniería de Software de Centro de Investigación en Matemáticas, unidad Zacatecas.	
Número de integrantes	4	4
Muestra de integrantes en el estudio de caso	4	4
Experiencia en trabajo en equipo	Si	Si
Experiencia previa en los roles de trabajo	Si	Si

6.2.4.1. Resultados equipo 01

En esta sección se presentan los resultados del equipo 01, se muestra una comparativa entre los resultados obtenidos de: la primera actividad (sin asignación de roles) contra la segunda actividad (asignación de roles). En la Tabla 29 se presenta el reporte de resultados de la actividad de construcción de barcos, antes y después de la asignación de roles.

En la actividad 1 se puede apreciar que la fase con mayor cantidad de errores fue la Fase 3, y la fase con menor número de errores fue la fase 4. El recuento de errores identificados en la primera actividad fue un total de 83 errores.

En la actividad 2 se puede observar que la fase con mayor cantidad de errores fue la Fase 3, igual que en la actividad 1 resultó complicada para el equipo; por otra parte, la fase con menor número de errores fue la Fase 1. En resumen, al concluir la segunda actividad, el total de errores fue de 23, por lo que se nota como disminuyó el número de errores en comparación con la actividad 1, obteniendo una diferencia de 60 errores menos.

Tabla 29. Reporte de resultados equipo 01

Equipo 01	Resultados Actividad 1 (antes de asignación de roles)	Resultados Actividad 2 (después de asignación de roles)	Diferencia de Errores.	Tiempo de Desarrollo
Fase	Recuento de Errores por fase	Recuento de Errores por fase		
Fase 1	13	2	11	5 minutos
Fase 2	25	7	18	5 minutos
Fase 3	34	10	24	15 minutos
Fase 4	11	4	7	15 minutos
Suma de Errores por actividad	83	23	60	-

A continuación, la Tabla 30 presenta una relación en base a la asignación de roles que se llevaron a cabo antes y después de la interacción con la herramienta.

Dos de los cambios más importantes que se percibieron durante el desarrollo de las actividades fueron: 1) el cambio de rol del integrante C, porque demostró en el entorno virtual demostró habilidades clasificadas en el rol de líder de equipo; y 2) el cambio de rol del integrante A, porque demostró ser más conocimientos y apporto experiencia en la construcción de cada uno de los barcos.

Por otro lado, el integrante B se clasificó como Responsable de implementación y el integrante D se clasificó como Responsable de pruebas. En resumen, todos los integrantes del equipo cambiaron de rol para el desarrollo de la actividad II.

Tabla 30. Detalle de asignación de roles de trabajo Equipo 01

Integrante	Rol Actividad I	Rol Actividad II
Integrante A	Líder de equipo	Responsable de Desarrollo
Integrante B	Responsable de Pruebas	Responsable de Implementación
Integrante C	Responsable de Desarrollo	Líder de equipo

Integrante	Rol Actividad I	Rol Actividad II
Integrante D	Responsable de Implementación	Responsable de pruebas

El análisis de los resultados se presenta a continuación en la Tabla 31, se tomó como base los resultados de la Actividad I. El equipo 01 marcó un total de 83 errores que representa un 100% de errores, mientras que el resultado de la actividad II fue de 23 errores correspondiente a un 28% de errores. En conclusión, para las actividades I y II del equipo 01, se puede observar como su trabajo en equipo en la actividad II logró reducir la tasa de errores hasta en un 72%.

Tabla 31. Análisis de los resultados

Actividad	Total de Errores	Porcentaje de Errores
Actividad 1	83	100%
Actividad 2	23	28%
Reducción de Errores en		72%

El resultado anterior, respalda que, después de la asignación de los roles mediante la herramienta, el desempeño de los integrantes del equipo mejoró considerablemente. Por lo tanto, el equipo 01 mejoró sus resultados con la base en la sugerencia de la asignación de los roles de trabajo.

6.2.4.2. Resultados equipo 02

En esta sección se presentan los resultados del equipo 02, de la misma manera, se presenta una comparación entre los resultados obtenidos de la primera actividad (sin asignación de rol) contra la segunda actividad (asignación de roles). En la Tabla 32 se presenta el reporte de resultados de la actividad de la construcción de barcos antes y después de la asignación de roles.

El resultado de la actividad 1 expone que la fase con mayor número de errores fue la Fase 3 y la fase con menor número de errores fue la fase 4. El recuento de los errores identificados para la primera actividad fue de 72 errores.

En la actividad 2, se observa que la fase con mayor cantidad de errores fue la Fase 2 y 3, ambas con 12 errores identificados, por otra parte, la fase con menor número de errores fue la Fase 4. En conclusión, al terminar la segunda actividad, el total de errores identificados fue de 33, logrando una diferencia de 39 errores con respecto al desarrollo de la actividad I.

Tabla 32. Reporte de resultados equipo 02

Equipo 02	Resultados Actividad 1 (antes de asignación de roles)	Resultados Actividad 2 (después de asignación de roles)	Diferencia de Errores	Tiempo de Desarrollo
Fase	Recuento de Errores por fase	Recuento de Errores por fase		
Fase 1	10	7	3	5 minutos
Fase 2	25	12	13	5 minutos
Fase 3	33	12	21	15 minutos
Fase 4	4	2	2	15 minutos
Suma de Errores por actividad	72	33	39	-

La Tabla 33 muestra la relación que existió entre la asignación de roles del equipo 02. Los cambios más importantes observados en el equipo 02 fueron: 1) el cambio de rol del integrante B, porque demostró tanto en el entorno virtual como en la actividad I habilidades clasificadas en el rol de líder de equipo; 2) el cambio de rol del integrante A, porque en el desarrollo de la actividad I y en el entorno virtual mostró una destreza mayor que sus compañeros para trabajar actividades de desarrollo; y 3) el cambio de rol del integrante D, porque durante la interacción del entorno virtual realizó actividades clasificadas en el rol de pruebas.

En resumen, en este equipo tres de los cuatro integrantes cambiaron de rol para el desarrollo de la actividad II.

Tabla 33. Detalle de asignación de roles de trabajo Equipo 02

Integrante	Rol Actividad I	Rol Actividad II
Integrante A	Líder de equipo	Responsable de Implementación
Integrante B	Responsable de Pruebas	Líder de equipo
Integrante C	Responsable de Desarrollo	Responsable de Desarrollo
Integrante D	Responsable de Implementación	Responsable de Pruebas

En resultado del análisis para el equipo 02 se presenta a continuación en la Tabla 34, la línea base considerada fueron los resultados de la actividad I. El equipo 02 obtuvo un total de 72 errores en la actividad I, considerados el 100% de errores para este caso. Por otro lado, el total de errores de la Actividad II fue de 33, lo cual representa un 46% de errores. En consecuencia, de acuerdo a los resultados presentados, se observa como el equipo 02 realizó la disminución de la tasa de errores en un 54%.

Tabla 34. Análisis de los resultados Equipo 02

Actividad	Total de Errores	Porcentaje de Errores
Actividad 1	72	100%
Actividad 2	33	46%
Reducción de Errores en		54%

El resultado anterior, apoya que, después de la asignación de los roles con el apoyo de la herramienta, el desempeño de los integrantes de equipo mejoró hasta reducir la tasa de errores identificados en un 50%. Esto significa que el equipo 02 realizó un mejor trabajo después de la sugerencia de la asignación de los roles de trabajo.

6.2.5. Resultados de la encuesta de validación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del cuestionario aplicado a los integrantes del equipo que participaron en el estudio de caso.

6.2.5.1. ¿Consideras que se ha logrado el objetivo de la actividad?

La Figura 61 muestra los resultados a la pregunta 1 durante el *paso 2 (Actividad I)* de la recolección de datos, se observa que la principal repuesta entre los individuos fue “*en desacuerdo*” con un 38%, por otro lado, se observa cómo un 50%, haciendo referencia hacia las respuestas “*Totalmente de acuerdo*” y “*De acuerdo*”.

Por otro lado, durante el *paso 5 (Actividad II)* se observa en la Figura 62 como cambio el punto de vista de los participantes, obteniendo un 75% en las respuestas “*Totalmente de acuerdo*” y “*De acuerdo*” y por otra parte sólo un 25% dio una respuesta neutral acerca del cumplimiento de la actividad.

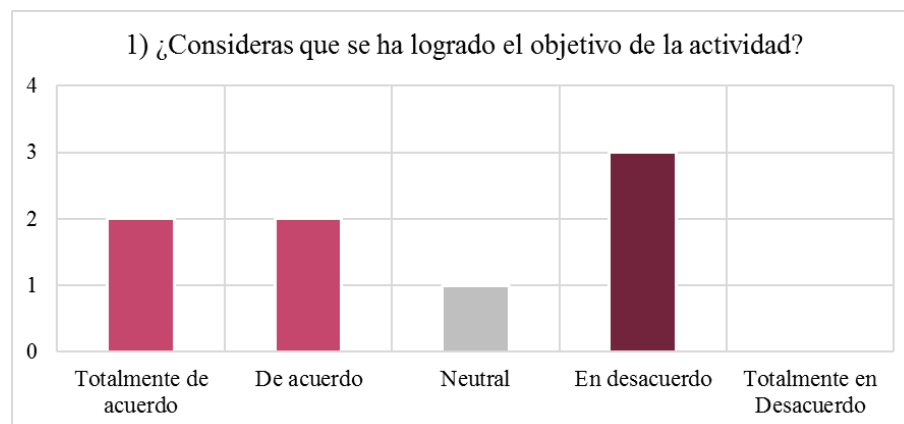


Figura 61. Respuestas de la pregunta 1 en el paso 2

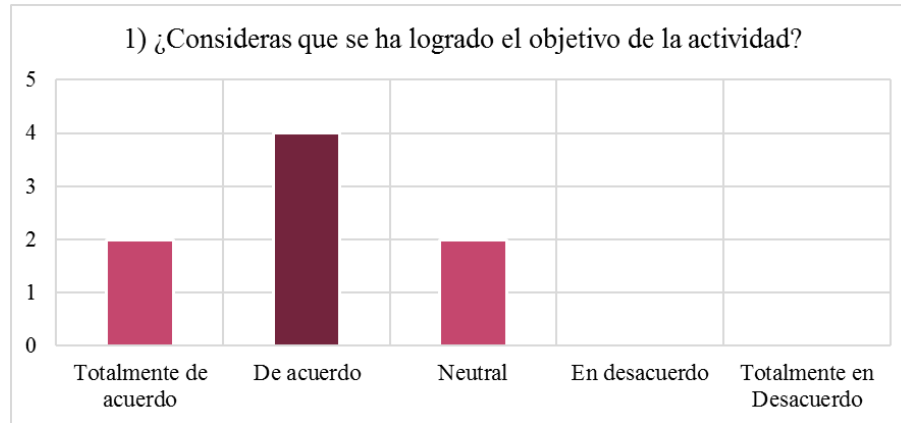


Figura 62. Respuestas de la pregunta 1 en el paso 5

6.2.5.2. ¿Consideras que tu rol desempeñado fue adecuado?

La Figura 63 muestra los resultados a la pregunta 2 en el *paso 2 (Actividad I)*, permite ver que un 63% los individuos se sintieron de forma Neutral con el rol desempeñado, por otro lado, se aprecia que un 37% de los individuos se sintieron “*Totalmente de acuerdo*” y “*De acuerdo*” con respecto a la sugerencia del rol asignado.

La Figura 64 muestra los resultados del *paso 5 (Actividad II)*, se muestra cómo cambia con la percepción acerca del desempeño del rol de los individuos, ahora un 88% respondió que se sintió “*Totalmente de acuerdo*” y “*De acuerdo*” con el rol desempeñado en la *Actividad II*. Por otro lado, solo un 12% se sintió de forma “*Neutral*” con si desempeño en el equipo.

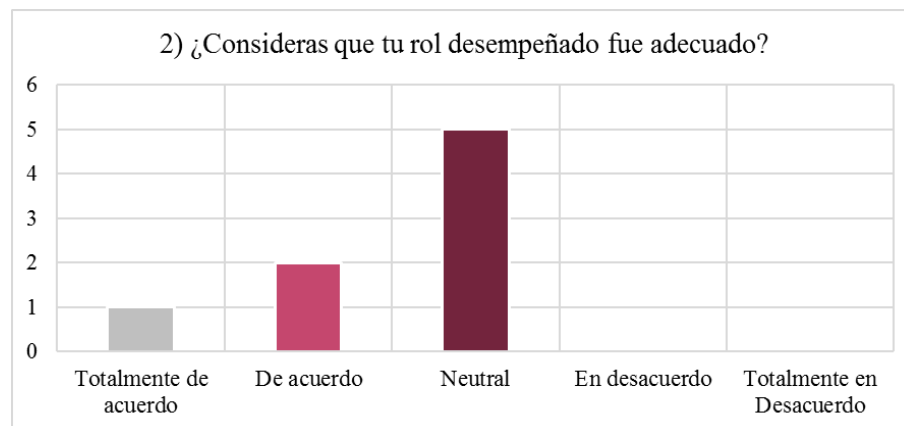


Figura 63. Respuestas de la pregunta 2 en el paso 2

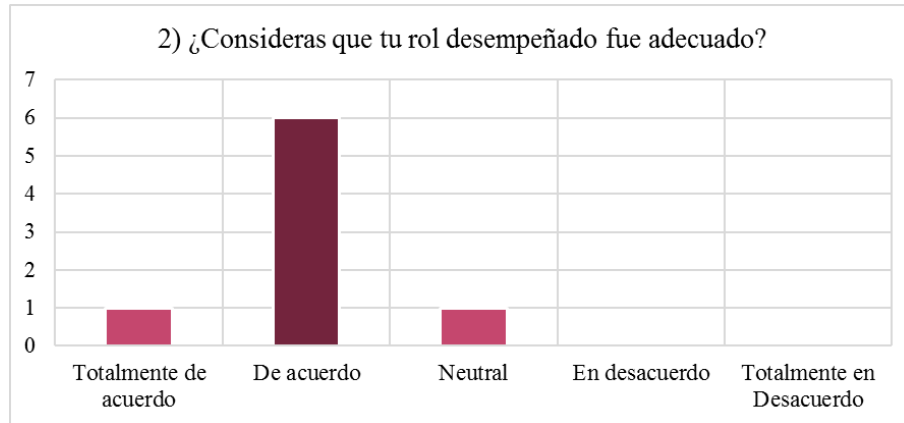


Figura 64. Respuestas de la pregunta 2 en el paso 5

6.2.5.3. ¿Consideras que el rol desempeñado por tus compañeros fue adecuado?

La Figura 65 presenta los resultados que muestran el punto de vista de cómo fue la asignación del rol para sus compañeros de equipo en la *Actividad I*, se puede ver que un 87% está “*Totalmente de acuerdo*” y “*De acuerdo*” con la asignación del rol antes de utilizar la herramienta. Por otro lado, en la Figura 66 se presentan los resultados después de utilizar la herramienta, donde se puede notar un cambio drástico en la percepción del rol desempeñado por sus compañeros con un 75% está “*Totalmente de acuerdo*” con el rol desempeñado por sus compañeros en la *Actividad II*, mientras que un 25% se mantuvo de forma “*Neutral*”.

