



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPTO. INGENIERIA INFORMATICA Y CIENCIAS DE LA
COMPUTACION

**EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE
APRENDIZAJE EN INGENIERÍA DE SOFTWARE,
UTILIZANDO LA ANALÍTICA MULTIMODAL DEL
APRENDIZAJE Y LA METODOLOGÍA LEGO
SERIOUS PLAY**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos para
obtener el título de Ingeniero Civil en Computación e Informática

Profesor Guía: Dr. Héctor Cornide Reyes

GUISSELLE MUÑOZ RIVERA

Copiapó, Chile 2023



UNIVERSIDAD
DE ATACAMA

FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPTO. INGENIERIA INFORMATICA Y CIENCIAS DE LA
COMPUTACION

**EVALUACIÓN DE RESULTADOS DE
APRENDIZAJE EN INGENIERÍA DE SOFTWARE,
UTILIZANDO LA ANALÍTICA MULTIMODAL DEL
APRENDIZAJE Y LA METODOLOGÍA LEGO
SERIOUS PLAY**

Profesor Guía
Dr. Héctor Cornide Reyes

Comité Evaluador
Dr. John Castro Llanos
Mg. Manuel Monasterio Cortés

GUISSELLE MUÑOZ RIVERA

Copiapó, Chile 2023

Contenido

Índice de figuras	II
Índice de tablas	IV
1. Introducción al Estudio	1
1.1. Descripción del Problema	1
1.2. Propuesta de Solución	3
1.3. Objetivos y Preguntas de Investigación	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. Metodología de Investigación	4
1.5. Organización del Documento	5
2. Marco Referencial	7
2.1. Introducción	7
2.2. Educación en Ingeniería de Software	7
2.2.1. Gamificación	9
2.2.2. Juegos Serios	10
2.3. Estándares Existentes para la Enseñanza en Ingeniería del Software	10
2.3.1. Guía para el Cuerpo de Conocimiento de Ingeniería de Software (SWE-BOK)	10
2.3.2. Software Engineering 2014 (SE 2014) de ACM/IEEE - Computer Society	12
2.4. LEGO Serious Play	15
2.4.1. Estructura del Proceso	15
2.4.2. Bloques	16
2.4.3. Etiqueta de los Participantes	17
2.4.4. Desarrollo de Habilidades de LSP	17
2.4.5. Aplicaciones de Lego Serious Play	17
2.5. Analítica Multimodal del Aprendizaje	18

3. Diseño de Actividades LSP para Ingeniería del Software	20
3.1. Introducción	20
3.2. Programa de Estudios de Ingeniería de Software I	20
3.3. Fuente de Datos Experimentales	23
3.3.1. Plataforma Naira	23
3.3.2. Informes de Roles de Equipo Belbin	24
3.3.3. Registro de Actividades	26
3.4. Diseño de Actividades	27
3.4.1. Limitaciones	35
4. Experimentación	36
4.1. Introducción	36
4.2. Descripción de Participantes	36
4.3. Descripción del Entorno Experimental	38
4.4. Actividad Experimental N°1: Puente	39
4.4.1. Storytelling de la Actividad	39
4.4.2. Datos Recopilados por Naira en la Actividad 1	41
4.4.3. Resultados Obtenidos en la Encuesta de la Actividad 1	44
4.5. Actividad Experimental N°2: Casa del Árbol	50
4.5.1. Storytelling de la Actividad	50
4.5.2. Datos Recopilados por Naira en la Actividad 2	53
4.5.3. Resultados Obtenidos en la Encuesta de la Actividad 2	56
4.6. Actividad Experimental N°3: Ciudad	58
4.6.1. Storytelling de la Actividad	58
4.6.2. Datos Recopilados por Naira en la Actividad 3	62
4.6.3. Resultados Obtenidos en la Encuesta de la Actividad 3	65
4.7. Resultados Obtenidos en la Encuesta de las Actividades LSP en Ingeniería de Software I	70
5. Discusión de Resultados	73
5.1. Acerca de los Resultados Obtenidos	73
5.2. Propuesta de Mejora para los Resultados de Aprendizaje	75
6. Conclusiones y Trabajos Futuros	76
6.1. Respecto a los Objetivos	76
6.2. Respecto a los Experimentos Realizados	77
6.3. Trabajos Futuros	78

Índice de figuras

1.1. Diseño Conceptual de la Propuesta.	3
1.2. Fases de la Metodología de Investigación.	4
2.1. Proceso Lego Serious Play [7]	16
2.2. Niveles de Aplicaciones.	18
3.1. Arquitectura en Alto Nivel de Naira Durante el Seguimiento de una Actividad de Colaboración [33].	23
4.1. Entorno Experimental.	38
4.2. Construcción del Puente Grupo 1	40
4.3. Construcción del Puente Grupo 2	41
4.4. Tiempo de Habla Efectivo Grupo 1.	42
4.5. Grafo Grupo 1.	42
4.6. Tiempo de Habla Efectivo Grupo 2.	43
4.7. Grafo Grupo 2.	43
4.8. Resultado Pregunta 1 - Actividad 1.	45
4.9. Resultado Pregunta 2 - Actividad 1.	46
4.10. Resultado Pregunta 3 - Actividad 1.	46
4.11. Resultado Pregunta 4 - Actividad 1.	47
4.12. Resultado Pregunta 5 - Actividad 1.	48
4.13. Resultado Pregunta 6 - Actividad 1.	48
4.14. Resultado Pregunta 7 - Actividad 1.	49
4.15. Resultado Pregunta 8 - Actividad 1.	49
4.16. Diagrama Casa del Árbol Grupo 1 y 2.	51
4.17. Requisitos e Incrementos Grupo 1 y 2.	51
4.18. Construcción Casa del Árbol Grupo 1.	52
4.19. Construcción Casa del Árbol Grupo 2.	52
4.20. Tiempo de Habla Efectivo Grupo 1.	54
4.21. Grafo Grupo 1.	54

4.22. Tiempo de Habla Grupo 2.	55
4.23. Grafo Grupo 2.	55
4.24. Resultado Pregunta 1 - Actividad 2.	56
4.25. Resultado Pregunta 2 - Actividad 2.	56
4.26. Resultado Pregunta 3 - Actividad 2.	57
4.27. Resultado Pregunta 4 - Actividad 2.	57
4.28. Cartas Planning Poker.	59
4.29. Backlog Ordenado y Priorizado.	61
4.30. Construcción Ciudad.	61
4.31. Tiempo de Habla Efectivo Parte 1.	63
4.32. Grafo Parte 1.	63
4.33. Tiempo de Habla Efectivo Parte 2.	64
4.34. Grafo Parte 2.	64
4.35. Resultado Pregunta 1 - Actividad 3.	65
4.36. Resultado Pregunta 2 - Actividad 3.	66
4.37. Resultado Pregunta 3 - Actividad 3.	66
4.38. Resultado Pregunta 4 - Actividad 3.	67
4.39. Resultado Pregunta 5 - Actividad 3.	67
4.40. Resultado Pregunta 6 - Actividad 3.	68
4.41. Resultado Pregunta 7 - Actividad 3.	68
4.42. Resultado Pregunta 8 - Actividad 3.	69
4.43. Resultado Pregunta 9 - Actividad 3.	69
4.44. Resultado Pregunta 10 - Actividad 3.	70
4.45. Resultado Pregunta 1 - LSP en ISw.	70
4.46. Resultado Pregunta 2 - LSP en ISw.	71
4.47. Resultado Pregunta 3 - LSP en ISw.	72