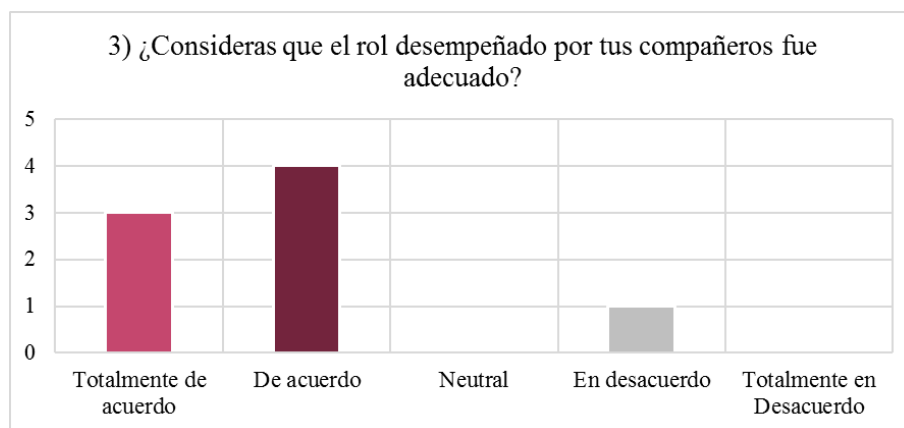


Figura 65. Respuestas de la pregunta 3 en el paso 2

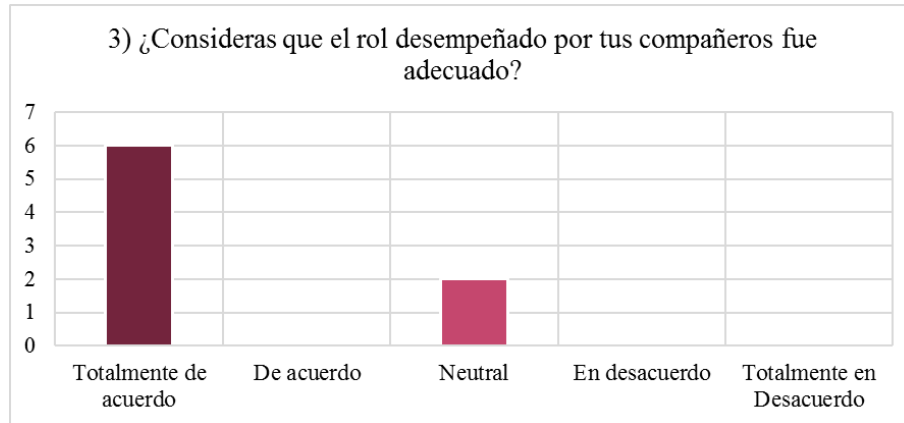


Figura 66. Respuestas de la pregunta 3 en el paso 5

6.2.5.4. ¿Consideras que la herramienta es adecuada para identificar el rol de trabajo en un equipo?

La Figura 67 muestra los resultados a la cuarta pregunta en el cuestionario, para conocer cómo los participantes consideraron la identificación del rol por medio del entorno virtual. Se aprecia que un 75% (*De acuerdo*) consideran que la identificación se realizó de forma adecuada. Mientras que un 25% (*Neutral*) considera que la identificación realizada no sufrió efecto en el equipo.

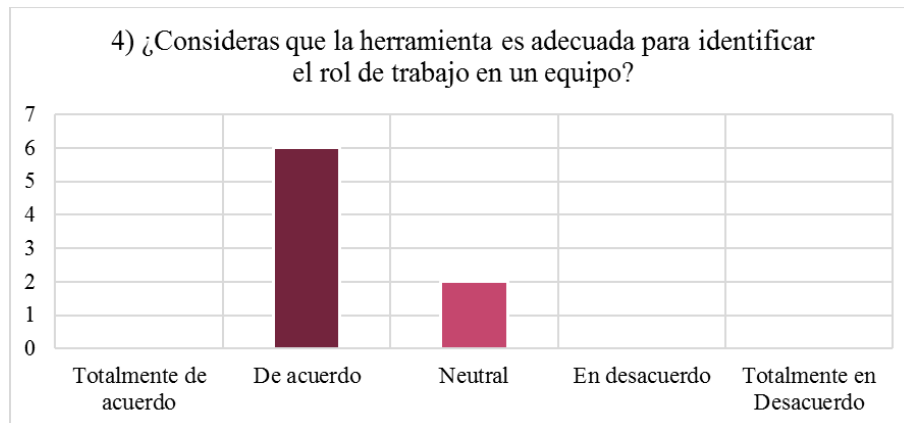


Figura 67. Respuestas de la pregunta 4

6.2.5.5. ¿Consideras que la sugerencia de tu rol fue adecuada?

La Figura 68 muestra el análisis a la respuesta 5, donde identifica si la sugerencia del rol fue adecuada a partir de la actividad realizada por segunda ocasión. Los resultados muestran que los individuos estuvieron en: “*Totalmente de acuerdo*” en un 25%, “*De acuerdo*” en un 38% y otro 37% se mantuvo de forma “*Neutral*” con respecto a la sugerencia del rol.

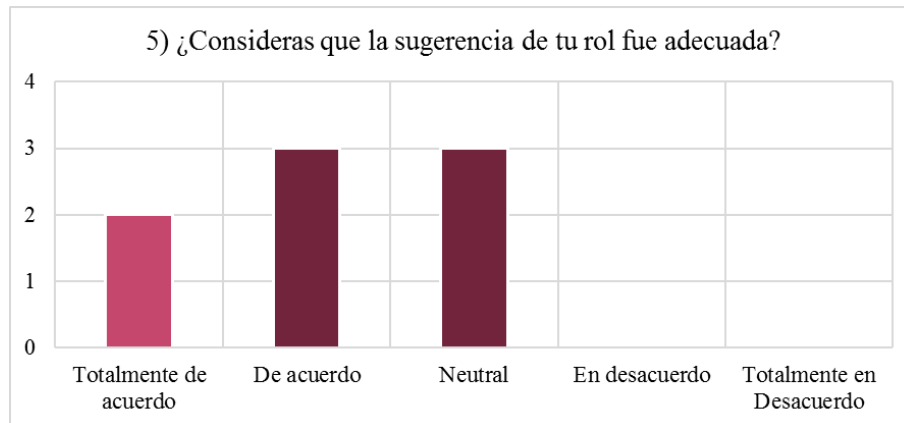


Figura 68. Respuestas de la pregunta 5

6.2.5.6. ¿Consideras que la sugerencia del rol para tus compañeros fue correcta?

La Figura 69 muestra las repuestas para la pregunta 6, donde se puede notar el punto de vista de los integrantes hacia la asignación de rol de sus compañeros. Se observa que un 63% estuvo “*Totalmente de acuerdo*” con la asignación de roles para sus compañeros de equipo, mientras que por otro lado un 25% estuvo “*De acuerdo*” y finalmente un 12% estuvo “*Neutral*”. Esto demuestra que la sugerencia para el rol fue considerada exitosa por los equipos de forma parcial.

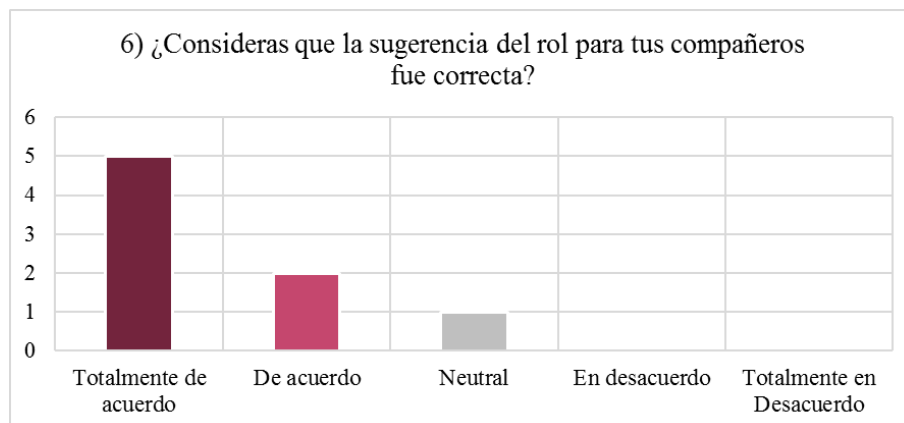


Figura 69. Respuestas de la pregunta 6

6.2.5.7. ¿Consideras que el desempeño del equipo fue mejor con la sugerencia de roles de la herramienta?

La Figura 70 presenta el resultado de la pregunta 7, donde los individuos expresaron si su desempeño fue mejor con la sugerencia de la herramienta. Se observa que un 75% respondió

que esta de “*Totalmente de acuerdo*” y “*De acuerdo*” con el desempeño de su equipo. Por otro lado, un 12% esta “*En desacuerdo*” con la sugerencia de la herramienta.

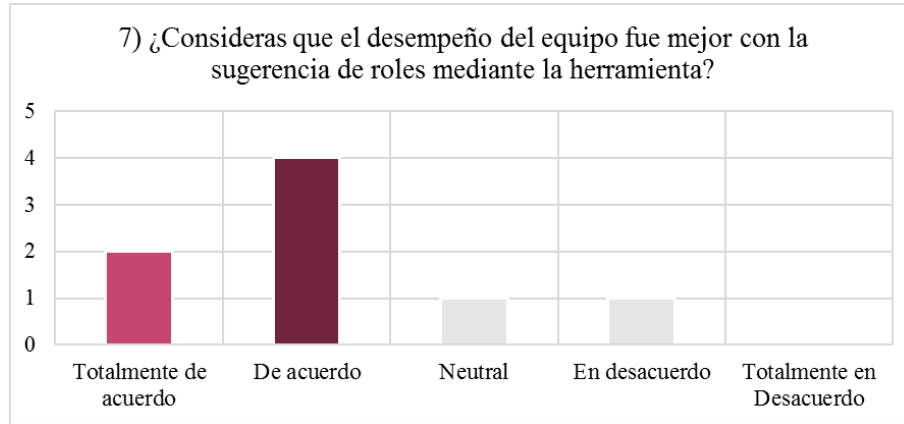


Figura 70. Respuestas de la pregunta 7

6.2.5.8. ¿Te parecen adecuados los roles identificados con la herramienta?

La Figura 71 presenta la respuesta a la pregunta 8, para saber si por parte de los individuos los roles de trabajo proporcionados por la herramienta son adecuadas para el trabajo en equipo. De acuerdo con las respuestas de los individuos, desde su punto de vista la herramienta cumple con los roles adecuados: un 50% manifestó estar “*Totalmente de acuerdo*”, un 12% estuvo “*De acuerdo*” con los roles y un 38% se quedó de forma “*Neutral*”.

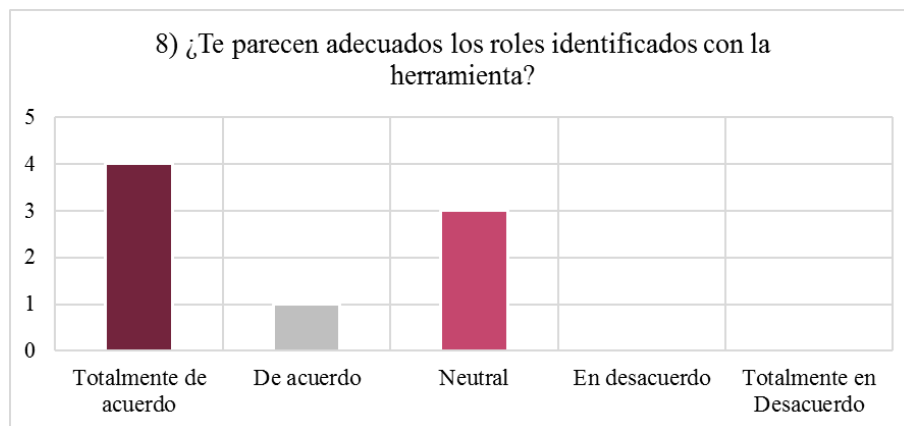


Figura 71. Respuestas de la pregunta 8

6.2.5.9. ¿La herramienta es fácil de usar?

La Figura 72 presenta los resultados acerca de la usabilidad que tiene la herramienta, desde el punto de vista de los individuos del objeto de estudio un 38% considera que la herramienta es

poco fácil de usar, un 25% considera que es fácil de usar y el resto dejó su opinión de forma neutral. En base al total de respuestas se llegó a la conclusión de que la herramienta necesita mejoras enfocadas en la facilidad de uso.

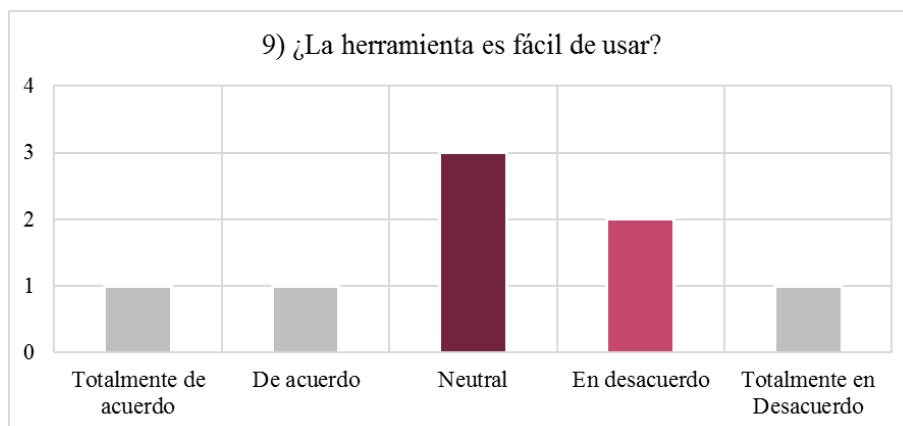


Figura 72. Respuestas de la pregunta 9

6.2.5.10. ¿Encuentras atractivo el diseño y apariencia de los elementos en el entorno virtual?

Por último, la Figura 73 muestra los resultados acerca de los elementos en el entorno virtual considerados también dentro de la parte de usabilidad de la herramienta. Se observa que la apariencia de los elementos fue de agrado para los individuos, porque un 63% estuvo “Totalmente de acuerdo” y “De acuerdo” a esta pregunta, por otro lado, 12% estuvo en “Totalmente en desacuerdo”.

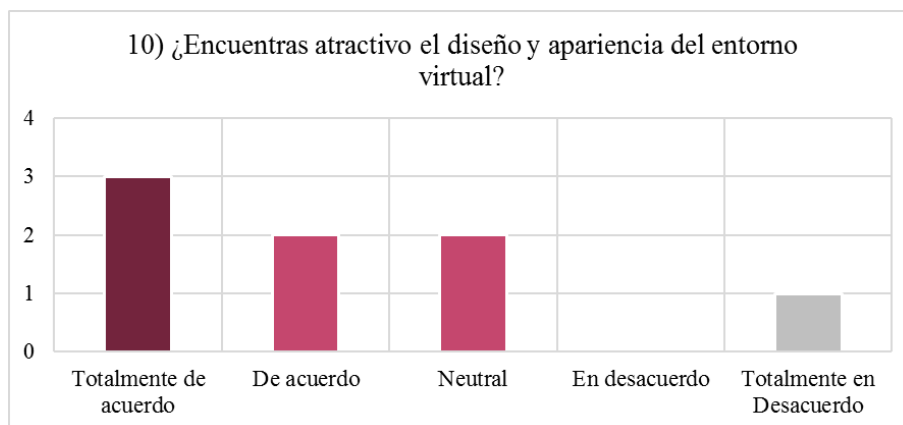


Figura 73. Respuestas de la pregunta 10

6.2.6. Reporte de resultados

En base a la aplicación del estudio de caso entre los Equipos 01 y 02, los cuales han trabajado en múltiples equipos tanto en empresas como en sus clases dentro de su formación académica, el equipo 01 se formó por estudiantes de la décima generación de la maestría en ingeniería de software, por otra parte, el equipo 02 se formó por estudiantes de la onceava generación de la maestría en ingeniería de software, ambos del centro de investigación en matemáticas.

Durante el uso de la herramienta los integrantes de los equipos demostraron una actitud diferente a la que se expresan cuando se encuentran en el salón de clases, esto indica que la aplicación de un juego para realizar actividades tanto de aprendizaje como de integración de equipos, expone a las personas a salir de su zona de confort. En consecuencia, se puede observar un comportamiento natural de las personas, que evidencia sus capacidades, conocimientos y habilidades, sin la necesidad de calificarlos en un ambiente cerrado donde se sientan observados y presionados. A partir de esto, a continuación, se presenta la interpretación de los resultados obtenidos con las encuestas para la validación de la herramienta.

- La asignación de los roles de trabajo es una actividad primordial previa a desarrollar el trabajo. Ambos equipos realizaron la asignación de roles en base a sus preferencias de compañerismo, lo que demuestra que, aunque se logra cumplir con los objetivos y metas establecidos, no siempre se realiza de forma correcta la asignación de roles. Con el cambio de roles mediante la herramienta los equipos notaron como cambió su desempeño en las actividades realizadas. Por lo tanto, la asignación debe realizarse en base a las habilidades y conocimientos de cada persona, con el fin de que un equipo logre un buen trabajo.
- La forma en la que se realizó la asignación de los roles de trabajo con la herramienta aún se encuentra en desarrollo, debido a las implicaciones técnicas que existen para el desarrollo completo de la misma. Sin embargo, mediante el respaldo teórico se logró realizar un análisis para la clasificación de cada uno de los integrantes del equipo. Para cada persona se identificaron actividades puntuales con respecto al rol de trabajo, lo que permitió clasificar a los integrantes del equipo en el rol más adecuado a su persona.
- Dentro de la herramienta aún se debe trabajar en la usabilidad para el usuario, porque dentro del estudio de caso los participantes expresaron que no era tan sencillo interactuar con la misma. Sin embargo, con la versión preliminar de la herramienta, se han obtenidos resultados positivos para la identificación de los roles de trabajo en un equipo de desarrollo de software.

A continuación, las figuras: Figura 74, Figura 75, Figura 76, Figura 77, Figura 78, Figura 79, Figura 80, Figura 81, Figura 82 y Figura 83; muestran fotos del desarrollo del estudio de caso con los dos equipos.



Figura 74. Estudio de caso-Actividad I



Figura 77. Estudio de caso Entorno Virtual



Figura 75. Estudio de caso-Actividad I



Figura 78. Estudio de caso-Entorno Virtual

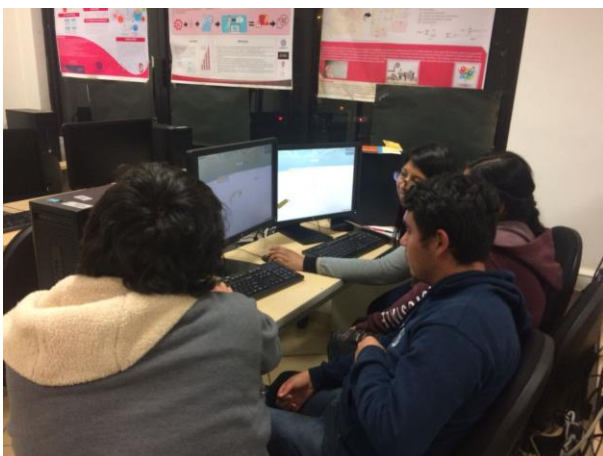


Figura 76. Estudio de caso-Entorno Virtual



Figura 79. Estudio de caso-Entorno Virtual



Figura 80. Estudio de caso-Entorno Virtual

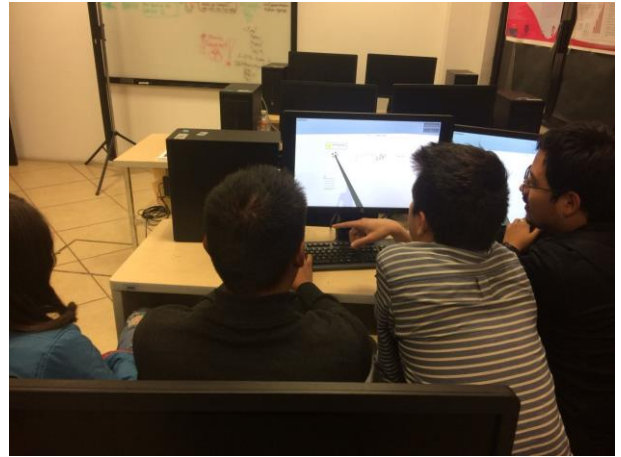


Figura 82. Estudio de caso-Entorno Virtual

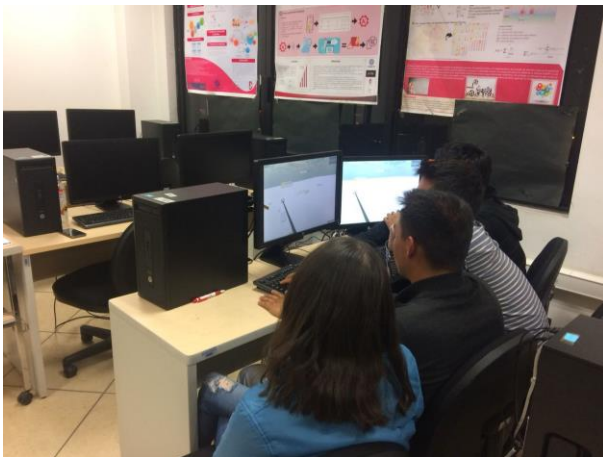


Figura 81. Estudio de caso-Entorno Virtual



Figura 83. Estudio de caso-Entorno Virtual

Capítulo 7. Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones y los logros obtenidos, se describe el trabajo futuro de la esta investigación, también se presentan los productos académicos

7.1. Conclusiones

El desarrollo de esta investigación ha resultado en la propuesta de una herramienta para la identificación de los roles de trabajo en un equipo de desarrollo de software. Por otra parte, se ha detallado que, al día de hoy, la gamificación está siendo aplicada en diferentes áreas, incluyendo la ingeniería de software, donde han comenzado a originarse propuestas en el desarrollo de productos y en la mejora de procesos de software.

También se identificó, que el uso de los elementos de gamificación ha sido estudiado con mayor amplitud en el área académica en los cursos de ingeniería de software, implementados con el apoyo de herramientas de software o aplicados directamente en el salón de clases. En este contexto, los elementos de gamificación han sido aplicados en las actividades para reforzar equipos existentes, siendo una de sus funciones principales fomentar la participación en las actividades, mejorar sus competencias y habilidades durante el juego.

Además, existen ciertos factores a tener en cuenta para seleccionar los elementos de gamificación en las propuestas de gamificación que son: 1) el entorno donde se implementarán, 2) la forma de ser aplicados y 3) el público objetivo. Debido a esto, la aplicación los elementos de gamificación puede variar dependiendo de las metas establecidas. Sin embargo, se puede emplear desde uno hasta los elementos que sean necesarios para cumplir las necesidades, demostrando que la combinación de dos o más elementos puede lograr los resultados esperados, siempre y cuando se tengan en cuenta los 3 factores previamente mencionados.

Por otra parte, aunque existen actividades para mejorar la comunicación y fomentar la entrega de actividades, todavía no se enfocan en estudiar un paso más atrás a los equipos, es decir, estudiar a cada uno de los integrantes que forman el equipo, para conocer cuáles son las capacidades con las que cuenta. Por esta razón, es importante que se desarrollen herramientas

adecuadas que permitan la identificación de los roles de trabajo y fomenten la asignación de los roles desde un inicio de las actividades en el desarrollo de software.

Finalmente, cabe mencionar que la herramienta realiza la identificación de los roles de trabajo de forma manual, es decir, una persona debe analizar el comportamiento de los integrantes durante el juego para que se pueda determinar el rol adecuado. Sin embargo, estas actividades son fácilmente reconocibles debido a la trazabilidad entre las actividades de desarrollo de software y las actividades realizadas en la herramienta.

Con respecto a los objetivos específicos se ha logrado:

- Se logró definir el estado del arte con respecto al uso de los elementos de gamificación para la creación de un equipo de desarrollo en el área de la ingeniería de software.
- Se identificaron y analizaron los principales elementos de gamificación utilizados en el trabajo en la ingeniería de software, los cuales fueron presentados en los resultados de la revisión sistemática.
- Se identificaron y analizaron las principales actividades de los roles de trabajo definidos en TSPi, y se realizó una trazabilidad de actividades de desarrollo contra actividades en la propuesta de trabajo.
- Se realizó una comparativa de los principales trabajos relacionados encontrados en los dos temas principales de esta investigación: 1) uso de elementos de gamificación para la creación de equipos y 2) principales actividades para la construcción de equipos.
- Se desarrolló una herramienta que apoya la identificación de los roles de trabajo entre los integrantes de un equipo de desarrollo de software.
- Se validó el uso de la herramienta mediante un estudio de caso, aplicado a ocho participantes divididos en dos equipos, demostrando que la herramienta cumplió el objetivo para identificar los roles entre los participantes.

Con el apoyo de la comparativa de los trabajos relacionados se concluye que existen pocos estudios que clasifican a las personas en el rol que mejor se adecua a ellos con el apoyo de técnicas de gamificación, por lo tanto, aun no cubren completamente las características para asignar el rol de trabajo efectivamente en un equipo de desarrollo de software, tal como lo hace esta propuesta presentada.

7.2. Trabajo futuro

Como trabajo futuro se plantea mejorar la funcionalidad de la herramienta del entorno virtual, con las siguientes adecuaciones:

- Realizar la identificación de los roles de trabajo de forma automática.

- Agregar elementos de gamificación para que los jugadores se sientan más atraídos a realizar las actividades en el juego.
- Integrar los productos de salida correspondientes a cada una de las fases de desarrollo en el entorno virtual.

7.3. Logros académicos

A continuación, se muestran los logros académicos obtenidos a partir de la presente investigación, los cuales son presentados en las secciones: 1) productos académicos, 2) ponencias en congresos y 3) estancias de investigación.

7.3.1. Productos académicos

A continuación, en la Tabla 35 se muestran los productos académicos logrados durante el desarrollo de esta investigación, se presenta un total de siete artículos aceptados y publicados en revistas internacionales, una presentación de un poster en el congreso estudiantil internacional de psicología y una participación como evaluador/revisor de un artículo de la revista Formación Universitaria.

Tabla 35. Productos académicos logrados

Referencia.	Producto académico	Tipo de producto académico
(L. Hernández, Muñoz, Mejía, & Peña, 2016)	Hernández Luis, Muñoz Mirna, Mejía Jezreel & Peña Adriana. (2016). Gamificación en equipos de trabajo en la ingeniería de software: Una revisión sistemática de la literatura Gamification in software engineering teamworks: A Systematic Literature Review. International Conference on Software Process Improvement (CIMPS) 2016, 1-8. https://dx.doi.org/10.1109/CIMPS.2016.7802799	Artículo Publicado
(L. Hernández, Muñoz, Mejía, et al., 2017)	Hernández Luis, Muñoz Mirna, Mejía Jezreel, Peña Adriana, Rangel Nora, & Torres Carlos. (2017). Una Revisión Sistemática de la Literatura Enfocada en el uso de Gamificación en Equipos de Trabajo en la Ingeniería de Software. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, (21), pp 33-50. https://dx.doi.org/10.17013/risti.21.33-50	Artículo Publicado
(Rangel et al., 2017a)	Rangel Nora, Torres Carlos, Peña Adriana, Muñoz Mirna, Jezreel Mejía, Hernández Luis. (2017). Efectos de los estilos interactivos en los miembros de un equipo	Poster Presentado

Referencia.	Producto académico	Tipo de producto académico
	en el proceso de desarrollo de software. Congreso estudiantil internacional de Psicología interconductual. CEIPI2017	
(L. Hernández, Muñoz, Mejía, Peña, Rangel, et al., 2017)	Hernández Luis, Muñoz Mirna, Mejía Jezreel, Peña Adriana, Rangel Nora, & Torres Carlos. (2017). Aplicación de elementos de gamificación en equipos de trabajo en la ingeniería de software. Application of gamification elements in software engineering teamwork. 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI) https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975916	Artículo Publicado
(Muñoz, Hernández, Mejía, Peña, et al., 2017)	Muñoz Mirna, Hernández Luis, Mejía Jezreel, Peña Adriana, Rangel Nora, Torres Carlos, Gabriele Sauberer. (2017). A Model to Integrate Highly Effective Teams for Software Development. European Conference on Software Process Improvement EuroSPI 2017: Systems, Software and Services Process Improvement pp 613-626. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_51	Artículo Publicado
(Muñoz, Hernández, Mejía, Gasca-Hurtado, & Gómez-Alvarez, 2017)	Muñoz Mirna, Hernández Luis, Mejía Jezreel, Gasca-Hurtado Gloria Piedad, Gómez-Álvarez María Clara. (2017). State of the Use of Gamification Elements in Software Development Teams. European Conference on Software Process Improvement EuroSPI 2017: Systems, Software and Services Process Improvement pp 249-258. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_20	Artículo Publicado
(Muñoz, Hernández, Mejía, Gasca-Hurtado, et al., 2017)	Rangel Nora, Torres Carlos, Peña Adriana, Muñoz Mirna, Mejía Jezreel, Hernández Luis. Team members' interactive styles involved in the software development process (2017). European Conference on Software Process Improvement EuroSPI 2017: Systems, Software and Services Process Improvement pp 675-685 https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_56	Artículo Publicado
(L. Hernández, Muñoz, Mejía, Peña, Calvo-Manzano, et al., 2017)	Hernández Luis, Muñoz Mirna, Mejía Jezreel, Peña Adriana, Calvo-Manzano Jose A., San Feliu Tomas. (2017). Propuesta para la Identificación de Roles de Trabajo en Equipos en la Ingeniería de Software a través de la Construcción de una Máquina de Rube Goldberg Virtual Proposal for Identifying Teamwork Roles in Software Engineering through the Construction of a	Artículo Publicado

Referencia.	Producto académico	Tipo de producto académico
	Virtual Rube Goldberg Machine. International Conference on Software Process Improvement (CIMPS) 2017.	
No aplica	Función de evaluador y revisor del artículo 5733FU-17 a petición del Dr. José O. Valderrama Editor de la revista “Formación Universitaria” del Centro de Información Tecnológica de Chile, reconocido por el Consejo Nacional Chileno de Ciencia y Tecnología (CONICYT), con índices internacionales en la biblioteca electrónica Scielo y la revista Scopus.	Constancia de Evaluación del Artículo

7.3.2. Ponencias en congresos

Con el desarrollo de esta investigación se logró realizar dos ponencias en congresos y el desarrollo de un taller académico, los cuales se detallan a continuación en la Tabla 36.

Tabla 36. Ponencias en congresos logradas

Logro	Congreso	Detalle	Producto
Ponencia	5to Congreso Internacional en Mejora de Procesos de Software (CIMPS 2016)	Ponencia para presentar los resultados obtenidos de la revisión sistemática de la literatura, del cual se estableció el estado del arte con respecto al uso de los elementos de gamificación en equipos en la ingeniería de software.	(L. Hernández et al., 2016)
Ponencia	6to Congreso Internacional en Mejora de Procesos de Software (CIMPS 2017)	Ponencia para presentar la propuesta de herramienta para desarrollar una máquina virtual de Rube Goldberg con el objetivo de identificar los roles de trabajo en un equipo de desarrollo en la ingeniería de software, apoyado de las actividades descritas en la metodología de TSPI.	(L. Hernández, Muñoz, Mejía, Peña, Calvo-Manzano, et al., 2017)
Instructor	6to Congreso Internacional en Mejora de Procesos de Software (CIMPS 2017)	Instructor en el taller académico bajo el título “Introducción a Unity 3D”, en el cual se abordaron los conceptos básicos para el manejo de los diferentes componentes en Unity 3D.	Reconocimiento de participación como instructor del taller por parte del comité organizador del congreso.

7.3.3. Estancias de investigación

Se logró realizar una estancia de investigación en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid, en el departamento de lenguajes y sistemas informáticos e ingeniería de software.