Índice de Tablas

2.1. Áreas de Conocimiento en ISw	11
2.2. Disciplinas Relacionadas en ISw	11
2.3. Áreas de Conocimiento de SEEK	14
3.1. Competencias Genéricas y Específicas.	21
3.2. Niveles.	21
3.3. Unidades y Resultados de Aprendizaje.	22
3.4. Roles del Equipo Belbin para cada Perfil.	25
3.5. Diseño LSP para la Construcción de un Puente.	29
3.6. Diseño LSP para la Construcción de una Casa del Árbol.	30
3.7. Diseño LSP para la Construcción de una Pasarela Peatonal.	31
3.8. Diseño LSP para la Construcción de un Sitio Web.	32
3.9. Diseño LSP para la Construcción de una Fábrica de Tarjetas Gráficas.	33
3.10. Diseño LSP para la Construcción de una Base en Marte.	34
3.11. Diseño LSP para la Construcción de una Ciudad.	34
4.1. Características de los Participantes	37
4.2. Roles de Equipo por Estudiante.	37
4.3. Tabla Resumen de la Actividad 1.	41
4.4. Resumen de Resultados Naira Actividad 1.	44
4.5. Tabla Resumen de la Actividad 2.	53
4.6. Resumen de Resultados Naira Actividad 2.	53
4.7. Historias de Usuario.	60
4.8. Tabla Resumen de la Actividad 3.	62
4.9. Resumen de Resultados Naira Actividad 3 (Parte 1).	62
4.10. Resumen de Resultados Naira Actividad 3 (Parte 2).	65

Resumen

El desarrollo de habilidades del siglo XXI se considera un aspecto fundamental en el mundo actual, caracterizado por cambios rápidos, avances tecnológicos y una creciente interconexión global. Estas habilidades juegan un papel crucial en el éxito personal y profesional, ya que son relevantes en múltiples áreas, como la educación, el empleo y la vida cotidiana. Se centran en el desarrollo de capacidades y actitudes que permiten a las personas enfrentar los desafíos del mundo moderno de manera efectiva. Estas habilidades no solo ayudan a las personas a adaptarse a los cambios, sino también a prosperar en entornos dinámicos y en constante evolución. La industria del desarrollo de software también requiere que sus profesionales desarrollen estas habilidades para aumentar la probabilidad de éxito de los proyectos. Hoy en día, la demanda de profesionales para la industria de software apunta a complementar competencias técnicas con el desarrollo de habilidades blandas que comprenden aspectos interpersonales que son fundamentales a la hora de insertarse en el mundo laboral. Existe escasa evidencia de experimentos donde se aborde el desarrollo de habilidades del siglo XXI aplicados en etapas tempranas de formación del ingeniero de software. En el caso de la Universidad de Atacama, la carrera de Ingeniería Civil en Computación e Informática utiliza planes curriculares basados en competencias con la finalidad de que los estudiantes aprendan en función de lo establecido por un conjunto de objetivos de aprendizaje. En este trabajo de titulación, se propone el uso de la metodología *Lego Serious Play* (LSP) junto a las técnicas de la Analítica Multimodal del Aprendizaje (MMLA, por sus siglas en inglés, *Multi-Modal Learning Analytics*) para evaluar los resultados de aprendizaje en el marco de la asignatura de Ingeniería de Software I. Los resultados obtenidos son bastante prometedores, debido a que fue posible identificar las dificultades en torno a la adquisición de conocimientos y, en gran medida, a la aplicación de los mismos. También se pudo comprobar la importancia de contar con fuentes multimodales para que el docente disponga de mayor información para evaluar los niveles de logro de los estudiantes.

Palabras Clave: Lego Serious Play, LSP, Analítica multimodal del aprendizaje, MMLA, Ingeniería de Software, Resultados de Aprendizaje, Experimentación.

Capítulo 1

Introducción al Estudio

La industria experimenta una transformación hacia los procesos de automatización, fabricación inteligente y digitalización. Esto ha dado origen a la aparición de nuevas tecnologías que se han convertido en verdaderas impulsoras de la llamada Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0). Asimismo, la formación de profesionales de ingeniería requiere competencias en entornos laborales y sociales cada vez más cambiantes [23]. Es por esto, y por el dinamismo de la industria que es de gran importancia preparar a los estudiantes para enfrentar todos estos desafíos. Actualmente, existe una brecha entre lo que se enseña y las necesidades reales de la industria. Por lo anterior, es imprescindible ajustar la educación de Ingeniería en Software (ISw) hacia los requerimientos exigidos hoy, ya que existen dificultades para replicar escenarios reales en las asignaturas de esta área.

En los proyectos de software, a pesar de los avances tecnológicos y de nuevas metodologías que han irrumpido en la disciplina, aún existe un gran porcentaje de fracasos [24], debido a la gran competitividad en el mercado actual y a la adopción de nuevas tecnologías sin probar su utilidad práctica. Por lo tanto, es de gran importancia que los ingenieros de esta área estén preparados y tengan todas las herramientas requeridas para llevar a cabo proyectos software exitosos. Es por esto, que es necesario realizar estudios empíricos que apuntan a desarrollar un aprendizaje activo en ISw. Dentro de estas actividades, se considera la realización de experimentos en entornos académicos que aportan ventajas tanto desde el punto de vista del docente/investigador como del punto de vista del alumno [22].

1.1. Descripción del Problema

Actualmente, la demanda de profesionales para la industria de software no sólo apunta a competencias técnicas, sino a desarrollar habilidades que comprenden aspectos interpersonales que son fundamentales a la hora de insertarse en el mundo laboral. Entre las competencias del siglo XXI más relevantes que debe tener un profesional se encuentran la comunicación,

colaboración, alfabetización en tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), habilidades sociales y/o culturales, creatividad, pensamiento crítico, por ejemplo [46, 13]. Los planes curriculares basados en competencias obligan a utilizar métodos activos de enseñanza, aplicables a la ISw, para potenciar el aprendizaje de los estudiantes. Estos métodos cumplen un rol práctico, son técnicas que permiten a los docentes desarrollar clases donde los estudiantes aumentan sus posibilidades de adquirir conocimiento, y finalmente su objetivo es que ellos aprendan en función de lo establecido por un conjunto de objetivos de aprendizaje [25].

En la literatura existen evidencias sobre iniciativas que intentan crear ambientes de trabajo colaborativo en el aula, para dejar a un lado el ambiente individualista que se presenta en la mayoría de los cursos de ISw. En [43], los autores sugieren que la enseñanza de ISw no ha de hacerse orientada a la individualidad del sujeto, sino que necesita que el alumno desarrolle habilidades humanas para la comunicación [32][14], interacción y colaboración [11][15][16] entre miembros del equipo, siendo esto esencial para el éxito de los proyectos de software y derivando en la aplicación de una metodología colaborativa para la enseñanza.

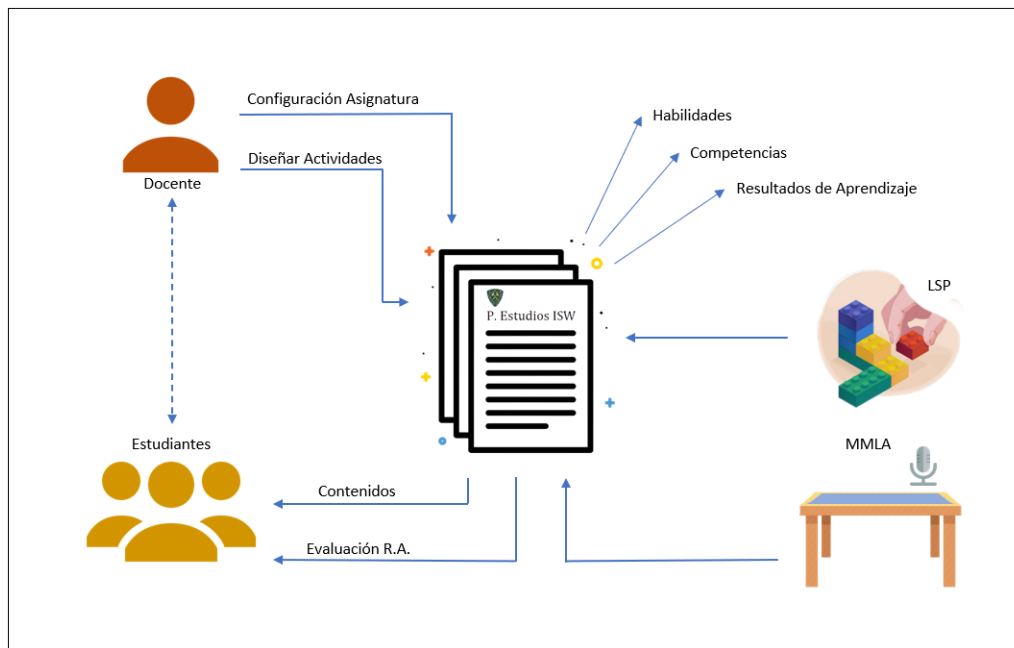
Las características clave de los juegos serios (*Serious Games*, SG) permiten el desarrollo y mantenimiento de las habilidades del siglo XXI. Siendo la colaboración compleja la característica que más contribuye a este desarrollo, en segundo lugar, se posicionaría proporcionar escenarios de aprendizaje auténticos y enriquecidos, y otra característica relevante es la competencia con otros alumnos [40]. El enfoque de aprendizaje basado en SG se puede utilizar como una herramienta educativa que puede aumentar la autoestima de los estudiantes, ayudarlos a mejorar sus habilidades interpersonales, desarrollar su pensamiento crítico, sus habilidades para la toma de decisiones y la resolución de problemas. Puede considerarse una herramienta educativa eficaz que facilita y mejora el proceso de los estudiantes, incentiva la interacción, la cooperación y la comunicación. Además, puede infundir interés en temas educativos, promover la motivación y el compromiso de aprendizaje [4].

En la literatura, es posible identificar una serie de innovaciones pedagógicas que buscan estimular el trabajo colaborativo de los estudiantes de Ingeniería en general. También se han incorporando herramientas tecnológicas como *Plickers* y el método *Build Your Own Scrum* (BYOS, por sus siglas en inglés, Crea tu propio Scrum) para la enseñanza de Scrum [45]. Si bien, estas experiencias han mostrado un alto nivel de aceptación entre los estudiantes, por diversas razones, la estimulación del trabajo colaborativo no siempre fue del todo bien lograda. Por tal razón, se investigaron algunas alternativas que pudieran facilitar la creación de ambientes colaborativos de trabajo en el aula. Es así, cómo se ha decidido incorporar a la metodología LSP por los buenos resultados obtenidos mostrados en la literatura [33, 14, 15] y porque se ha convertido en una importante herramienta bastante utilizada por las empresas de nuestro país como medio para el desarrollo de habilidades blandas.

1.2. Propuesta de Solución

Por todo lo anterior y, como una forma de continuar explorando en la disciplina, se propone el diseño de un conjunto de actividades LSP que consideren la utilización de técnicas de la MMLA. Esto permitirá, tener una nueva forma, basada en métodos activos de aprendizaje, para evaluar los resultados de aprendizaje en la asignatura de ISw. En esta investigación, el uso de técnicas MMLA es fundamental para cuantificar los resultados y visualizar el proceso de una forma más holística [9]. En la Figura 1.1 se describe gráficamente la propuesta de solución, donde en el centro aparece el programa de estudios de la asignatura ISw. Como este programa de estudios fue diseñado basado en competencias, junto a la descripción de los contenidos, es posible identificar las habilidades, competencias y resultados de aprendizaje esperados para esta asignatura. A partir de estos lineamientos y utilizando métodos activos en la enseñanza, el docente configura la asignatura y diseña actividades a realizar. Por otro lado, los estudiantes adquieren estos contenidos y obtienen como retroalimentación una evaluación de sus resultados de aprendizaje. Muchas veces esta retroalimentación no es la más óptima, ya que, al realizar actividades dinámicas el docente no tiene la capacidad de verificar cómo cada estudiante desarrolla dicha actividad. Por lo anterior, se hace imposible evaluar el logro individual de los resultados de aprendizaje con exactitud. Para abordar esta problemática, se propone la utilización de la metodología LSP y la MMLA.

Figura 1.1: Diseño Conceptual de la Propuesta.



1.3. Objetivos y Preguntas de Investigación

1.3.1. Objetivo General

Evaluar los resultados de aprendizaje en ISw, utilizando MMLA y la metodología LSP.

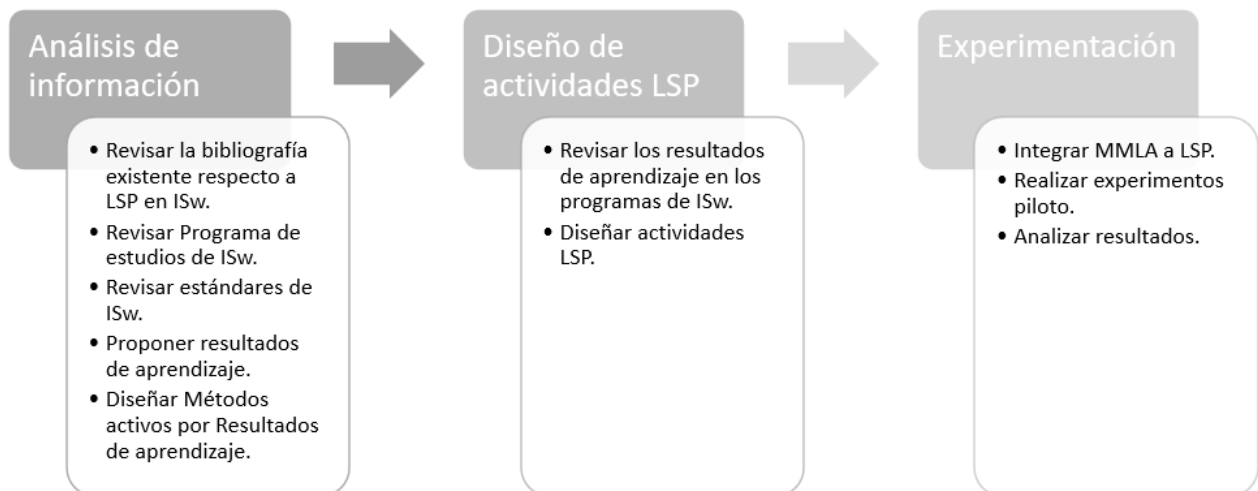
1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar las unidades de competencia y resultados de aprendizaje definidos para la asignatura de ISw.
- Diseñar un conjunto de actividades LSP orientadas a la evaluación de resultados de aprendizaje en ISw.
- Realizar experimentos que permitan validar las actividades diseñadas.

1.4. Metodología de Investigación

Para desarrollar este trabajo, se ha definido una metodología de trabajo organizada en 3 fases: análisis de información, diseño de actividades LSP y experimentación. El detalle de la metodología se presenta en la Figura 1.2.

Figura 1.2: Fases de la Metodología de Investigación.



Por otro lado, cada una de las actividades LSP diseñadas para medir los resultados de aprendizaje, siguen la metodología definida por Lego y que consiste en las siguientes etapas [21]:

1. **El reto:** el docente lanza un desafío al grupo y solicita que cada estudiante aporte una respuesta utilizando para ello las piezas de Lego.
2. **Reflexión individual:** es la fase, de duración determinada por el docente, en la que cada estudiante expresa su solución mediante la creación de una pieza o modelo de Lego.
3. **Difusión:** Cada estudiante explica al resto su modelo construido como respuesta a la pregunta planteada al comienzo de la sesión. Durante esta etapa, deberá dar respuesta a todas las cuestiones lanzadas por el facilitador / dinamizador.
4. **Definición:** El grupo decide en conjunto la estrategia para abordar el desafío planteado.
5. **Construcción:** El grupo construye artefactos según lo definido en la etapa anterior.
6. **El cierre:** Última fase en la que el docente, junto con los estudiantes, reflexionan en torno al trabajo realizado.