El objetivo de la estancia fue realizar la validación de la propuesta de la herramienta con la colaboración de los doctores José A. Calvo-Manzano y Tomas San Feliu. Durante la estancia académica se realizaron las siguientes actividades para apoyar la evaluación de la propuesta con respecto a la creación de la herramienta para identificar los roles de trabajo en un equipo de desarrollo.

1. Exposición de tema de tesis para obtener retroalimentación del trabajo.
2. Refinamiento de las ideas para crear la herramienta logrando la identificación de los roles en un equipo de desarrollo de software.
3. Cierre del capítulo 4 de la tesis.
4. Desarrollo de un artículo para presentar la propuesta de trabajo de esta investigación en el 6to Congreso Internacional en Mejora de Procesos de Software.

Referencias

- Abdullah, N. A. S., Rusli, N. I. A., & Ibrahim, M. F. (2014). Mobile Game Size Estimation. *2014 IEEE Conference on Open Systems (ICOS)*, 42–47.
- Akpolat, B. S., & Slany, W. (2014). Enhancing software engineering student team engagement in a high-intensity extreme programming course using gamification. *2014 IEEE 27th Conference on Software Engineering Education and Training, CSEE and T 2014 - Proceedings*, 149–153. <https://doi.org/10.1109/CSEET.2014.6816792>
- Ali, Z., & Usman, M. (2017). A framework for game engine selection for gamification and serious games. *FTC 2016 - Proceedings of Future Technologies Conference*, (December), 1199–1207. <https://doi.org/10.1109/FTC.2016.7821753>
- Alsaedi, O., Toups, Z., & Cook, J. (2016). Can a team coordination game help student software project teams? In *Proceedings - 9th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, CHASE 2016* (pp. 33–39). <https://doi.org/10.1145/2897586.2897594>
- Andreoli, R., Erra, U., & Dipartimento, I. (2005). Interactive 3D Environments by using videogame engines.
- Bartel, A., Figas, P., & Hagel, G. (2015). Towards a Competency-based Education with Gamification Design Elements. *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play - CHI PLAY '15*, 457–462. <https://doi.org/10.1145/2793107.2810325>
- Bei, J. L. (2013). The selection of incentive team-based reward model. *International Conference on Management Science and Engineering - Annual Conference Proceedings*, 987–992. <https://doi.org/10.1109/ICMSE.2013.6586398>
- Benefield, G. A., Shen, C., & Leavitt, A. (2016). Virtual Team Networks: How Group Social Capital Affects Team Success in a Massively Multiplayer Online Game. *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing - CSCW '16*, 677–688. <https://doi.org/10.1145/2818048.2819935>
- Berklings, K. (2016). Gamification Behind the Scenes Designing a Software Engineering Course. Designing Games for Improving the Software Development Process. In *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 583, pp. 274–292).

<https://doi.org/10.1007/978-3-319-29585-5>

- Bozanta, A., Kutlu, B., Nowlan, N., & Shirmohammadi, S. (2016). Effects of serious games on perceived team cohesiveness in a multi-user virtual environment. *Computers in Human Behavior*, 59, 380–388. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.02.042>
- Buisman, A. L. D., & van Eekelen, M. C. J. D. (2014). Gamification in educational software development. *Proceedings of the Computer Science Education Research Conference on - CSERC '14*, VV, 9–20. <https://doi.org/10.1145/2691352.2691353>
- Bulmer, L., & Smith, J. H. (2009). The Use of LEGO ® SERIOUS PLAY™ in the Engineering Design Classroom, 1–6.
- Burke, B. (2014). *Gamify How Gamification Motivates People to do Extraordinary Things*. Bibliomotion, Inc.
- Chen, J., Qiu, G., Yuan, L., Zhang, L., & Lu, G. (2011). Assessing Teamwork Performance in Software Engineering Education: A Case in a Software Engineering Undergraduate Course. *2011 18th Asia-Pacific Software Engineering Conference*, 17–24. <https://doi.org/10.1109/APSEC.2011.50>
- Chen, P. C., Chern, C. C., & Chen, C. Y. (2012). Software project team characteristics and team performance: Team motivation as a moderator. *Proceedings - Asia-Pacific Software Engineering Conference, APSEC, 1*, 565–570. <https://doi.org/10.1109/APSEC.2012.152>
- Chou, Y.-K. (2015). *Actionable Gamification Beyond Points, Badges, and Leaderboards*. Octalysis Media.
- Christel, M. G., Stevens, S. M., Maher, B. S., Brice, S., Champer, M., Jayapalan, L., ... Lomas, D. (2012). RumbleBlocks: Teaching science concepts to young children through a unity game. *Proceedings of CGAMES'2012 USA - 17th International Conference on Computer Games: AI, Animation, Mobile, Interactive Multimedia, Educational and Serious Games*, 162–166. <https://doi.org/10.1109/CGames.2012.6314570>
- Daily, B. M. (2011). *17 Team Building Ideas: The team building kit for managers with team building exercises, activities and games to build winning teams today!* (B. M. Daily, Ed.). TradePub Powered by NetLine Corporation. Retrieved from https://sf.tradepub.com/free/w_bush02/
- Daily, B. M. (2014). *Team Building Toolkit*. TradePub Powered by NetLine Corporation. Retrieved from https://sf.tradepub.com/free/w_bush50/
- De O. Melo, C., Santana, C., & Kon, F. (2012). Developers motivation in agile teams. *Proceedings - 38th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications, SEAA 2012*, 376–383. <https://doi.org/10.1109/SEAA.2012.45>
- Dorling, A., & McCaffery, F. (2012). The gamification of SPICE. *Communications in Computer and Information Science*, 290 CCIS, 295–301. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30439-2_35

- Dubois, D. J., & Tamburrelli, G. (2013). Understanding gamification mechanisms for software development. *Proceedings of the 2013 9th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*, 659. <https://doi.org/10.1145/2491411.2494589>
- Dutra, A. C. S., Prikladnicki, R., & Franca, C. (2015). What Do We Know about High Performance Teams in Software Engineering? Results from a Systematic Literature Review. *2015 41st Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, 183–190. <https://doi.org/10.1109/SEAA.2015.24>
- Easterbrook, S., Singer, J., Storey, M., & Damian, D. (2002). Selecting Empirical Methods for Software Engineering Research.
- Ellis, J. B., Luther, K., Bessiere, K., & Kellogg, W. a. (2008). Games for Virtual Team Building. *Proceedings of the 7th ACM Conference on Designing Interactive Systems - DIS '08*, 295–304. <https://doi.org/10.1145/1394445.1394477>
- Estacio, B., Prikladnicki, R., Mora, M., Notari, G., Caroli, P., & Olchik, A. (2014). Software kaizen: Using agile to form high-performance software development teams. *Proceedings - 2014 Agile Conference, AGILE 2014*, 1–10. <https://doi.org/10.1109/AGILE.2014.10>
- García Álvarez, M. P., & Anguiano, J. (2012). Gamificación - El negocio de la diversión. *BBVA Innovation Edge*, 64. Retrieved from <https://www.centrodeinnovacionbbva.com/innovation-edge/2-gamificacion>
- Guenaga, M., Eguiluz, A., Rayon, A., Nunez, A., & Quevedo, E. (2014). A serious game to develop and assess teamwork competency. *2014 International Symposium on Computers in Education, SIIE 2014*, 183–188. <https://doi.org/10.1109/SIIE.2014.7017727>
- H. Gaynor, G. (2015). Identifying Team Members. *IEEE Engineering Management Review*, 43(4), 7–9. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1109/EMR.2015.7433677>
- Häkkinen, P., Bluemink, J., Juntunen, M., & Laakkonen, I. (2012). Multiplayer 3D game in supporting team-building activities in a work organization. *Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2012*, 430–432. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2012.242>
- Hernández, E., Colomo Palacios, R., & de Amescua Seco, A. (2010). Gamiware: A Gamification Platform for Software Process Improvement. *Communications in Computer and Information Science*, 99, 233–244. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-15666-3>
- Hernández, L., Muñoz, M., Mejia, J., & Peña, A. (2016). Gamification in software engineering teamworks: A systematic literature review. In *2016 International Conference on Software Process Improvement (CIMPS)* (pp. 1–8). <https://doi.org/10.1109/CIMPS.2016.7802799>
- Hernández, L., Muñoz, M., Mejia, J., Peña, A., Calvo-Manzano, J. A., & San Feliu, T. (2017). Propuesta para la identificación de los roles de trabajo en equipos en la ingeniería de software a través de la construcción de una máquina de Rube Goldberg virtual. Proposal for identifying teamwork roles in software engineering through the construction. In *2017 International Conference on Software Process Improvement (CIMPS)*.

- Hernández, L., Muñoz, M., Mejía, J., Peña, A., Rangel, N., & Torres, C. (2017). Application of gamification elements in software engineering teamwork. In *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1–7). <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975916>
- Hernández, L., Muñoz, M., Mejía, J., Peña, A., Rangel, N., & Torres, C. (2017). Una Revisión Sistemática de la Literatura Enfocada en el uso de Gamificación en Equipos de Trabajo en la Ingeniería de Software. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas E Tecnologías de Informação*, 33–50. Retrieved from http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952017000100004&nrm=iso
- Humphrey, W. S. (2006). *Introduction to the Team Software Process*. Addison-Wesley.
- Iosup, A., & Epema, D. (2014). An experience report on using gamification in technical higher education. *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education - SIGCSE '14*, (2008), 27–32. <https://doi.org/10.1145/2538862.2538899>
- Jovanovic, M., Mesquida, A.-L., & Antònia, M. (2010). Process Improvement with Retrospective Gaming in Agile Software Development. *Communications in Computer and Information Science*, 99, 233–244. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-15666-3>
- Jurado, J. L., Fernandez, A., & Collazos, A. C. (2015). Applying gamification in the context of knowledge management. *15th International Conference on Knowledge Technologies and Data-Driven Business, I*, 10–13. <https://doi.org/10.1145/2809563.2809606>
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education* (1st ed.). Pfeiffer & Company.
- Kim, H., Kang, Y., Shin, S., Kim, I., & Han, S. (2014). Collaborative visualization of a warfare simulation using a commercial game engine. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8526 LNCS(PART 2), 390–401. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07464-1_36
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature reviews in Software Engineering. *Engineering*, 45(4ve), 1051. <https://doi.org/10.1145/1134285.1134500>
- Knutas, A., Ikonen, J., Maggiorini, D., Ripamonti, L., & Porras, J. (2014). Creating Software Engineering Student Interaction Profiles for Discovering Gamification Approaches to Improve Collaboration. *International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech '14*, 378–385. <https://doi.org/10.1145/2659532.2659612>
- Knutas, A., Ikonen, J., Nikula, U., & Porras, J. (2014). Increasing collaborative communications in a programming course with gamification. *Proceedings of the 15th International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech '14*, 883, 370–377. <https://doi.org/10.1145/2659532.2659620>
- Korn, O., Funk, M., & Schmidt, A. (2015a). Design approaches for the gamification of

- production environments. *Proceedings of the 8th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments - PETRA '15*, 1–7. <https://doi.org/10.1145/2769493.2769549>
- Korn, O., Funk, M., & Schmidt, A. (2015b). Towards a Gamification of Industrial Production. A Comparative Study in Sheltered Work Environments, (JUNE), 84–93. <https://doi.org/10.1145/2774225.2774834>
- Kosa, M., & Yilmaz, M. (2010). Designing Games for Improving the Software Development Process. Systems, Software and Services Process Improvement. *Communications in Computer and Information Science*, 99, 233–244. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-15666-3>
- Latulipe, C., Long, N. B., & Seminario, C. E. (2015). Structuring Flipped Classes with Lightweight Teams and Gamification. *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 392–397. <https://doi.org/10.1145/2676723.2677240>
- Licorish, S., Philpott, A., & MacDonell, S. G. (2009). Supporting agile team composition: A prototype tool for identifying personality (in)compatibilities. *Proceedings of the 2009 ICSE Workshop on Cooperative and Human Aspects on Software Engineering, CHASE 2009*, 66–73. <https://doi.org/10.1109/CHASE.2009.5071413>
- Likert, R. (1932). *A Technique for the Measurement of Attitudes*. New York: The Science Press.
- Lukosch, H., Nuland, B. van, Ruijven, T. van, Veen, L. van, & Verbraeck, A. (2014). Building a Virtual World for Team Work Improvement (pp. 60–68). https://doi.org/10.1007/978-3-319-04954-0_8
- Lynch, T. D., Herold, M., Bolinger, J., Deshpande, S., Bihari, T., Ramanathan, J., & Ramnath, R. (2011). An agile boot camp: Using a LEGO®-based active game to ground agile development principles. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/FIE.2011.6142849>
- Marshall, W., & Morgan, H. (2000). Team Building without Time Wasting. In *Coaching for Leadership: How the World's Greatest Coaches Help Leaders Learn* (p. 7).
- Matturro, G., Raschetti, F., & Fontán, C. (2015). Soft skills in software development teams: A survey of the points of view of team leaders and team members. *Proceedings - 8th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, CHASE 2015*, 101–104. <https://doi.org/10.1109/CHASE.2015.30>
- Messaoudi, F., Simon, G., & Ksentini, A. (2016). Dissecting games engines: The case of Unity3D. *Annual Workshop on Network and Systems Support for Games, 2016-Janua*. <https://doi.org/10.1109/NetGames.2015.7382990>
- 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. In J. Stolfa, S. Stolfa, R. V O'Connor, & R. Messnarz (Eds.), *Systems, Software and Services Process*

Improvement: 24th European Conference, EuroSPI 2017, Ostrava, Czech Republic, September 6--8, 2017, Proceedings (pp. 249–258). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_20

Muñoz, M., Hernández, L., Mejía, J., Peña, A., Rangel, N., Torres, C., & Sauberer, G. (2017). A Model to Integrate Highly Effective Teams for Software Development. In J. Stolfa, S. Stolfa, R. V O'Connor, & R. Messnarz (Eds.), *Systems, Software and Services Process Improvement: 24th European Conference, EuroSPI 2017, Ostrava, Czech Republic, September 6--8, 2017, Proceedings* (pp. 613–626). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_51

Muñoz, M., Mejía, J., Peña, A., & Rangel, N. (2016). Establishing Effective Software Development Teams: An Exploratory Model. *Communications in Computer and Information Science*, 425, 13–24. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44817-6_6

Noh, S. S., Hong, S. D., & Park, J. W. (2006). Using a game engine technique to produce 3D entertainment contents. *Proceedings - 16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence - Workshops, ICAT 2006*, 246–251. <https://doi.org/10.1109/ICAT.2006.139>

O'Donovan, S., Gain, J., & Marais, P. (2013). A case study in the gamification of a university-level games development course. *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference on - SAICSIT '13*, 242–251. <https://doi.org/10.1145/2513456.2513469>

Osborne O'Hagan, A., Coleman, G., & O'Connor, R. V. (2014). Software Development Processes for Games: A Systematic Literature Review, 425(June), 182–193. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43896-1_16

Pavkov, S., Franković, I., & Hoić-Božić, N. (2017). Comparison of game engines for serious games. *2017 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2017 - Proceedings*, 728–733. <https://doi.org/10.23919/MIPRO.2017.7973518>

Piedad Gasca-Hurtado, G., Gómez-Alvarez, M. C., Muñoz, M., & Mejía, J. (2016). Gamification Proposal for Defect Tracking in Software Development Process. *Systems, Software and Services Process Improvement*, 633, 212–224. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44817-6>

Polančec, D., & Mekterović, I. (2017). Developing MOBA games using the Unity game engine. *Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), 2017 40th International Convention*, 1510–1515. <https://doi.org/https://doi.org/10.23919/MIPRO.2017.7973661>