1.5. Organización del Documento

El trabajo de titulación está organizado como sigue:

- **Capítulo 1:** En este capítulo de introducción se presenta el contexto general del tema de estudio, se plantea la problemática, la propuesta de solución y los objetivos de investigación.
- **Capítulo 2:** En este capítulo se establece el marco referencial que sustenta la investigación con conceptos claves, como por ejemplo: educación en ISw, gamificación, SG, estándares existentes para la enseñanza en ISw, LSP y la MMLA.
- **Capítulo 3:** En este capítulo se presenta el programa de estudios de ISw I, las fuentes de datos experimentales, se plantea el diseño de actividades LSP para ISw y se mencionan las limitaciones del estudio.
- **Capítulo 4:** En este capítulo se presenta la descripción de los participantes, la descripción de cada actividad experimental, los datos recopilados por la plataforma de MMLA y los resultados obtenidos en las encuestas.

- **Capítulo 5:** En este capítulo se realiza un análisis de los datos recolectados, se discuten las conclusiones derivadas de los resultados generando nuevas hipótesis al respecto y se presenta la propuesta de mejora para los resultados de aprendizaje.
- **Capítulo 6:** En este capítulo se evalúa el logro en el cumplimiento de los objetivos de investigación, se destacan las implicaciones y el potencial impacto en la realización de experimentos, finalmente se ofrecen recomendaciones para futuros trabajos.

Capítulo 2

Marco Referencial

2.1. Introducción

En el presente capítulo se explora el marco referencial que fundamenta la investigación, con el objetivo de establecer los fundamentos conceptuales necesarios para analizar el problema en cuestión y abordar los objetivos planteados de manera adecuada. Conceptos como educación en ingeniería de software, gamificación, juegos serios, estándares existentes para la enseñanza de ISw, LSP y MMLA.

2.2. Educación en Ingeniería de Software

Según Marques et al. [29] en Chile las carreras de Ingeniería en Ciencias de la Computación son genéricas y pretenden abarcar todas las áreas, además, estas carreras contienen pocos cursos de ingeniería de software. Estos autores también indican que los proyectos y exámenes son los instrumentos de evaluación más frecuentes, y que los cursos teóricos de ingeniería en ciencias de la computación se evalúan principalmente con exámenes, tareas y en menor medida con lecturas y casos de estudio. En cuanto a los cursos de ingeniería de software, las áreas de conocimiento más frecuentemente enseñadas son Modelado y Análisis de Software, Análisis y Especificación de Requisitos y Diseño de Software y, en menor medida, Proceso de Software y Verificación y Validación de Software. La calidad del software y la seguridad apenas se enseñan. Los programas generalmente incluyen entre tres y cuatro cursos relacionados con la ingeniería de software; la mayoría de ellos se entregan utilizando un enfoque práctico en lugar de teórico.

Hoy en día las universidades han optado por la adopción de estrategias de aprendizaje centradas en el estudiante [34, 35]. Dado que la ISw es un campo aplicado que requiere

que los estudiantes enfrenten problemas lo más cercano al mundo real, en la literatura se han identificado una serie de desafíos recurrentes en esta disciplina, lo que ha motivado la aparición y utilización de distintas estrategias educativas [31].

Las principales estrategias de enseñanza aprendizaje utilizadas para abordar las experiencias prácticas en educación en ingeniería de software son [30]:

- **Casos de estudio:** los estudiantes desarrollan habilidades de pensamiento analítico leyendo y discutiendo problemas complejos de la vida real.
- **Aprender haciendo:** los estudiantes toman un proyecto y tienen que abordar el choque de la teoría y la práctica de la ISw.
- **Aprendizaje basado en juegos:** se propone el desarrollo de un juego como una forma divertida de enseñar ISw y captar la atención de los estudiantes.
- **Mantenimiento:** los estudiantes deben aprender a manejar el software creado por otros desarrolladores y participar en su evolución o corrección.
- **Código abierto:** los estudiantes tienen que aprender ISw participando activamente en una comunidad o proyecto de código abierto.
- **Aprendizaje basado en problemas / resultados (PBL/OBL):** estas experiencias abordan problemas prácticos como forma de impulsar el proceso de aprendizaje. También pueden estar enfocados a obtener ciertos resultados como una forma de enfatizar un conocimiento más funcional que declarativo. Los estudiantes aprenden sobre un tema a través de la experiencia de resolver un problema, buscando resultados y trabajando en grupos.
- **Simulación:** los estudiantes trabajan en proyectos que tratan de simular una parte de un proyecto de la vida real. Por ejemplo, tienen que desempeñar un papel, tratar con un cliente, abordar un problema y trabajar en un entorno similar a los escenarios industriales.
- **Tradicional:** involucra a un profesor de pie frente a los estudiantes, con el contenido del curso dividido en una serie de conferencias temáticas. Por lo general, se utiliza un conjunto de tareas prácticas para ayudar a los estudiantes a aplicar los conceptos teóricos al trabajo profesional.
- **Aprendizaje de servicio:** los estudiantes desarrollan y utilizan sus habilidades académicas para abordar problemas de la vida real dentro de su propio entorno.

- **Aula invertida:** la conferencia tradicional se coloca en línea para que los estudiantes la utilicen durante su tiempo de estudio. Su tiempo de clase se utiliza para otras actividades, como talleres, tiempo de trabajo interactivo con el instructor o demostraciones.

Por otro lado, entre las unidades de conocimiento de ISw que se imparten con menos frecuencia en los programas de Ingeniería en Ciencias de la Computación se encuentran las habilidades de comunicación [29]. Según Anastasiadis et al. [4] el uso de juegos promueve un entorno de aprendizaje centrado en el estudiante en el que el bienestar y las habilidades blandas de los estudiantes se cultivan de una manera dinámica, agradable y lúdica.

En el estudio de Souza et al. [31], los autores identificaron tres métodos relacionados con el juego para la educación en ISw:

- Uso de juegos (o SG) como herramientas de aprendizaje (*Game-based Learning*).
- Desarrollo de juegos como contexto de aprendizaje (*Game Development Based Learning*).
- Uso de elementos de juego y técnicas de diseño de juegos para mejorar la experiencia de aprendizaje (*Gamification*).

Aún se cuenta con pocos datos empíricos con respecto a la evaluación de los métodos relacionados con el juego en la educación en ISw. Por lo tanto, la comunidad debe esforzarse por métodos de evaluación sistemáticos y replicables [31].

2.2.1. Gamificación

La gamificación del aprendizaje consiste en el uso de las mecánicas de juego en entornos ajenos al juego, resultando ser una metodología de aprendizaje que proporciona una gran oportunidad para trabajar aspectos como la motivación, el esfuerzo, la fidelización y la cooperación, entre otros, dentro del ámbito escolar [37]. En otras palabras, el objetivo de la gamificación es generar o transformar experiencias para transmitir sentimientos y compromiso similares a los de los juegos, aunque no con fines de entretenimiento [3].

Según Kim et al. [27] el propósito de la gamificación es mejorar la experiencia de aprendizaje mediante la incorporación de elementos del juego, como puntos, insignias y tablas de clasificación, en las actividades educativas. Esto se hace con el fin de aumentar el compromiso, la motivación y la participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. La gamificación también puede ayudar a que el aprendizaje sea más agradable e interactivo para los estudiantes.

2.2.2. Juegos Serios

Con relación a los juegos serios, Susi et al. [44] señalan que el concepto se define de muchas maneras; las definiciones coinciden en algunos asuntos, pero también varían dependiendo de las diferentes perspectivas e intereses. Un tema en el que la mayoría de las definiciones están de acuerdo, más o menos, es que los juegos serios se ocupan del uso de juegos y tecnología de juego para fines distintos del mero entretenimiento o la “diversión”. Tales propósitos incluyen educación, capacitación, salud, etc.

Según Kim et al. [27] los juegos serios para el aprendizaje y la educación son juegos que se desarrollan con el propósito de lograr objetivos de aprendizaje y educación en el mundo real. Los jugadores pueden aprender mientras juegan el juego y han logrado los objetivos cuando completan con éxito las misiones en el juego. Es decir, los serious games, con problemas del mundo real, se implementan dentro de los juegos.

2.3. Estándares Existentes para la Enseñanza en Ingeniería del Software

En esta sección se abordará dos de los estándares existentes para la enseñanza en ISw más relevantes. En primer lugar, se revisará la Guía para el Cuerpo de Conocimiento de Ingeniería de Software (SWEBOK V3.0, por sus siglas, Guide to the Software Engineering Body of knowledge. Y en segundo lugar, Software Engineering 2014 (SE 2014) de ACM/IEEE-Computer Society.

2.3.1. Guía para el Cuerpo de Conocimiento de Ingeniería de Software (SWEBOK)

El propósito de la Guía es describir la porción del Cuerpo de Conocimiento que es generalmente aceptada, organizar esa porción y proporcionar un acceso tópico a ella. La Guía se estableció con los siguientes cinco objetivos [10]:

1. Promover una visión coherente de la ISw en todo el mundo.
2. Especificar el alcance y aclarar el lugar de la ISw con respecto a otras disciplinas como la informática, la gestión de proyectos, la ingeniería informática y las matemáticas.
3. Caracterizar los contenidos de la disciplina de ISw.
4. Proporcionar un acceso temático al Cuerpo de Conocimiento de ISw.
5. Proporcionar una base para el desarrollo curricular y para la certificación individual y el material de licencia.

Además, en la guía se identificó material que se reconoce como dentro de esta disciplina organizado en quince áreas de conocimiento, las cuales se mencionan en la Tabla 2.1. También se reconocen siete disciplinas relacionadas a ingeniería de software, mencionadas en la Tabla 2.2 [10].

Tabla 2.1: Áreas de Conocimiento en ISw

Requisitos de Software
Diseño de Software
Construcción de Software
Pruebas de Software
Mantenimiento del Software
Gestión de Configuración de Software
Gestión de ISw
Proceso de ISw
Modelos y Métodos de ISw
Calidad del Software
Práctica Profesional de ISw
Economía de ISw
Fundamentos de Computación
Fundamentos Matemáticos
Fundamentos de Ingeniería

Tabla 2.2: Disciplinas Relacionadas en ISw

Ingeniería Informática
Ciencias de la Computación
Administración General
Matemáticas
Gestión de Proyectos
Gestión de la Calidad
Ingeniería de Sistemas

En el contexto de los planes de estudios académicos de pregrado y posgrado, es posible que se requieran modificaciones y actualizaciones de los materiales de los cursos existentes para preparar a la próxima generación de ingenieros de software y actualizar la base de conocimientos de los ingenieros de software en ejercicio [19].

2.3.2. Software Engineering 2014 (SE 2014) de ACM/IEEE - Computer Society

El propósito principal de estos lineamientos es proporcionar orientación a las instituciones académicas y agencias de acreditación sobre lo que debe constituir una educación de ISw de pregrado. Se describen tres aspectos claves que sustentan las directrices curriculares, detallados a continuación [5]:

1. Resultados esperados de los estudiantes, los graduados de un programa de pregrado se deben ser capaces de demostrar las siguientes cualidades:
 - a) Conocimiento profesional: Mostrar dominio de los conocimientos y habilidades de ISw y de los estándares profesionales necesarios para comenzar a ejercer como ingeniero de software.
 - b) Conocimientos técnicos: Demostrar una comprensión y aplicar teorías, modelos y técnicas apropiadas que proporcionen una base para la identificación y el análisis de problemas, el diseño, desarrollo, implementación, verificación y documentación de software.
 - c) Trabajo en equipo: Trabajar tanto individualmente como parte de un equipo para desarrollar y entregar artefactos de software de calidad.
 - d) Conciencia del usuario final: Demostrar una comprensión y apreciación de la importancia de la negociación, los hábitos de trabajo efectivos, el liderazgo y la buena comunicación con las partes interesadas en un entorno típico de desarrollo de software.
 - e) Soluciones de diseño en contexto: Diseñar soluciones apropiadas en uno o más dominios de aplicación utilizando enfoques de ISw que integren preocupaciones éticas, sociales, legales y económicas.
 - f) Realizar compensaciones: Reconciliar los objetivos conflictivos del proyecto, encontrando compromisos aceptables dentro de las limitaciones de costo, tiempo, conocimiento, sistemas existentes y organizaciones.
 - g) Desarrollo Profesional Continuo: Aprender nuevos modelos, técnicas y tecnologías a medida que surgen y apreciar la necesidad de tal desarrollo profesional continuo.
2. Principios SE 2014, abarca tanto los principios generales de computación como aquellos que reflejan la naturaleza especial de la ISw y que la diferencian de otras disciplinas informáticas:
 - a) ISw en el Espectro De Computación: La computación es un campo amplio que se extiende mucho más allá de los límites de cualquier disciplina informática.

- b)* Disciplinas de referencia: La ISw se basa en una variedad de disciplinas.
- c)* Evolución del currículo: La evolución continua del conocimiento, la tecnología, las aplicaciones, la pedagogía y las prácticas de ISw, junto con la naturaleza profesional de la ISw, requieren una revisión continua del plan de estudios correspondiente y un énfasis en la importancia del aprendizaje permanente para los graduados.
- d)* Organización del currículo: SE 2014 debe ir más allá de los elementos de conocimiento para ofrecer una orientación significativa en términos de componentes curriculares individuales.
- e)* Núcleo de SE 2014: debe apoyar la identificación de las habilidades y conocimientos fundamentales que todos los graduados de ISw deben poseer.
- f)* Incorporación de conocimientos de ISw: Orientación sobre software. Los planes de estudio de ingeniería deben basarse en una definición adecuada de los conocimientos de ISw.

3. Objetivos generales de las directrices curriculares:

- a)* Relevancia internacional: SE 2014 debe esforzarse por ser de alcance internacional.
- b)* Gama de perspectivas: El desarrollo de SE 2014 debe tener una base amplia.
- c)* Profesionalismo: SE 2014 debe incluir la exposición a aspectos de la práctica profesional como un componente integral del plan de estudios de pregrado.
- d)* Orientación sobre la aplicación: SE 2014 debe incluir discusiones de estrategias y tácticas para la implementación, junto con recomendaciones de alto nivel.

Según estas bases se desprenden dos contribuciones principales:

- El Conocimiento de Educación en Ingeniería de Software (SEEK, por sus siglas, Software Engineering Education Knowledge): Lo que todo graduado de ISw debe saber.
- Currículo: Formas en que este conocimiento y las habilidades fundamentales para la ingeniería de software se pueden enseñar en varios contextos.

En el SEEK, se identificaron diez áreas de conocimiento con sus conjuntos de unidades de conocimiento (Tabla 2.3). Además, incluye el número mínimo de horas recomendadas para cada área y unidad que los graduados en ISw necesitan aprender. Para cada tema, se designa un nivel de taxonomía de Bloom (que indica qué capacidad debe poseer un graduado) y la relevancia del tema (que indica si el tema es esencial o deseable).

Tabla 2.3: Áreas de Conocimiento de SEEK

Áreas de conocimiento	Unidades de conocimiento
Elementos esenciales de computación	Fundamentos de ciencias de la computación Tecnologías de construcción Herramientas de construcción
Fundamentos matemáticos y de ingeniería	Fundamentos matemáticos Fundamentos de ingeniería para software Ingeniería económica para software
Práctica profesional	Dinámica de grupo y psicología. Habilidades de comunicación (específicas de ISw) Profesionalismo
Modelado y análisis de software	Fundamentos de modelado Tipos de modelos Fundamentos de análisis
Análisis y especificación de requisitos	Fundamentos de requisitos Obtención de requisitos Especificación de requisitos y documentación Validación de requisitos
Diseño de software	Conceptos de diseño Estrategias de diseño Diseño arquitectónico La interacción persona-ordenador Diseño Diseño detallado Evaluación de diseño
Verificación y validación de software	Terminología y fundamentos de V&V Reseñas y análisis estáticos Pruebas Análisis de problemas e informes
Proceso de software	Conceptos de proceso Implementación de procesos Planificación y seguimiento de proyectos Gestión de configuración de software Evolución procesos y actividades
Calidad de software	Conceptos y cultura de la calidad del software Aseguramiento de procesos Garantía de producto
Seguridad	Fundamentos de seguridad Seguridad informática y de redes Desarrollo de software seguro

2.4. LEGO Serious Play

La metodología LSP es un proceso innovador diseñado para mejorar la innovación y el rendimiento empresarial. Basado en investigaciones que muestran que este tipo de aprendizaje práctico y mental produce una comprensión más profunda y significativa del mundo y sus posibilidades, la metodología LSP profundiza el proceso de reflexión y apoya un diálogo efectivo, para todos en la organización ¹.