Poy-Castro, R., Mendaña-Cuervo, C., & González, B. (2015). Diseño y evaluación de un juego serio para la formación de estudiantes universitarios en habilidades de trabajo en equipo. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas E Tecnologías de Informação*, (E3), 71–83. <https://doi.org/10.17013/risti.e3.71-83>

- Rangel, N., Torres, C., Peña, A., Muñoz, M., Mejia, J., & Hernández, L. (2017a). Efectos de los estilos interactivos en los miembros de un equipo en el proceso de desarrollo de software. In *Congreso estudiantil internacional de Psicología interconductual. CEIPI2017*.
- Rangel, N., Torres, C., Peña, A., Muñoz, M., Mejia, J., & Hernández, L. (2017b). Team Members' Interactive Styles Involved in the Software Development Process. In J. Stolfa, S. Stolfa, R. V O'Connor, & R. Messnarz (Eds.), *Systems, Software and Services Process Improvement: 24th European Conference, EuroSPI 2017, Ostrava, Czech Republic, September 6--8, 2017, Proceedings* (pp. 675–685). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64218-5_56
- Ribes Iñesta, E. (1990). El problema de las diferencias individuales: un análisis conceptual de la personalidad. In *Problemas conceptuales en el análisis del comportamiento* (pp. 231–253). México: Trillas.
- Ribes Iñesta, E. (2009). La personalidad como organización de los estilos interactivos. *Revista Mexicana de Psicología ISSN:*, 26(2), 145–161.
- Rube Goldberg, I. (2016). Rube Goldberg Machine Contest © 2016 Official Rule Book, (July 2015), 1–19.
- 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>
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación* (4th ed.). LUMEN LVMANITAS.
- Schweiger, N., Meusburger, K., Hlavacs, H., & Sprung, M. (2014). Jumru 5s -- A Game Engine for Serious Games. In M. Ma, M. F. Oliveira, & J. Baalsrud Hauge (Eds.), *Serious Games Development and Applications: 5th International Conference, SGDA 2014, Berlin, Germany, October 9-10, 2014. Proceedings* (pp. 107–118). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11623-5_10
- Söbke, H., & Streicher, A. (2016). Serious Games Architectures and Engines. In R. Dörner, S. Göbel, M. Kickmeier-Rust, M. Masuch, & K. Zweig (Eds.), *Entertainment Computing and Serious Games: International GI-Dagstuhl Seminar 15283, Dagstuhl Castle, Germany, July 5-10, 2015, Revised Selected Papers* (pp. 148–173). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46152-6_7
- Stanculescu, L. C., Bozzon, A., Sips, R.-J., & Houben, G. (2016). Work and Play: An Experiment in Enterprise Gamification. *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing - CSCW '16*, 345–357. <https://doi.org/10.1145/2818048.2820061>
- Steffens, F., Marczak, S., Filho, F. F., Treude, C., Singer, L., Redmiles, D., & Al-ani, B. (2015). Using Gamification as a Collaboration Motivator for Software Development Teams : A Preliminary Framework, 48–55.
- Teh, A., Baniassad, E., Van Rooy, D., & Boughton, C. (2012). Social psychology and software

teams: Establishing task-effective group norms. *IEEE Software*, 29(4), 53–58.
<https://doi.org/10.1109/MS.2011.157>

The Standish Group International. (2016). *Chaos Report 2016, The Winning Hand*.

ThinkerLab. (2015). Easy Rube Goldberg Ideas: Easy Rube Goldberg Machine for Kids. Retrieved February 8, 2017, from <https://www.youtube.com/watch?v=ICv5owYrW4w>

Unkelos-Shpigel, N., & Hadar, I. (2015). Gamifying software engineering tasks based on cognitive principles: The case of code review. *Proceedings - 8th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering, CHASE 2015*, 119–120.
<https://doi.org/10.1109/CHASE.2015.21>

Uskov, A., & Sekar, B. (2014). Serious games, gamification and game engines to support framework activities in engineering: Case studies, analysis, classifications and outcomes. *IEEE International Conference on Electro Information Technology*, 618–623.
<https://doi.org/10.1109/EIT.2014.6871836>

Valdez Gómez, E., & Peña, A. (2014). *Desarrollo de un prototipo de entorno virtual colaborativo 3D para el estudio de la interacción entre usuarios*. Universidad de Guadalajara.

Vasudevamurt, V. B., & Uskov, A. (2015). Serious game engines: Analysis and applications. *IEEE International Conference on Electro Information Technology, 2015–June*, 440–445.
<https://doi.org/10.1109/EIT.2015.7293381>

Volkswagen. (2010). The Speed Camera Lottery. Retrieved from <http://www.thefuntheory.com/speed-camera-lottery-0>

Weimar, E., Nugroho, A., Visser, J., & Plaat, A. (2013). Towards high performance software teamwork. *Proceedings of the 17th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering - EASE'13*, 212–215.
<https://doi.org/10.1145/2460999.2461030>

Wendel, V., Gutjahr, M., & Battenberg, P. (2013). Designing a Collaborative Serious Game for Team Building Using Minecraft, (October), 569–578. Retrieved from <http://search.proquest.com/openview/f11c9d6e0d896ca4a090c285fc678ce7/1?pq-origsite=gscholar>

Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.

Westhoven, M., & Alexander, T. (2015). Towards a Structured Selection of Game Engines for Virtual Environments. In R. Shumaker & S. Lackey (Eds.), *Virtual, Augmented and Mixed Reality: 7th International Conference, VAMR 2015, Held as Part of HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, August 2-7, 2015, Proceedings* (pp. 142–152). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-21067-4_16

Wohlin, C., Höst, M., & Henningsson, K. (2003). Empirical Research Methods in Software Engineering. *Esernet 2001-2003*, 7–23.

- Xiao, D., & Miller, R. C. (2014). A Multiplayer Online Game for Teaching Software Engineering Practices. *Proceedings of the First ACM Conference on Learning @ Scale Conference*, 159–160. <https://doi.org/10.1145/2556325.2567858>
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research . Design and Methods*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.1097/FCH.0b013e31822dda9e>

Anexos

En esta sección del trabajo se presentan los anexos de la investigación.

Anexo A. Actividades en TSPi para los roles en el ciclo de desarrollo

A continuación, en este anexo se presenta el conjunto de actividades descritas en los scripts de TSPi, correspondientes con los responsables de Desarrollo (Tabla 38), Planificación (Tabla 39), Calidad/Procesos (Tabla 40) y Soporte (Tabla 40).

Tabla 37. Actividades del script TSPi para el responsable de desarrollo

Fase	Actividades descritas en el script para el Rol “Responsable de Desarrollo”
L	1- Participar en la primera reunión del equipo.
E	1- Dirigir al equipo estableciendo los criterios de la estrategia.
	2- Dirigir al equipo en el desarrollo y revisión de la estrategia.
	3- Dirigir el trabajo para hacer estimaciones preliminares de tiempo y tamaño.
	4- Dirigir al equipo en la identificación y evaluación de riesgos del proyecto.
	5- Participar en revisiones de la configuración del proceso de control.
P	1- Participar en la creación del plan de desarrollo.
	2- Participar en la creación del plan de calidad.
R	1- Dirigir al equipo en la clarificación de las declaraciones de necesidades.
	2- Aclaración de declaración de necesidades con el instructor.
	3- Dirigir al equipo mediante el contorno del SRS.
	4- Dirigir al equipo en la producción del SRS.
	5- Dirigir al equipo en la producción del plan de pruebas.
	6- Participar en inspecciones de SRS y plan de pruebas de sistema.
	7- Obtener actualizaciones y producir SRS final.
	8- Obtener la aprobación del SRS del instructor.
D	1- Dirigir al equipo en la producción del diseño de alto nivel.

Fase	Actividades descritas en el script para el Rol “Responsable de Desarrollo”
	2- Dirigir al equipo en la producción de un SDS.
	3- Dirigir al equipo en la producción del plan de pruebas de integración.
	4- Participar en la inspección del SDS y plan de pruebas de integración.
	5- Obtener actualizaciones y producir el SDS final.
	1- Dirigir la planificación para la implementación del trabajo.
	2- Producir y revisar los diseños detallados.
	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.
I	4- Participar en la inspección del diseño detallado y de los planes de prueba de unidad.
	5- Producir materiales para las pruebas de unidad.
	6- Implementar y revisar programas.
	7- Compilar programas.
	8- Participar en la inspección de programas.
	9- Programar pruebas de unidad.
PR	1- Dirigir el trabajo de desarrollo de pruebas.
	2- Dirigir el trabajo para construir el producto.
	3- Dirigir el trabajo de las pruebas de integración.
	4- Dirigir las pruebas de sistema del producto.
	5- Dirigir el desarrollo y revisión de la documentación.
PO	1- Participar en revisiones de desempeño del equipo y producir un reporte del último ciclo de desarrollo.
	2- Revisiones por pares completas para los roles de responsables de desarrollo y para los otros roles usando la forma PEER.
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem	

Tabla 38. Actividades del script TSPi para el responsable de planificación

Fase	Actividades descritas en el script para el Rol “Responsable de Planificación”
L	1- Obtener un acuerdo en los datos para ser proporcionados cada semana.
E	1- Participar en el desarrollo y revisión de la estrategia.
P	1- Dirigir el trabajo para identificar los productos y tamaños del proyecto.
	2- Dirigir el esfuerzo del equipo para producir una lista de tareas.
	3- Dirigir al equipo en la estimación de horas de tareas.
	4- Obtener estimaciones de los ingenieros para sus horas semanales.
	5- Producir un plan preliminar del equipo.
	6- Participar en la creación de un plan de calidad.
	7- Ayudar a cada ingeniero a hacer su plan individual.
	8- Dirigir al equipo en una carga de trabajo balanceada.

Fase	Actividades descritas en el script para el Rol “Responsable de Planificación”
	9- Producir un plan de equipo y planes de ingenieros individuales.
R	1- Participar en el análisis y aclaración de los requisitos.
	2- Producir las partes asignadas del SRS.
	3- Participar en la producción del plan de pruebas del sistema
	4- Participar en la inspección del SRS y del plan de pruebas del sistema.
D	1- Participar en el desarrollo del SDS.
	2- Participar en la producción del plan de pruebas del sistema.
	3- Participar en la inspección del SDS y plan de integración.
I	1- Participar en la planificación de la implementación del trabajo.
	2- Producir y revisar los diseños detallados.
	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.
	4- Participar en la inspección del diseño detallado y planes de prueba de unidad.
	5- Producir materiales de pruebas.
	6- Implementación y revisión de programas.
	7- Compilar programas.
	8- Participar en la inspección de programas.
	9- Programar pruebas de unidad.
PR	1- Participar en las tareas de desarrollo de pruebas.
	2- Participar en la construcción del producto.
	3- Participar en la integración del producto.
	4- Participar en las pruebas de sistema del producto.
	5- Participar en la producción de documentación de usuario.
PO	1- Participar en revisiones de desempeño del equipo y producir un reporte del último ciclo de desarrollo.
	2- Completar revisiones por pares para el rol de responsable de planificación y para todos los otros roles del equipo usando la forma PEER.
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem	

Tabla 39. Actividades del script TSPi para el responsable de calidad/procesos

Fase	Actividades descritas en el script para el Rol “Responsable de Calidad/Procesos”
L	1- Participar en la primera reunión del equipo.
E	1- Participar en el desarrollo y revisión de la estrategia.
	2- Documentar los criterios de estrategia seleccionados.
	3- Documentar la estrategia seleccionada.
	4- Participar en revisiones en el proceso de control de configuración.
P	1- Participar en la creación del plan de desarrollo.

Fase	Actividades descritas en el script para el Rol “Responsable de Calidad/Procesos”
	2- Dirigir al equipo en la creación del plan de calidad.
R	1- Participar en el análisis y aclaración de los requisitos.
	2- Producir las partes asignadas del SRS.
	3- Participar en la producción del plan de pruebas del sistema.
	4- Dirigir la inspección de SRS u del plan de pruebas del sistema.
D	1- Participar en el desarrollo del SDS.
	2- Dirigir el esfuerzo del equipo para desarrollar el glosario de nombres.
	3- Dirigir el esfuerzo del equipo para producir estándares de diseño.
	4- Participar en la producción del plan de pruebas de integración.
	5- Dirigir la inspección del SDS y plan de pruebas de integración.
I	1- Participar en la planificación del trabajo implementado.
	2- Producir y revisar diseños detallados.
	3- Participar en la producción de plan de pruebas de integración.
	4- Dirigir las inspecciones de los diseños detallados y plan de pruebas de unidad.
	5- Producir materiales para las pruebas de unidad.
	6- Implementar y revisar programas.
	7- Compilar programas.
	8- Dirigir las inspecciones de código.
	9- Programar pruebas de unidad.
	10- Determinar si los imponentes cumplen los criterios de calidad.
PR	1- Participar en las tareas de desarrollo de pruebas
	2- Participar en la construcción del producto.
	3- Participar en la integración del producto.
	4- Participar en las pruebas de sistema del producto.
	5- Participar en la producción de documentación de usuario.
PO	1- Participar en el reporte de desempeño del equipo y producir un reporte del último ciclo de desarrollo.
	2- Completar una revisión por pares para el responsable de calidad /procesos y de todos los roles del equipo en la forma PEER.
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem	

Tabla 40. Actividades del script TSPi para el responsable de soporte

Fase	Actividades descritas en el script para el Rol “Responsable de Soporte”
L	1- Participar en la primera reunión del equipo.
E	1- Participar en el desarrollo y revisión de la estrategia.
	2- Definir el proceso de control de configuración.

Fase	Actividades descritas en el script para el Rol “Responsable de Soporte”
	3- Participar en la revisión del proceso de control de la configuración.
P	1- Participar en la creación del plan de desarrollo.
	2- Participar en la creación del plan de calidad.
R	2- Actualizar la línea base del SRS.
D	2- Actualizar la línea base del SRS.
	1- Participar en la planificación de la implementación del trabajo.
	2- Producir y revisar los diseños detallados.
	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.
	4- Participar en la inspección del diseño detallado y planes de prueba de unidad.
I	5- Producir materiales de pruebas.
	6- Implementación y revisión de programas.
	7- Compilar programas.
	8- Participar en la inspección de programas.
	9- Programar pruebas de unidad.
	10- Actualizar la línea base del SRS.
	1- Participar en las tareas de desarrollo de pruebas.
	2- Participar en la construcción del producto.
PR	3- Participar en la integración del producto.
	4- Participar en las pruebas de sistema del producto.
	5- Participar en la producción de documentación de usuario.
	1- Participar en revisiones de desempeño del equipo y producir un reporte del último ciclo de desarrollo.
PO	2- Completar las revisiones por pares para el rol del responsable de soporte y para todos los otros roles del equipo usando la forma PEER.
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem	

Anexo B. Actividades en TSPi para las fases en el ciclo de desarrollo

A continuación en esta sección, se presenta el conjunto de actividades descritas en las fases de TSPi, correspondientes con los responsables de Desarrollo (Tabla 41), Planificación (Tabla 42), Calidad/Procesos (Tabla 43) y Soporte (Tabla 44).

Tabla 41. Actividades en las fases de TSPi para el responsable de desarrollo

Fase	Actividades descritas para el Rol “Responsable de Desarrollo”
L	N/A
E	6- Discutir los criterios de la estrategia, así como su actualización.
	7- Documentar los criterios de la estrategia, proporcionar una copia los integrantes.
	8- Revisión de los reportes del ciclo anterior y hacer cambios si es necesario.
	9- Definir subdivisión e integración de productos.
	10- Producir el diseño conceptual para los productos.
	11- Dirigir al equipo mediante la producción de la estrategia de desarrollo.
	12- Proponer y evaluar estrategias alternativas.
	13- Asignar funciones del producto en cada ciclo de desarrollo.
	14- Identificar la actualización de las estimaciones.
	15- Revisar, actualizar y evaluar los riesgos del proyecto e ingresarlos en la forma ITL.
P	N/A
R	9- Dirigir al equipo en la reexaminación de la declaración de las necesidades del producto.
	10- Proveer preguntas consolidadas para el instructor, quien discute las respuestas con el equipo.
	11- Identificación de cambio de requisitos a ser hechos.
	12- Actualización de asignación de componentes funcionales.
	13- Producir un borrador del SRS, con el tiempo el SRS se va actualizando.
	14- Dirigir al equipo en la actualización de y revisión del plan de pruebas de sistema.
	15- Obtener secciones actualizadas del SRS.
16- Proveer una copia del SRS final para la aprobación del instructor.	
D	6- Definir la estructura de los productos para cada ciclo.
	7- Definir la nomenclatura de los componentes del producto.
	8- Asignar los casos de uso para los componentes.
	9- Identificar las tareas de diseño a ser completadas y documentadas.
	10- Diseñar el documento SDS y dirigir el trabajo para producirlo.
	11- Producir y revisar la parte asignada del documento SDS.
12- Producir un borrador actualizado del SDS.	

Fase	Actividades descritas para el Rol “Responsable de Desarrollo”
	13- Dirigir al equipo en la producción y revisión del plan de pruebas de integración.
	14- Combinar las secciones actualizadas del SRS en una versión final del SDS.
I	10- Definir y planificar las tareas de implementación.
PR	6- Definir cualquier proceso o procedimiento de construcción requerido.
	7- Medir el tamaño y tiempo de ejecución para cada prueba.
	8- Revisar que los materiales sean correctos y errores correctos.
	9- Checar el producto completo y las pruebas de integración.
	10- Registrar todas las actividades en el registro de pruebas.
	11- Registrar todos los defectos en el registro de defectos.
	12- Actualizar la documentación de usuario y tareas.
	13- Asignar tareas de la documentación del equipo.
	14- Probar el producto en condiciones normales y de estrés.
PO	N/A
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem	

Tabla 42. Actividades en las fases de TSPi para el responsable de planificación

Fase	Actividades descritas para el Rol “Responsable de Planificación”
L	2- Revisar los datos requeridos de cada miembro del equipo.
	3- Revisar los reportes generados para proporcionar esos datos al equipo.
E	2- Estimar el tamaño y tiempo para todos los productos de los siguientes ciclos.
P	10- Ingresar tamaño de estimación en la forma STRAT.
	11- Producir una lista de tareas con las estimaciones de tiempo del equipo e ingeniero.
	12- Producir un plan de agenda (itinerario).
	13- Producir planes individuales de los ingenieros.
	14- Ayudar a los ingenieros a hacer sus planes personales.
	15- Identificación de cargas de trabajo desbalanceadas.
	16- Reasignación de tareas para minimizar la agenda.
	17- Producir el plan consolidado del equipo.
R	N/A
D	N/A
I	N/A
PR	N/A
PO	N/A
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem	

Tabla 43. Actividades en las fases de TSPi para el responsable de calidad/procesos

Fase	Actividades descritas para el Rol “Responsable de Calidad/Proceso”
L	N/A
E	5- Documentar los reportes de la reunión de la estrategia seleccionada.
P	3- Revisar los objetivos de calidad del equipo.
	4- Estimar defectos inyectados y defectos removidos.
	5- Generar y evaluación de prueba de los planes de SUMP y SUMQ.
	6- Hacer ajustes a las necesidades del proceso para obtener un plan satisfactorio.
R	5- Inspecciones del borrador de SRS y plan de pruebas del sistema.
	6- Identificar preguntas y respuestas.
	7- Definir quién resolverá cada pregunta, problema y cuando.
	8- Documentar la inspección.
D	6- Dirigir al equipo en la definición/actualización del glosario de nombres y estándares de diseño.
	7- Dirigir/Inspeccionar la actualización del borrador del SDS y en la integración del plan de pruebas.
I	11- Dirigir al equipo en una inspección DLD de cada componente (scripts INS y forma INS y LOGD).
	12- Dirigir al equipo en inspecciones de código de cada componente (scripts INS y formas INS y LOGD).
	13- Determinar si los componentes logran la calidad establecida por los criterios del equipo.
PR	N/A
PO	N/A
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem	

Tabla 44. Actividades en las fases de TSPi para el responsable de soporte

Fase	Actividades descritas para el Rol “Responsable de Soporte”
Lanzamiento	N/A
Estrategia	4- Producir el plan de la gestiona de la configuración.
	5- Especificar cualquier herramienta de soporte y facilidades de ayuda.
	6- Revisar los procedimientos con el equipo para sus acuerdos.
Planificación	N/A
Requisitos	2-Actualizar la línea base del SRS.
Diseño	2-Actualizar la línea base del SRS.
Implementación	N/A
Pruebas	N/A
Postmortem	N/A

Anexo C. Actividades principales de los roles en TSPi

A continuación en esta sección, se presenta el conjunto de actividades principales resultado del conjunto de actividades entre los scripts de rol y los scripts de las fases en TSPi, correspondientes con los responsables de Desarrollo (Tabla 45), Planificación (Tabla 46), Calidad/Procesos (Tabla 47) y Soporte (Tabla 48).

Tabla 45. Actividades principales responsable de desarrollo

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
L	1- Participar en la primera reunión del equipo.	N/A
E	1- Dirigir al equipo estableciendo los criterios de la estrategia.	1,6- Dirigir al equipo estableciendo los criterios de la estrategia.
	2- Dirigir al equipo en el desarrollo y revisión de la estrategia.	2,11- Dirigir al equipo en el desarrollo y revisión de la estrategia.
	3- Dirigir el trabajo para hacer estimaciones preliminares de tiempo y tamaño.	3,14- Dirigir el trabajo para hacer estimaciones preliminares de tiempo y tamaño.
	4- Dirigir al equipo en la identificación y evaluación de riesgos del proyecto.	4,15- Dirigir al equipo en la identificación y evaluación de riesgos del proyecto.
	5- Participar en revisiones de la configuración del proceso de control.	5- Participar en revisiones de la configuración del proceso de control.
	6- Discutir los criterios de la estrategia, así como su actualización.	7- Documentar los criterios, proporcionar una copia los integrantes
	7- Documentar los criterios, proporcionar una copia los integrantes.	8- Revisión de los reportes del ciclo anterior y hacer cambios si es necesario.
	8- Revisión de los reportes del ciclo anterior y hacer cambios si es necesario.	9- Definir subdivisión e integración de productos.
	9- Definir subdivisión e integración de productos.	10- Producir el diseño conceptual para los productos.
	10- Producir el diseño conceptual para los productos.	12- Proponer y evaluar estrategias alternativas.
	11- al equipo mediante la producción de la estrategia de desarrollo.	13- Asignar funciones del producto en cada ciclo de desarrollo.
	12- Proponer y evaluar estrategias alternativas.	-
	13- Asignar funciones del producto en cada ciclo de desarrollo.	-
	14- Identificar la actualización de las estimaciones.	-

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
	15- Revisar, actualizar y evaluar los riesgos del proyecto e ingresarlos en la forma ITL	-
P	1- Participar en la creación del plan de desarrollo.	N/A
	2- Participar en la creación del plan de calidad.	N/A
R	1- Dirigir al equipo en la clarificación de la declaración de necesidades.	1- Dirigir al equipo en la clarificación de la declaración de necesidades.
	2- Aclaración de declaración de necesidades con el instructor.	2, 10, 11- Aclaración de declaración de necesidades con el instructor.
	3- Dirigir al equipo mediante el contorno del SRS.	3- Dirigir al equipo mediante el contorno del SRS
	4- Dirigir al equipo en la producción del SRS.	4,13- Dirigir al equipo en la producción del SRS.
	5- Dirigir al equipo en la producción del plan de pruebas.	5,14- Dirigir al equipo en la producción del plan de pruebas.
	6- Participar en inspecciones de SRS y plan de pruebas de sistema.	N/A
	7- Obtener actualizaciones y producir SRS final.	7,15- Obtener actualizaciones y producir SRS final.
	8- Obtener la aprobación del SRS del instructor.	8- Obtener la aprobación del SRS del instructor.
	9- Dirigir al equipo en la reexaminación de la declaración de las necesidades del producto.	9- Dirigir al equipo en la reexaminación de la declaración de las necesidades del producto.
	10- Proveer preguntas consolidadas para el instructor, quien discute las respuestas con el equipo.	12- Actualización de asignación de componentes funcionales.
	11- Identificación de cambio de requisitos a ser hechos.	16- Proveer una copia del SRS final para la aprobación del instructor.
	12- Actualización de asignación de componentes funcionales.	-
	13- Producir un borrador del SRS, con el tiempo el SRS se va actualizando.	-
	14- Dirigir al equipo en la actualización de y revisión del plan de pruebas de sistema.	-
	15- Obtener secciones actualizadas del SRS.	-
	16- Proveer una copia del SRS final para la aprobación del instructor.	-
D	1- Dirigir al equipo en la producción del diseño de alto nivel.	1,9- Dirigir al equipo en la producción del diseño de alto nivel.

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
	2- Dirigir al equipo en la producción de un SDS.	2,10- Dirigir al equipo en la producción de un SDS
	3- Dirigir al equipo en la producción del plan de pruebas de integración.	3,13- Dirigir al equipo en la producción del plan de pruebas de integración.
	4- Participar en la inspección del SDS y plan de pruebas de integración.	N/A
	5- Obtener actualizaciones y producir el SDS final.	5, 12, 14- Obtener actualizaciones y producir el SDS final.
	6- Definir la estructura de los productos para cada ciclo.	6- Definir la estructura de los productos para cada ciclo
	7- Definir la nomenclatura de los componentes del producto.	7- Definir la nomenclatura de los componentes del producto.
	8- Asignar los casos de uso para los componentes.	8- Asignar los casos de uso para los componentes.
	9- Identificar las tareas de diseño a ser completadas y documentadas.	11- Producir y revisar la parte asignada del documento SDS.
	10- Diseñar el documento SDS y dirigir el trabajo para producirlo.	-
	11- Producir y revisar la parte asignada del documento SDS.	-
	12- Producir un borrador actualizado del SDS.	-
	13- Dirigir al equipo en la producción y revisión del plan de pruebas de integración.	-
	14- Combinar las secciones actualizadas del SDS en una versión final del SDS.	-
	I	1,10- Dirigir la planificación para la implementación del trabajo.
2- Producir y revisar los diseños detallados.		2- Producir y revisar los diseños detallados.
3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.		3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.
4- Participar en la inspección del diseño detallado y de los planes de prueba de unidad.		N/A
5- Producir materiales para las pruebas de unidad.		5- Producir materiales para las pruebas de unidad.
6- Implementar y revisar programas		6- Implementar y revisar programas
7- Compilar programas		7- Compilar programas
8- Participar en la inspección de programas		N/A
9- Programar pruebas de unidad.		9- Programar pruebas de unidad.

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
PR	1- Dirigir el trabajo de desarrollo de pruebas.	1, 6, 7, 8- Dirigir el trabajo de desarrollo de pruebas.
	2- Dirigir el trabajo para construir el producto.	2- Dirigir el trabajo para construir el producto.
	3- Dirigir el trabajo de las pruebas de integración.	3, 9, 10, 11- Dirigir al equipo en la producción del plan de pruebas de integración
	4- Dirigir las pruebas de sistema del producto.	4, 15, 10, 11- Dirigir las pruebas de sistema del producto.
	5- Dirigir el desarrollo y revisión de la documentación	5, 12,13- Dirigir el desarrollo y revisión de la documentación.
	6- Definir cualquier proceso o procedimiento de construcción requerido.	-
	7- Medir el tamaño y tiempo de ejecución para cada prueba.	-
	8- Revisar que los materiales sean correctos y errores correctos.	-
	9- Checar el producto completo y las pruebas de integración.	-
	10- Registrar todas las actividades en el registro de pruebas.	-
	11- Registrar todos los defectos en el registro de defectos.	-
	12- Actualizar la documentación de usuario y tareas.	-
	13- Asignar tareas de la documentación del equipo.	-
	14- Probar el producto en condiciones normales y de estrés.	-
PO	1- Participar en revisiones de desempeño del equipo y producir un reporte del último ciclo de desarrollo.	N/A
	2- Revisiones por pares completas para los roles de responsables de desarrollo y para los otros roles usando la forma PEER.	2- Revisiones por pares completas para los roles de responsables de desarrollo y para los otros roles usando la forma PEER.

Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem

Tabla 46. Actividades principales responsable de planificación

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
L	1- Revisar los datos requeridos de cada miembro del equipo.	1- Revisar los datos requeridos de cada miembro del equipo.
	2- Revisar los reportes generados para proporcionar esos datos al equipo.	2- Revisar los reportes generados para proporcionar esos datos al equipo.
E	1- Participar en el desarrollo y revisión de la estrategia.	N/A
	2- Estimar el tamaño y tiempo para todos los productos de los siguientes ciclos.	2- Estimar el tamaño y tiempo para todos los productos de los siguientes ciclos.
P	1- Dirigir el trabajo para identificar los productos y tamaños del proyecto.	1,10- Dirigir el trabajo para identificar los productos y tamaños del proyecto.
	2- Dirigir el esfuerzo del equipo para producir una lista de tareas.	2,11- Dirigir el esfuerzo del equipo para producir una lista de tareas.
	3- Dirigir al equipo en la estimación de horas de tareas.	3,12- Dirigir al equipo en la estimación de horas de tareas.
	4- Obtener estimaciones de los ingenieros para sus horas semanales.	4- Obtener estimaciones de los ingenieros para sus horas semanales.
	5- Producir un plan preliminar del equipo.	5- Producir un plan preliminar del equipo.
	6- Participar en la creación de un plan de calidad.	N/A
	7- Ayudar a cada ingeniero a hacer su plan individual.	7,14- Ayudar a cada ingeniero a hacer su plan individual.
	8- Dirigir al equipo en una carga de trabajo balanceada.	8,15- Dirigir al equipo en una carga de trabajo balanceada.
	9- Producir un plan de equipo y planes de ingenieros individuales.	9- Producir un plan de equipo y planes de ingenieros individuales.
	10- Ingresar tamaño de estimación en la forma STRAT.	-
	11- Producir una lista de tareas con las estimaciones de tiempo del equipo e ingeniero.	-
	12- Producir un plan de agenda (itinerario).	-
	13- Producir planes individuales de los ingenieros.	-
	14- Ayudar a los ingenieros a hacer sus planes personales.	-
	15- Identificación de cargas de trabajo desbalanceadas.	-

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
	16- Reasignación de tareas para minimizar la agenda.	-
	17- Producir el plan consolidado del equipo.	-
	1- Participar en el análisis y aclaración de los requisitos.	N/A
R	2- Producir las partes asignadas del SRS.	2- Producir las partes asignadas del SRS.
	3- Participar en la producción del plan de pruebas del sistema.	N/A
	4- Participar en la inspección del SRS y del plan de pruebas del sistema.	N/A
D	1- Participar en el desarrollo del SDS.	N/A
	2- Participar en la producción del plan de pruebas de sistema.	N/A
	3- Participar en la inspección del SDS y plan de integración.	N/A
I	1- Participar en la planificación de la implementación del trabajo.	N/A
	2- Producir y revisar los diseños detallados.	2- Producir y revisar los diseños detallados.
	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.
	4- Participar en la inspección del diseño detallado y planes de prueba de unidad.	N/A
	5- Producir materiales de pruebas.	5- Producir materiales de pruebas.
	6- Implementación y revisión de programas.	6- Implementación y revisión de programas.
	7- Compilar programas.	7- Compilar programas.
	8- Participar en la inspección de programas.	N/A
	9- Programar pruebas de unidad.	9- Programar pruebas de unidad.
PR	1- Participar en las tareas de desarrollo de pruebas.	N/A
	2- Participar en la construcción del producto.	N/A
	3- Participar en la integración del producto.	N/A
	4- Participar en las pruebas de sistema del producto.	N/A
	5- Participar en la producción de documentación de usuario.	N/A
PO	1- Participar en revisiones de desempeño del equipo y producir un reporte del último ciclo de desarrollo-	N/A

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
	2- Completar revisiones por pares para el rol de responsable de planificación y para todos los otros roles del equipo usando la forma PEER.	2- Completar revisiones por pares para el rol de responsable de planificación y para todos los otros roles del equipo usando la forma PEER.
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem		

Tabla 47. Actividades principales responsable de calidad/procesos

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
L	1- Participar en la primera reunión del equipo.	N/A
E	1- Participar en el desarrollo y revisión de la estrategia.	N/A
	2- Documentar los criterios de estrategia seleccionados.	2- Documentar los criterios de estrategia seleccionados.
	3- Documentar la estrategia seleccionada.	3,5- Documentar la estrategia seleccionada.
	4- Participar en revisiones en el proceso de control de configuración.	N/A
	5- Documentar los reportes de la reunión de la estrategia seleccionada.	--
P	1- Participar en la creación del plan de desarrollo.	N/A
	2- Dirigir al equipo en la creación del plan de calidad.	2- Dirigir al equipo en la creación del plan de calidad.
	3- Revisar los objetivos de calidad del equipo.	3- Revisar los objetivos de calidad del equipo.
	4- Estimar defectos inyectados y defectos removidos.	4- Estimar defectos inyectados y defectos removidos.
	5- Generar y evaluación de prueba de los planes de SUMP y SUMQ.	5- Generar y evaluación de prueba de los planes de SUMP y SUMQ.
	6- Hacer ajustes a las necesidades del proceso para obtener un plan satisfactorio.	6- Hacer ajustes a las necesidades del proceso para obtener un plan satisfactorio.
R	1- Participar en el análisis y aclaración de los requisitos.	N/A
	2- Producir las partes asignadas del SRS.	2- Producir las partes asignadas del SRS.
	3- Participar en la producción del plan de pruebas del sistema.	N/A
	4- Dirigir la inspección de SRS y el plan de pruebas del sistema.	4,5- Dirigir la inspección del SRS y del plan de pruebas del sistema.