La idea de la metodología se originó en 1996 cuando dos profesores de IMD (por sus siglas, *Institute for Management Development*) en Suiza y el propietario de The LEGO Group, Kjeld Kirk Kristiansen, estaban explorando herramientas y sistemas alternativos de planificación estratégica. Desarrollaron una comprensión del valor de los empleados y el concepto de una estrategia adaptable y en evolución que incluía el uso de elementos LEGO como modelos tridimensionales de problemas y desafíos comerciales. La estrategia se llamó LSP [41].

LSP es un método que posibilita procesos constructivos de reflexión y diálogo. Durante un proceso estructurado, los participantes usan bloques LEGO para crear modelos que expresan sus pensamientos, reflexiones e ideas. El núcleo del concepto LSP ² consiste en:

- Estructura del proceso: Una guía básica paso a paso estructura del proceso.
- Bloques: El uso de los bloques como implementos para crear modelos 3D visibles y tangibles que representar pensamientos, reflexiones e ideas.
- Etiqueta de los participantes.
- Código de conducta del facilitador.

2.4.1. Estructura del Proceso

Las tres fases básicas de la estructura del proceso LSP son:

1. **El Desafío:** El facilitador plantea el desafío de construcción a los participantes.
2. **Construcción:** Los participantes construyen un modelo LEGO que representa sus reflexiones sobre el desafío de construcción.
3. **Compartir:** El objetivo de la fase de compartir es que los participantes compartan sus historias y significados asignados sobre sus modelos entre sí. Es muy importante que cada participante tenga la oportunidad de compartir la historia de su modelo. El intercambio es en sí mismo un proceso de reflexión, ya que cuando comparten sus modelos,

¹<https://www.lego.com/en-us/themes/serious-play/about>

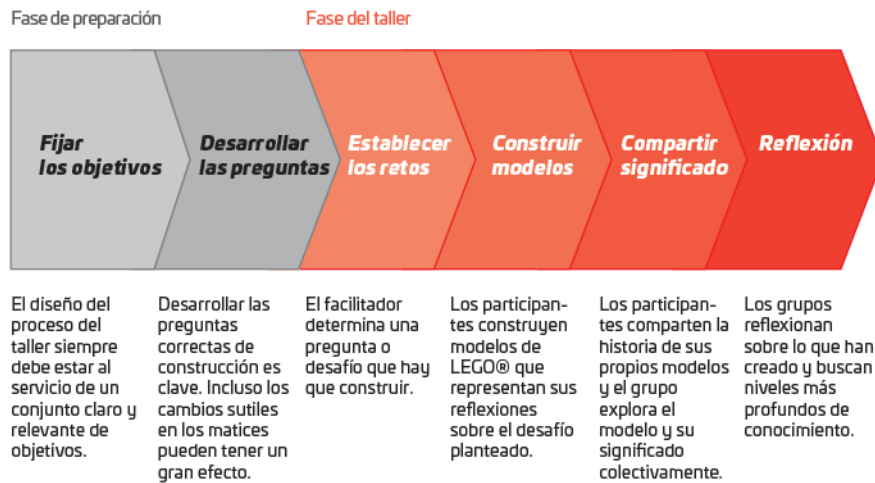
²https://www.lego.com/cdn/cs/set/assets/blt8ec1d6ff766ddfd4/LEGO_SERIOUS_PLAY_OpenSource.14mb.pdf

los participantes exploran sus propias expresiones más de cerca. El facilitador juega un papel crucial en la fase de compartir al hacer preguntas de facilitación. Las preguntas de facilitación se hacen con el propósito de lograr que los participantes reflexionen y compartan sobre sus pensamientos e ideas entre ellos.

Esta secuencia (desafiar, luego construir, luego compartir) se repite varias veces en cualquier sesión de LSP. El “bloque de construcción” es básico en cualquier proceso LSP. Esto les ayudará a llegar a las soluciones y acciones que deben tomarse para que puedan manejar la situación de la mejor manera posible.

Kristiansen y Rasmussen [28] propusieron un proceso de 4 pasos que consiste en el desafío, construir, compartir y reflexionar. Blair y Rillo [7], por su parte, concluyeron que las reuniones y talleres con LSP son más efectivos al seguir un proceso de seis pasos, dos pasos fundamentales en la fase de preparación y, durante el taller, un proceso de cuatro pasos (o ciclos de cuatro pasos) con los participantes (ver Figura 2.1).

Figura 2.1: Proceso Lego Serious Play [7]



2.4.2. Bloques

Los participantes deben tener igual acceso a una gran cantidad y variedad de bloques, para que sientan que tienen una oportunidad agradable de expresarse. Se ha descubierto que usar solo los bloques rectangulares más básicos puede ser frustrante para los participantes, quienes no necesariamente quieren un desafío de construcción difícil. En cambio, animales, banderas, minifiguras, cúpulas y una amplia gama de otras formas atractivas facilitan que las personas escojan elementos metafóricos.

2.4.3. Etiqueta de los Participantes

El proceso LSP debe llevarse a cabo de acuerdo con un conjunto de principios que son gestionados y controlados por el facilitador. Este conjunto de principios de SERIOUS PLAY es una parte integral del método, y se conoce como “la Etiqueta”. Los principios se basan en un conjunto de valores que son fundamentales para el método LSP y el pensamiento que hay detrás de él.

Estos valores básicos establecen que:

1. La respuesta está en el sistema. Por lo tanto, el método LSP se trata de que los participantes se expresen y se escuchen unos a otros.
2. La multitud de contribuciones al diálogo es la parte importante. El método tiene el objetivo general de lograr que los participantes expresen sus reflexiones y pensamientos, nunca para producir respuestas o hechos “correctos”.
3. No hay una respuesta correcta. Todos tienen diferentes puntos de vista, y esto es algo bueno. El proceso permite que estas diferentes perspectivas salgan a la luz sin que nadie diga cuál es “correcta” o “incorrecta”.

2.4.4. Desarrollo de Habilidades de LSP

La fase de adquisición de habilidades (o construcción de habilidades) es un paso fundamental del método LSP. Esta fase familiariza a los participantes con las siguientes habilidades básicas del método:

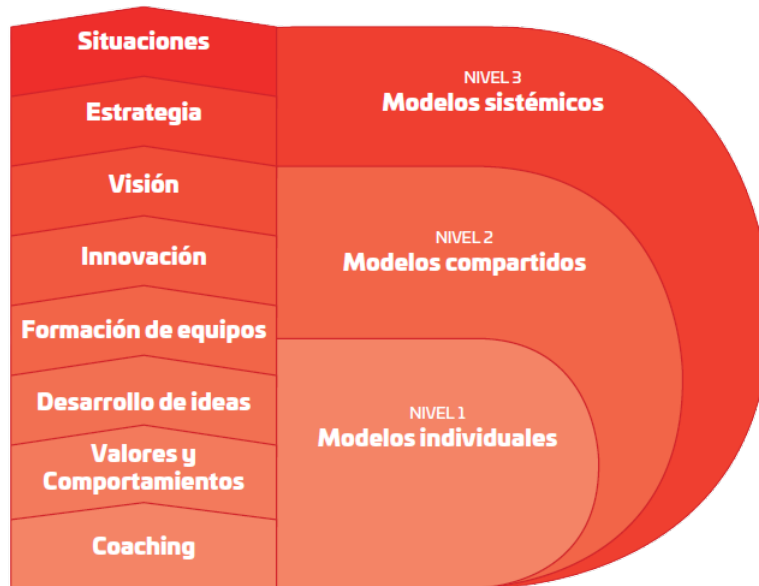
- Técnicas: pretende darles a los participantes las habilidades técnicas para conectar piezas.
- Metafóricas: aprender a usar piezas como metáforas empodera a las personas a expresar ideas complejas a partir de modelos simples.
- Narrativas: contar historias usando los modelos es el núcleo de la “comunicación mejorada” que promueve LSP. Esta habilidad requiere que el constructor use el modelo para narrar su historia y que los oyentes escuchen con “ojos y oídos”.