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
	5- Inspecciones del borrador de SRS y plan de pruebas del sistema.	6- Identificar preguntas y respuestas.
	6- Identificar preguntas y respuestas.	7- Definir quién resolverá cada pregunta, problema y cuando.
	7- Definir quién resolverá cada pregunta, problema y cuando.	8- Documentar la inspección.
	8- Documentar la inspección.	
D	1- Participar en el desarrollo del SDS.	N/A
	2- Dirigir el esfuerzo del equipo para desarrollar el glosario de nombres.	2,6- Dirigir el esfuerzo del equipo para desarrollar el glosario de nombres.
	3- Dirigir el esfuerzo del equipo para producir estándares de diseño.	3- Dirigir el esfuerzo del equipo para producir estándares de diseño.
	4- Participar en la producción del plan de pruebas de integración.	N/A
	5- Dirigir la inspección del SDS y plan de pruebas de integración.	5,7- Dirigir la inspección del SDS y plan de pruebas de integración.
	6- Dirigir al equipo en la definición/actualización del glosario de nombres y estándares de diseño.	-
	7- Dirigir/Inspeccionar la actualización del borrador del SDS y en la integración del plan de pruebas.	-
I	1- Participar en la planificación del trabajo implementado.	N/A
	2- Producir y revisar diseños detallados.	2- Producir y revisar diseños detallados.
	3- Participar en la producción de plan de pruebas de integración.	N/A
	4- Dirigir las inspecciones de los diseños detallados y plan de pruebas de unidad.	4,11- Dirigir las inspecciones de los diseños detallados y plan de pruebas de unidad.
	5- Producir materiales para las pruebas de unidad.	5- Producir materiales para las pruebas de unidad.
	6- Implementar y revisar programas.	6- Implementar y revisar programas.
	7- Compilar programas.	7- Compilar programas.
	8- Dirigir las inspecciones de código.	8,12- Dirigir las inspecciones de código.
	9- Programar pruebas de unidad.	9- Programar pruebas de unidad.
	10- Determinar si los imponentes cumplen los criterios de calidad.	10, 13- Determinar si los imponentes cumplen los criterios de calidad.

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
	11- Dirigir al equipo en una inspección DLD de cada componente (scripts INS y forma INS y LOGD).	-
	12- Dirigir al equipo en inspecciones de código de cada componente (scripts INS y formas INS y LOGD).	-
	13- Determinar si los componentes logran la calidad establecida por los criterios del equipo.	-
PR	1- Participar en las tareas de desarrollo de pruebas.	N/A
	2- Participar en la construcción del producto.	N/A
	3- Participar en la integración del producto.	N/A
	4- Participar en las pruebas de sistema del producto.	N/A
	5- Participar en la producción de documentación de usuario.	N/A
PO	1- Participar en el reporte de desempeño del equipo y producir un reporte del último ciclo de desarrollo.	N/A
	2- Completar una revisión por pares para el responsable de calidad /procesos y de todos los roles del equipo en la forma PEER.	2- Completar una revisión por pares para el responsable de calidad /procesos y de todos los roles del equipo en la forma PEER.

Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem

Tabla 48. Actividades principales responsable de soporte

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
I	1- Participar en reuniones semanales.	N/A
e	1- Participar en el desarrollo y revisión de la estrategia.	N/A
	2- Definir el proceso de control de configuración.	2,4- Definir el proceso de control de configuración. (plan de control)
	3- Participar en la revisión del proceso de control de la configuración.	N/A
	4- Producir el plan de la gestiona de la configuración.	5- Especificar cualquier herramienta de soporte y facilidades de ayuda.
	5- Especificar cualquier herramienta de soporte y facilidades de ayuda.	6- Revisar los procedimientos con el equipo para sus acuerdos.

Fase	Total de actividades	Actividades principales identificadas
	6- Revisar los procedimientos con el equipo para sus acuerdos.	-
P	1- Participar en la creación del plan de desarrollo.	N/A
	2- Participar en la creación del plan de calidad.	N/A
R	2-Actualizar la línea base del SRS.	
D	1- Actualizar la línea base del SRS.	1,2- Actualizar la línea base del SRS
	2-Actualizar la línea base del SRS.	-
I	1- Participar en la planificación de la implementación del trabajo.	N/A
	2- Producir y revisar los diseños detallados.	2- Producir y revisar los diseños detallados.
	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.
	4- Participar en la inspección del diseño detallado y planes de prueba de unidad.	N/A
	5- Producir materiales de pruebas.	5- Producir materiales de pruebas.
	6- Implementación y revisión de programas.	6- Implementación y revisión de programas.
	7- Compilar programas.	7- Compilar programas.
	8- Participar en la inspección de programas.	N/A
	9- Programar pruebas de unidad.	9- Programar pruebas de unidad.
	10- Actualizar la línea base del SRS	10- Actualizar la línea base del SRS
PR	1- Participar en las tareas de desarrollo de pruebas.	N/A
	2- Participar en la construcción del producto.	N/A
	3- Participar en la integración del producto.	N/A
	4- Participar en las pruebas de sistema del producto.	N/A
	5- Participar en la producción de documentación de usuario.	N/A
PO	1- Participar en revisiones de desempeño del equipo y producir un reporte del último ciclo de desarrollo.	N/A
	2- Completar las revisiones por pares para el rol del responsable de soporte y para todos los otros roles del equipo usando la forma PEER.	2- Completar las revisiones por pares para el rol del responsable de soporte y para todos los otros roles del equipo usando la forma PEER.

Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem

Anexo D. Trazabilidad de verbos correspondientes a las actividades de los roles

A continuación, en este anexo se presenta la lista completa de verbos identificados en las actividades a realizar en TSPi. La Tabla 49 presenta la frecuencia de verbos en las actividades contempladas para los cinco roles de trabajo.

Tabla 49. Conteo de principales verbos identificados en actividades

Verbo	Repetición	Verbo	Repetición	Verbo	Repetición
Aclarar	1	Ensamblar	1	Probar	1
Acordar	1	Especificar	1	Proponer	1
Ayudar	1	Generar	1	Proveer	1
Checar	1	Ingresar	1	Reasignar	1
Combinar	1	Llevar	1	Registrar	1
Determinar	1	Mantener	1	Completar	2
Diseñar	1	Medir	1	Discutir	2
Estimar	2	Compilar	5	Producir	20
Hacer	2	Implementar	5	Revisar	27
Inspeccionar	2	Programar	5	Participar	34
Documentar	3	Actualizar	6	Obtener	9
Evaluar	3	Asignar	8	Dirigir	17
Definir	4	Identificar	5		

Como resultado de este análisis se observan los verbos de participar (34 veces) y revisar (27 veces) como dos de los principales durante el desarrollo de las actividades. Por otro lado, los verbos de: producir (20 veces), dirigir (17 veces), obtener (9 veces), asignar (8 veces), actualizar (6 veces), identificar (5 veces), programar (5 veces), implementar (5 veces) y compilar (5 veces); son con una frecuencia media para ser considerados importantes en el desarrollo de las actividades para la trazabilidad en la máquina de Rube Goldberg.

La selección de verbos se llevó a cabo con el apoyo de la Tabla 50, en la cual se describen los verbos de la Tabla 49 con sus respectivos sinónimos, este paso fue realizado con el objetivo de generalizar las actividades y lograr una mejor selección de actividades durante la trazabilidad de actividades de TSPi contra las actividades dentro de la Máquina de Rube Goldberg.

Tabla 50. Principales sinónimos en los verbos descritos en las actividades

<i>Verbo principal</i>	Sinónimo 1	Sinónimo 2	Sinónimo 3	Sinónimo 4	Sinónimo 5	Sinónimo 6	Sinónimo 7	Sinónimo 8
<i>Aclarar</i>	Explicar	Definir	Demostrar	Descubrir	Puntualizar	Informar	Mejorar	Entender
<i>Acordar</i>	Determinar	Resolver	Establecer	-	-	-	-	-
<i>Ayudar</i>	Asistir	Apoyar	Fomentar	Impulsar	Colaborar	Cooperar	Contribuir	-
<i>Checar</i>	Examinar	Analizar	Repasar	Verificar	Comprobar	-	-	-
<i>Combinar</i>	Componer	Acoplar	Agregar	Conjuntar	Juntar	Unir	-	-
<i>Determinar</i>	Acordar	Decidir	Definir	Disponer	Resolver	Mandar	Ordenar	Describir
<i>Diseñar</i>	Trazar	Delinear	Plantear	Proyectar	Delinear	Bosquejar	-	-
<i>Ensamblar</i>	Acoplar	Encajar	Empalmar	Enlazar	Unir	Juntar	-	-
<i>Especificar</i>	Determinar	Establecer	Delimitar	Detallar	Enumerar	-	-	-
<i>Generar</i>	Producir	Originar	Crear	Difundir	Formar	-	-	-
<i>Ingresar</i>	Incorporar	Internar	Apuntar	Meter	Inscribir	Obtener	Percibir	-
<i>Llevar</i>	Portar	Conducir	Guiar	Dirigir	Usar	Utilizar	-	-
<i>Mantener</i>	Sostener	Apoyar	Conservar	Resistir	Permanecer	Persistir	-	-
<i>Medir</i>	Evaluar	Contar	Establecer	Determinar	Comprobar	-	-	-
<i>Probar</i>	Justificar	Demostrar	Convencer	Acreditar	Evidenciar	-	-	-
<i>Proponer</i>	Sugerir	Expresar	Exponer	Recomendar	Presentar	Decidir	Gestionar	-
<i>Proveer</i>	Proporcionar	Entregar	Facilitar	Administrar	Juntar	Suplir	Cubrir	Decidir
<i>Reasignar</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Registrar</i>	Inspeccionar	Reconocer	Anotar	Apuntar	Inscribir	-	-	-
<i>Completar</i>	Terminar	Perfeccionar	Consumar	Acabar	Finalizar	-	-	-
<i>Discutir</i>	Analizar	Argumentar	Examinar	Razonar	Tratar	Debatir	-	-
<i>Estimar</i>	Valorar	Apreciar	Evaluar	Considerar	-	-	-	-

<i>Verbo principal</i>	Sinónimo 1	Sinónimo 2	Sinónimo 3	Sinónimo 4	Sinónimo 5	Sinónimo 6	Sinónimo 7	Sinónimo 8
Hacer	Producir	Formar	Crear	Originar	Elaborar	Componer	Realizar	Trabajar
Inspeccionar	Vigilar	Controlar	Analizar	Comprobar	Examinar	Investigar	Reconocer	Registrar
Documentar	Registrar	Probar	Autorizar	Identificar	Informar	Instruir	-	-
Evaluar	Calcular	Determinar	Estimar	Valorar	-	-	-	-
Definir	Determinar	Fijar	Aclarar	Concretar	Delimitar	Detallar	Explicar	-
Identificar	Reconocer	Establecer	Determinar	Detallar	Registrar	Describir	Referir	-
Compilar	Reunir	Agrupar	Inventar	Codificar	-	-	-	-
Implementar	Activar	Llevar a cabo	Poner en funcionamiento	-	-	-	-	-
Programar	Exponer	Planificar	Sistematizar	Esquematar	Bosquejar	-	-	-
Actualizar	Renovar	Reemplazar	Reformar	Modificar	Poner al día	-	-	-
Asignar	Conceder	Dar	Establecer	Determinar	Designar	Ordenar	-	-
Obtener	Conseguir	Alcanzar	Lograr	Cosechar	Recibir	Adquirir	Elaborar	Producir
Dirigir	Liderar	Conducir	Administrar	Controlar	Mandar	Orientar	Guiar	Regir
Producir	Hacer	Fabricar	Crear	Elaborar	Realizar	Obtener	Originar	Trabajar
Revisar	Reexaminar	Repasar	Inspeccionar	Comprobar	Reconocer	Verificar	Observar	-
Participar	Notificar	Informar	Avisar	Comunicar	Cooperar	Ayudar	Intervenir	-

Anexo E. Trazabilidad de actividades para la evaluación de los roles en un equipo de desarrollo de software

A continuación, en este anexo se presenta el conjunto de actividades para realizar la evaluación de los roles de trabajo correspondientes con: responsables de Desarrollo (Tabla 51), Planificación (Tabla 52), Calidad/Procesos (Tabla 53) y Soporte (Tabla 54).

Tabla 51. Trazabilidad de actividades para la evaluación del rol de responsable de desarrollo

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
E	1,6- Dirigir al equipo estableciendo los criterios de la estrategia	Controlar la construcción de la máquina teniendo en cuenta los criterios de aceptación	Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer los criterios de aceptación de la máquina. Apoyo por medio de chat para identificar los objetos que mejor se adecuen a la construcción de la máquina.
	2,11- Dirigir al equipo en el desarrollo y revisión de la estrategia.	Controlar el diseño de la máquina cumpliendo con los criterios de aceptación de diseño	Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer los criterios de aceptación de la máquina. Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió el participante, en sus dos variantes movimientos correctos y movimientos sin valor).
	4,15- Dirigir al equipo en la identificación y evaluación de riesgos del proyecto.	Controlar los cambios que pueden originarse en el diseño y construcción de la máquina. Verificar que los objetos elegidos para la construcción sean los correctos y se puedan lograr los criterios de aceptación de la máquina.	Apoyo por medio de chat / una lista de verificación para comentar los problemas que puedan originarse. Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer los criterios de aceptación de la máquina. Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer los criterios de aceptación de la máquina
	7- Documentar los criterios, proporcionar una copia los integrantes	Verificar que los criterios de aceptación sean conocidos por los participantes	N/A

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
	8- Revisión de los reportes del ciclo anterior y hacer cambios si es necesario	Verificar que los criterios de aceptación de la máquina sean logrados	Apoyo por medio de chat para comunicar los principales cambios a realizar en la construcción de la máquina,
	10- Producir el diseño conceptual para los productos	Controlar el diseño de la máquina	Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió el participante, en sus dos variantes movimientos correctos y movimientos sin valor). Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer y lograr los criterios de aceptación de la máquina
	12- Proponer y evaluar estrategias alternativas	Identificar si se pueden sustituir ciertos objetos en la escena para cumplir con la construcción de la máquina	Apoyo por medio de chat para comunicar los principales cambios a realizar en la construcción de la máquina,
	13- Asignar funciones del producto en cada ciclo de desarrollo	Verificar que objetos en la escena pueden ser sustituidos para lograr el objetivo.	Apoyo por medio de cuadros de ayuda para describir las propiedades físicas de los objetos en la escena
R	1- Dirigir al equipo en la clarificación de la declaración de necesidades.	Explicar los criterios de aceptación de construcción de la máquina al equipo.	Apoyo de chat para conocer cuál es el objetivo a cumplir con el desarrollo de la máquina
	3- Dirigir al equipo mediante el contorno del SRS	Controlar al equipo en la construcción de la máquina	Apoyo por medio de chat para identificar los objetos que usaran en la construcción de la máquina
	4,13- Dirigir al equipo en la producción del SRS	Controlar la evaluación de la construcción de la máquina	Apoyo por medio de botones de playa para afectar la física de los objetos.
	5,14- Dirigir al equipo en la producción del plan de pruebas.	Controlar la evaluación de la construcción de la máquina Controlar las pruebas después de la construcción de la máquina.	Apoyo por medio de botones de playa para afectar la física de los objetos.

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
	7,15- Obtener actualizaciones y producir SRS final.	Verificar los cambios realizados en la máquina	Apoyo por medio de una lista de verificación para identificar los problemas
	11- Identificación de cambio de requerimientos a ser hechos.	Identificar cuales objetos pueden ser sustituidos por otros en el caso de que no se logre el objetivo	Apoyo por medio de la selección de los objetos en la escena. Apoyo por medio de chat para dar indicaciones a los participantes acerca de los movimientos de los objetos en la escena
D	1,9- Dirigir al equipo en la producción del diseño de alto nivel.	Controlar el uso de objetos para la construcción de la máquina Identificar la necesidad de crear una descripción para la ejecución de la máquina	Apoyo por medio de chat para comunicar el diseño y manipulación de los objetos en la escena Apoyo por medio de caja de texto para redactar una descripción. Apoyo por medio de chat para comunicar las ideas para construir la descripción de la máquina.
	2,10- Dirigir al equipo en la producción de un SDS	Controlar el uso de objetos para la construcción de la máquina Controlar el diseño de la máquina cumpliendo con los criterios de aceptación de diseño	Apoyo por medio de chat para comunicar el diseño y manipulación de los objetos en la escena Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer los criterios de aceptación de la máquina. Apoyo por medio de chat para comunicar las ideas de diseño para la construcción de la máquina.
	3,13- Dirigir al equipo en la producción del plan de pruebas de integración	Participar en la evaluación de la construcción de la máquina Controlar el diseño de la máquina cumpliendo con los criterios de aceptación de diseño	Apoyo por medio de botones de play para afectar la física de los objetos. Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer cuales objetos utilizaran en la construcción de la máquina. Apoyo por medio de chat para indicar a los participantes como realizar las pruebas (cambios, botón play) Apoyo por medio de chat para indicar cuándo se realizan las pruebas de la máquina (botón de play, física de los objetos).

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
	8- Asignar los casos de uso para los componentes	Controlar que actividades realizará cada integrante (movimientos de los objetos para construir la máquina	Apoyo por medio de chat para comunicar las ideas de diseño en la construcción de la máquina
	11- Producir y revisar la parte asignada del documento SDS	Participar en el diseño de la construcción de la máquina	Apoyo por medio de chat para comunicar las ideas de diseño en la construcción de la máquina
I	1,10- Dirigir la planificación para la implementación del trabajo.	Controlar la manipulación de objetos en la construcción de la máquina.	Apoyo por medio de chat para indicar posiciones para los objetos
	2- Producir y revisar los diseños detallados.	Verificar el diseño de la máquina cumpla con los criterios de aceptación de diseño	Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer los criterios de aceptación de la máquina
	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.	Verificar que los objetos sean puestos en el lugar y posición correcta para lograr el objetivo.	
PR	1,6,7,8- Dirigir el trabajo de desarrollo de pruebas	Controlar la ejecución de las pruebas de la máquina. Revisar que la posición de los objetos sea la correcta en la escena	Apoyo por medio de chat para indicar cuándo hacer una prueba. Apoyo por medio de chat para comunicar problemas en el diseño de la máquina durante las pruebas
	2- Dirigir el trabajo para construir el producto.	Controlar la manipulación de objetos en la construcción de la máquina.	Apoyo por medio de chat para indicar las posiciones de los objetos en la escena
	3,9,10,11- Dirigir al equipo en la producción del plan de pruebas de integración	Controlar la ejecución de las pruebas de la máquina. Identificar cuáles son los objetos que causaron problemas durante la ejecución de la máquina para ser sustituidos. Verificar que la máquina este completa y que cumpla con los criterios	Apoyo por medio de chat para indicar cuándo hacer una prueba. Apoyo por medio de chat para indicar posiciones para los objetos Apoyo por medio del recorrido de cámara. Apoyo por medio de chat para comunicar cambios a fin de lograr los criterios de aceptación de la máquina.

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
		de aceptación diseño y construcción	Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer los problemas o cambios a realizar en la máquina
	4, 14, 10,11- Dirigir las pruebas de sistema del producto.	Controlar la ejecución de las pruebas de la máquina. Hacer pruebas de la construcción de la máquina.	Apoyo por medio de chat para indicar cuándo hacer una prueba. Apoyo por medio de sustitución de objetos en la escena para comprobar el funcionamiento y logro de los criterios de aceptación y objetivo principal.
	5, 12,13- Dirigir el desarrollo y revisión de la documentación	Asignación de actividades de descripción de la máquina para crear la narrativa de la máquina	Apoyo por medio de caja de texto para redactar una descripción. Apoyo por medio de chat para comunicar las ideas de descripción de la máquina. Apoyo por medio de chat para comunicar las ideas de descripción de la máquina
PO	2- Revisiones por pares completas para los roles de responsables de desarrollo y para los otros roles usando la forma PEER.	Participar en la retrospectiva al final de la creación de la máquina	Apoyo por medio de una lista de verificación para comparar el trabajo logrado por parte de los integrantes del equipo.
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem			

Tabla 52. Trazabilidad de actividades para la evaluación del rol de responsable de planificación

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
L	2- Revisar los datos requeridos de cada miembro del equipo	Verificar la manipulación de los objetos por parte de los participantes	Apoyo por medio de chat para indicar posiciones para los objetos
	3- Revisar los reportes generados para proporcionar esos datos al equipo.	Verificar la construcción de la máquina	Apoyo por medio de los movimientos de los objetos
E	2- Estimar el tamaño y tiempo para todos los productos de los siguientes ciclos.	Verificar que se cumplan los criterios de aceptación en la máquina	Apoyo por medio de una lista de verificación para elegir los objetos adecuados para construir la máquina

P	1,10- Dirigir el trabajo para identificar los productos y tamaños del proyecto.	Controlar el uso de los objetos para que la máquina cumpla con los criterios de aceptación	Apoyo por medio de chat para dar instrucciones. Apoyo por medio de checklist para cumplir los criterios de aceptación de la máquina
	2,11- Dirigir el esfuerzo del equipo para producir una lista de tareas.	Controlar el uso de los objetos para que la máquina cumpla con los criterios de aceptación	Apoyo por medio de chat para indicar posiciones para los objetos
	5- Producir un plan preliminar del equipo	Controlar el uso de los objetos para que la máquina cumpla con los criterios de aceptación y diseño	Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió el participante, en sus dos variantes movimientos correctos y movimientos sin valor). Apoyo por medio de chat para dar indicaciones a los participantes acerca de los movimientos de los objetos en la escena
	8,15- Dirigir al equipo en una carga de trabajo balanceada	Controlar el trabajo del equipo para mover los objetos en la escena	Apoyo por medio de chat para dar instrucciones
	9- Producir un plan de equipo y planes de ingenieros individuales.	Controlar el trabajo del equipo para mover los objetos en la escena	Apoyo por medio de chat para dar instrucciones
R	2- Producir las partes asignadas del SRS	Controlar la creación de la máquina cumpliendo los criterios de aceptación (reglas o condiciones)	Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió el participante, en sus dos variantes movimientos correctos y movimientos sin valor)
I	2- Producir y revisar los diseños detallados.	Verificar el diseño de la máquina cumpla con los criterios de aceptación de diseño	Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer cuales objetos se utilizarán en la construcción de la máquina
	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.	Controlar el diseño de la máquina y verificar si los objetos pueden cumplir su propósito	Apoyo por medio del recorrido de cámara. Apoyo por medio de chat para indicar cambios en el diseño y manipulación de los objetos.
	5- Producir materiales de pruebas	Controlar en la creación de la máquina cumpliendo los criterios de aceptación	Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió el participante, en

			sus dos variantes movimientos correctos y movimientos sin valor)
PO	2- Completar revisiones por pares para el rol de responsable de planificación y para todos los otros roles del equipo usando la forma PEER.	Participar en la retrospectiva al final de la creación de la máquina	Apoyo por medio de una lista de verificación para comparar el trabajo logrado por parte de los integrantes del equipo.
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem			

Tabla 53. Trazabilidad de actividades para la evaluación del rol de responsable de calidad/procesos

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
E	2, 3,5- Documentar la estrategia seleccionada.	Verificar la estrategia seleccionada para la construcción de la herramienta. Verificar que la máquina sea desarrollada para cumplir con los objetivos	Apoyo por medio de una lista de verificación para elegir los objetos adecuados para construir la máquina
P	2- Dirigir al equipo en la creación del plan de calidad	Controlar el cumplimiento de los criterios de aceptación de la máquina final	Apoyo por medio de una lista de verificación para cumplir con los criterios de aceptación de la máquina
	3- Revisar los objetivos de calidad del equipo.	Verificar cuales son los criterios de aceptación de la máquina	Apoyo por medio de una lista de verificación para saber cuáles son los criterios de aceptación para la construcción de la máquina
	4- Estimar defectos inyectados y defectos removidos.	Considerar cuales elementos pueden no funcionar correctamente en el desarrollo de la máquina	Apoyo por medio de una lista de verificación para elegir objetos candidatos a ser cambiados
	6- Hacer ajustes a las necesidades del proceso para obtener un plan satisfactorio.	Identificar la mejor opción de construcción de la máquina	Apoyo por medio de un chat para acordar la estrategia de construcción de la máquina.

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
R	2- Producir las partes asignadas del SRS	Controlar la creación de la máquina cumpliendo los criterios de aceptación (reglas o condiciones)	Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió el participante, en sus dos variantes movimientos correctos y movimientos sin valor)
	4,5- Dirigir la inspección del SRS y del plan de pruebas del sistema	Controlar que los criterios de aceptación de la máquina sean logrados. Verificar que los objetos sean puestos en el lugar y posición correcta para el logro del objetivo.	Apoyo por medio de una lista de verificación para cumplir con los criterios de aceptación de la máquina. Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió, después de marcar como buena la construcción de la máquina)
	6- Identificar preguntas y respuestas	Identificar problemas en el uso de los objetos en la escena	Apoyo por medio de chat para conocer los problemas que pueden causar los objetos durante la ejecución de la máquina
	7- Definir quién resolverá cada pregunta, problema y cuando	Verificar que persona debe realizar los cambios en caso de existir problemas en la ejecución de la máquina	Apoyo por medio de chat (de forma directa) para designar actividades para mover los elementos.
	8- Documentar la inspección	Verificar que los criterios de aceptación de la máquina se cumplan.	Apoyo por medio de una lista de verificación para cumplir con los criterios de aceptación de la máquina
D	3- Dirigir el esfuerzo del equipo para producir estándares de diseño	Controlar que los integrantes del equipo utilicen de forma adecuada los objetos en la escena.	Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió el participante, en sus dos variantes movimientos correctos y movimientos sin valor)
	5,7- Dirigir la inspección del SDS y plan de pruebas de integración	Controlar el diseño de la máquina cumpliendo con los criterios de aceptación de diseño	Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer cuales objetos utilizaran en la construcción de la máquina.
I	2- Producir y revisar diseños detallados.	Verificar el diseño de la máquina cumpla con los criterios de aceptación de diseño	Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer cuales objetos se utilizarán en la construcción de la máquina
	4,11- Dirigir las inspecciones de los	Controlar a los participantes para que	Apoyo por medio de botones de play para afectar la física de los objetos.

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
	diseños detallados y plan de pruebas de unidad.	realicen las pruebas de la máquina	
	5- Producir materiales para las pruebas de unidad.	Controlar en la creación de la máquina cumpliendo los criterios de aceptación	Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió el participante, en sus dos variantes movimientos correctos y movimientos sin valor)
	8,12- Dirigir las inspecciones de código.	Verificar que los participantes coloquen los objetos en los lugares indicados. Controlar al equipo en la inspección de los objetos para la construcción de la máquina.	Apoyo por medio de chat para dar instrucciones
	9- Programar pruebas de unidad.	Participar en la ejecución de la máquina	Apoyo por medio de botones de play para afectar la física de los objetos.
	10,13- Determinar si los imponentes cumplen los criterios de calidad.	Controlar que los criterios de aceptación de la máquina se cumplan. Verificar si los objetos utilizados son los adecuados	Apoyo por medio de una lista de verificación para conocer los criterios de aceptación de la máquina. Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió, después de marcar como buena la construcción de la máquina
PO	2- Completar una revisión por pares para el responsable de calidad /procesos y de todos los roles del equipo en la forma PEER.	Participar en la retrospectiva al final de la creación de la máquina	Apoyo por medio de una lista de verificación para comparar el trabajo logrado por parte de los integrantes del equipo.
Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem			

Tabla 54. Trazabilidad de actividades para la evaluación del rol de responsable de soporte

Fase	Resumen de actividades en TSPi	Actividad esperada por el participante	Medio de apoyo para la evaluación
E	5- Especificar cualquier herramienta de soporte y facilidades de ayuda.	Verificar si existe alguna ayuda extra para cumplir con los criterios de aceptación de la máquina	Apoyo por medio de tips de propiedades físicas de los objetos seleccionados para la construcción de la máquina
	6- Revisar los procedimientos con el equipo para sus acuerdos.	Verificar que los criterios de aceptación de la máquina sean válidos para lograr el objetivo	Apoyo por medio de una lista de verificación para cumplir con los criterios de aceptación de la máquina
I	2- Producir y revisar los diseños detallados.	Controlar en el diseño de la construcción de la máquina	Apoyo por medio de los movimientos en los objetos en la escena (Número de objetos que movió el participante, en sus dos variantes movimientos correctos y movimientos sin valor)
	3- Producir y revisar los planes de prueba de unidad.	Controlar en las pruebas de la construcción de la máquina	Apoyo por medio de botones de play para afectar la física de los objetos.
	9- Programar pruebas de unidad.	Verificar el funcionamiento individual de los objetos en la escena	Apoyo por medio de botones de ayuda para obtener información acerca de las propiedades físicas de los objetos
PO	2- Completar las revisiones por pares para el rol del responsable de soporte y para todos los otros roles del equipo usando la forma PEER.	Participar en la retrospectiva al final de la creación de la máquina	Apoyo por medio de una lista de verificación para comparar el trabajo logrado por parte de los integrantes del equipo.
<p>Dónde: L= Lanzamiento, E= Estrategia, P= Planificación, R= Requisitos, D= Diseño, I= Implementación, PR= Pruebas, PO= Postmortem</p>			