2.4.5. Aplicaciones de Lego Serious Play

Actualmente, hay cientos de casos de LSP que abarcan desde actividades antibullying y sesiones de estudio de la Biblia, el modelo canvas de negocio, diseño de servicio o gestión del cambio. En el contexto organizativo y empresarial, hay una gran variedad de posibles aplicaciones. Blair and Rillo[7] mencionan las aplicaciones típicas (ver Figura 2.2) de acuerdo a los tres niveles de construcción en LSP, los cuales se describen a continuación:

- Nivel 1: Modelos individuales: construcciones individuales, expresiones tridimensionales de los propios pensamientos, para que otros puedan verlos, comprenderlos y cuestionarlos, y así ayudar a crear un significado común.
- Nivel 2: Modelos compartidos: construcción de modelos compartidos para generar un entendimiento común sobre temas de interés compartido.
- Nivel 3: Modelos sistémicos: construcción de modelos sistémicos para comprender las fuerzas, las dinámicas y los efectos en los sistemas.

Figura 2.2: Niveles de Aplicaciones.



2.5. Analítica Multimodal del Aprendizaje

El análisis del aprendizaje (*Learning analytics*, LA) es la medición, la recopilación, el análisis y el informe de datos sobre los alumnos y sus contextos, con el fin de comprender y optimizar el aprendizaje y los entornos en los que se produce [20]. Sin embargo, el desarrollo del aprendizaje en estudiantes no siempre cuenta con el apoyo de un sistema basado en dispositivos tecnológicos. Según Ochoa & Worsley [36], para estudiar el aprendizaje en entornos que no se centran en la tecnología, los investigadores deben prestar atención a los entornos del mundo real y las acciones de los alumnos que ocurren sin el uso de tecnología.

Esto podría implicar el uso de métodos de observación u otras técnicas para capturar datos sobre las experiencias y comportamientos de los alumnos en diferentes contextos.

Para resolver los problemas a los que se enfrentan los estudiantes en diferentes entornos aparece la denominada Analítica Multimodal del Aprendizaje (*Multimodal Learning Analytics*, MMLA), que es un conjunto de técnicas que se pueden usar para recopilar múltiples fuentes de datos en alta frecuencia (video, registros, audio, gestos, biosensores), sincronizar y codificar los datos, y examinar el aprendizaje de manera realista y ecológica en entornos de aprendizaje válidos, sociales y de medios mixtos [8].

Las técnicas de recopilación y análisis de datos multimodales podrían producir métodos novedosos que generen información distintiva sobre lo que sucede cuando los estudiantes crean caminos de solución únicos a los problemas, interactúan con sus compañeros y actúan en tanto el mundo físico como el digital. Tales capacidades proporcionarían a los investigadores herramientas para examinar el aprendizaje centrado en el estudiante. Además, estas técnicas podrían mejorar la escalabilidad de la pedagogía, ya que hacen factible tanto la evaluación como la retroalimentación formativa, que suelen ser muy complejas y laboriosas en tales entornos [8, 9].

Blikstein y Worsley [9], al considerar las modalidades actuales de detección y evaluación posibles utilizando MMLA, identificaron tres áreas no mutuamente excluyentes: evaluar el conocimiento del estudiante, evaluar el afecto y la fisiología del estudiante y, evaluar las intenciones o creencias de los estudiantes. Además, estos autores presentan una variedad de métodos con enfoques no tradicionales, que se utilizan para capturar y procesar los datos de los estudiantes, los cuales se muestran a continuación:

- Análisis de texto
- Análisis del habla
- Análisis de escritura a mano
- Análisis de bocetos
- Análisis de acciones y gestos
- Análisis del estado afectivo
- Marcadores neurofisiológicos
- Análisis de la mirada
- Integración multimodal e interfaces multimodales

Capítulo 3

Diseño de Actividades LSP para Ingeniería del Software

3.1. Introducción

Las actividades de LSP han sido utilizadas de forma transversal, en diversas disciplinas. En este caso, se realizó el diseño de actividades LSP según el programa de estudios de la asignatura Ingeniería de Software I de la carrera Ingeniería Civil en Computación e Informática (ICCI) de la Universidad de Atacama (UDA).

3.2. Programa de Estudios de Ingeniería de Software I

Esta investigación se enfocará en el programa de estudios de la asignatura Ingeniería de Software I, la cual forma parte del plan de estudios de la carrera ICCI. Esta asignatura tiene el código CI42315 y se imparte durante el octavo semestre de la malla curricular. Asignada al eje de formación de especialidad, se distribuye en 3 créditos de docencia directa y 3 créditos de trabajo autónomo. El objetivo de esta asignatura es brindar a los alumnos las habilidades necesarias para analizar distintas problemáticas y ser capaces de desarrollar y mantener soluciones de software. Para alcanzar esta meta, se abordarán y aplicarán diversos métodos, técnicas y herramientas orientados al desarrollo y funcionamiento de soluciones de software. Es importante mencionar que para inscribirse en Ingeniería de Software I, los estudiantes deben haber cursado previamente las asignaturas de Lenguaje de Programación II y Sistemas de Información II. Estos conocimientos previos proporcionan la base necesaria para el adecuado aprovechamiento de los contenidos abordados en esta asignatura.

Esta asignatura aporta al perfil de egreso de la carrera ICCI a partir del desarrollo de las competencias genéricas y competencias específicas detalladas en la Tabla 3.1. Se han establecido los niveles (Tabla 3.2) en que la asignatura aporta al perfil de egreso y se utilizan en las competencias que desarrolla la asignatura.

Tabla 3.1: Competencias Genéricas y Específicas.

Competencias genéricas	Demuestra capacidad de aprender y actualizarse permanentemente
	Demuestra compromiso ético
Competencias específicas	Gestiona el desarrollo de software
	Desarrolla y mantiene el software
	Gestiona proyectos TIC

Tabla 3.2: Niveles.

Niveles	Significado
K	Conocimiento
C	Comprensión
A	Aplicación
S	Análisis y Síntesis
E	Evaluación
OP	Opcional

Las competencias que desarrolla la asignatura de Ingeniería de Software I son las siguientes:

- Selecciona y aplica modelos de procesos de software que se ajusten a condiciones específicas del proyecto (Nivel A).
- Analiza toda información considerada relevante para apoyar de manera efectiva un conjunto dado de decisiones (Nivel A).
- Seleccionar metodologías y técnicas de captura de información relevante para especificar requisitos del software (Nivel A).
- Determina los diversos paradigmas de diseño para el desarrollo de productos de software (Nivel C).
- Aplica técnicas de pruebas y de depuración de software (Nivel A).

- Comprende el mantenimiento del software durante su operación (Nivel C).

El programa de estudios también comprende las unidades de aprendizaje y los resultados de aprendizaje (RA) que deben ser impartidos en la asignatura (Tabla 3.3). Las estrategias de enseñanza y aprendizaje son: clases expositivas interactivas, talleres prácticos y trabajos de actualización. Los procedimientos de evaluación de aprendizaje son: formativa, sumativa y taller práctico. Para efectos de esta investigación, las actividades LSP diseñadas corresponden a la unidad 2 “Procesos del software”.

Tabla 3.3: Unidades y Resultados de Aprendizaje.

Unidades de aprendizaje	Resultados de aprendizaje
Unidad 1 : Introducción a la ingeniería de software	Explica las características, conceptos y desafíos de la ingeniería de software desde su origen.
Unidad 2 : Procesos del software	Describe el proceso del ciclo de vida del software.
	Selecciona modelos de procesos de software que se ajusten a condiciones contextuales específicas.
Unidad 3 : Requisitos del software	Describe el proceso de ingeniería de requisitos en el desarrollo de sistemas de información intensivos en software.
	Compara las técnicas más comunes que se utilizan para capturar información desde los <i>stakeholders</i> .
	Especifica requisitos de software documentándolos adecuadamente bajo estándares establecidos.
Unidad 4 : Diseño del software	Diferencia paradigmas de diseño de aplicaciones.
	Aplica los principios que dirigen el diseño de las interfaces de usuarios.
Unidad 5 : Verificación y validación del software	Comprende el proceso V&V.
	Planifica actividades de pruebas y de depuración de software.
Unidad 6 : Mantenimiento del software	Comprende la importancia de la evolución del software.
	Describe el proceso y estima costos del mantenimiento del software.

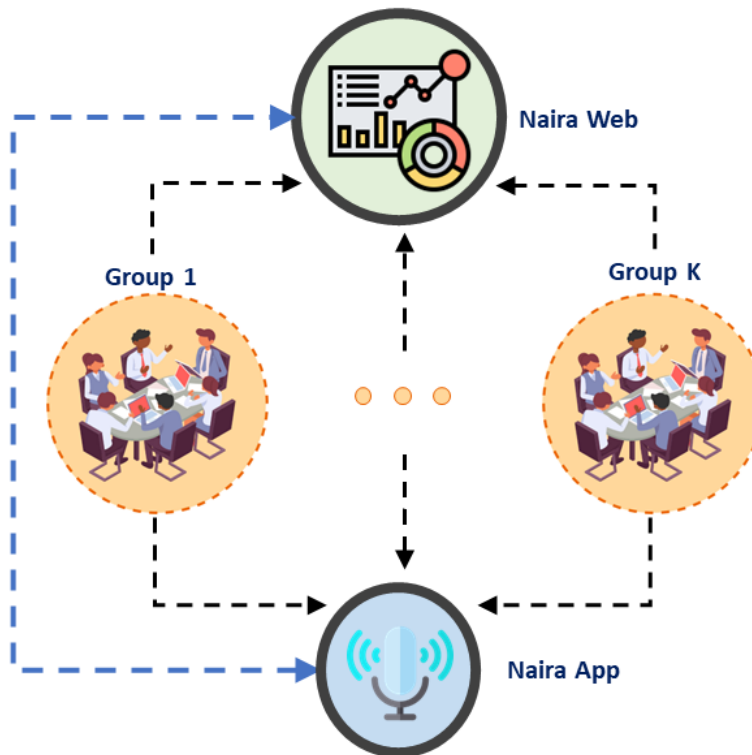
3.3. Fuente de Datos Experimentales

En los experimentos planificados para el desarrollo de este trabajo de titulación, se han definido las siguientes fuentes de datos para evaluar los resultados de aprendizaje.

3.3.1. Plataforma Naira

Naira es una plataforma MMLA basada en la nube que permite el almacenamiento, análisis y visualización de datos de interacción de habla recogidos a través de micrófonos de solapa en actividades grupales. Esta plataforma fue presentada por primera vez en [15] y consta de dos componentes principales: Una aplicación móvil multiplataforma que, a través del cliente del navegador, permite servicios en la nube para almacenamiento, procesamiento y análisis (Naira App) y un panel de control que permite crear actividades y monitorizar las actividades en curso en tiempo real (Naira Web). La Figura 3.1 ilustra el funcionamiento a alto nivel de los distintos componentes de Naira mientras se monitoriza una actividad colaborativa. La descripción en detalle de cada componente de Naira esta disponible en [15].

Figura 3.1: Arquitectura en Alto Nivel de Naira Durante el Seguimiento de una Actividad de Colaboración [33].



Naira App captura y procesa los datos de cada evento de interacción oral realizado por el estudiante. Entre las métricas proporcionadas a Naira Web se encuentran el tiempo de habla, el número de interacciones realizadas por cada participante y su amplitud de voz media. La variable de tiempo efectivo de habla que tiene Naira incrementa su valor para cada usuario cuando, analizando los datos, una persona tiene al menos dos presencias consecutivas en el momento de recorrer la lista de interacciones, evitando la suma de tiempo de habla en las ocasiones en las que dos usuarios hablan simultáneamente [33]. A nivel de grupo, se ofrecen estadísticas y medidas de grupo basadas en las métricas anteriores. Además, una de las principales características de Naira Web es la visualización en tiempo real de las interacciones de habla en grupo a través de sociogramas o gráficos. Cada gráfico (V, E) representa la red social de un grupo, donde V son los actores del grupo y E son las relaciones de interacción verbal entre sus miembros [33].

3.3.2. Informes de Roles de Equipo Belbin

Los informes *Belbin* proporcionan un conjunto de test, herramientas de análisis e informes que hoy en día se han convertido en un instrumento potente y validado para caracterizar el comportamiento de las personas en el trabajo colaborativo [2]. En la Tabla 3.4 se describen los tres perfiles y los nueve roles propuestos por la metodología Belbin [2]. Belbin define un rol de equipo como una tendencia a comportarse, contribuir y relacionarse de una determinada manera. También determina que dicho comportamiento está influenciado por seis factores [6]:

1. Personalidad.
2. Habilidad mental
3. Valores y motivaciones
4. Experiencia
5. Influencias externas
6. Rol aprendido.

Los informes *Belbin* contienen también orientaciones personalizadas y consejos útiles para los miembros de un equipo que deseen mejorar su rendimiento. Toda esta información proporciona una amplia visión de los puntos fuertes y débiles de las personas y de cómo contribuirán a nivel individual, relacional y de equipo.

En este trabajo de titulación se utilizan los informes *Belbin GetSet*, que es una herramienta especialmente diseñada para estudiantes jóvenes. Los informes *Belbin GetSet* tienen como objetivo fomentar el autoconocimiento y la autoconfianza de los estudiantes, ayudarles a desarrollar y comunicar sus habilidades, mejorar su empleabilidad, capacitarles para tomar

decisiones y resolver conflictos, y enseñarles a trabajar en equipo con éxito [1]. El informe contiene gráficos que muestran el percentil de contribución de las funciones de equipo de cada alumno, ordenadas de mayor a menor. Estos percentiles pretenden medir y expresar la fuerza de la predisposición individual a desempeñar roles de equipo. Los valores entre 0-30 se consideran *roles rechazados*, entre 31-70 son los *roles asumibles*, y entre 71-100 son los *roles naturales*. Los informes son generados por la plataforma experta Interplace 7, a partir de las respuestas del alumno a un cuestionario online basado en el comportamiento denominado Inventario de Autopercepción de Belbin.

Tabla 3.4: Roles del Equipo Belbin para cada Perfil.

Perfil	Rol de equipo Belbin	ID
Social	Coordinador	CO
	Cohesionador	CH
	Investigador de recursos	IR
Mental	Cerebro	CE
	Monitor Evaluador	ME
	Especialista	ES
Acción	Finalizador	FI
	Implementador	ID
	Impulsor	IS

Los roles de equipo de Belbin son una herramienta poderosa para comprender cómo los individuos contribuyen al funcionamiento de un equipo. Cada uno de estos nueve roles representa una tendencia natural que una persona puede asumir al trabajar en colaboración con otros. A continuación, se presenta una breve descripción de cada rol de equipo ¹.

1. **CO:** Son maduros, seguros de sí mismos y saben identificar el talento. Tienen la habilidad de delegar tareas adecuadamente y fomentar la participación de todos los miembros, manteniendo el enfoque.
2. **CH:** Son excelentes para mantener la armonía dentro del equipo. Fomentan la colaboración, resuelven conflictos y crean un ambiente de trabajo positivo y colaborativo.
3. **IR** Son extrovertidos, entusiastas y comunicativos. Además, son buenos conectando con personas y equipos externos y buscando oportunidades.
4. **CE:** Son personas imaginativas y creativas. Aportan soluciones novedosas e innovadoras al equipo y son capaces de pensar fuera de lo común para enfrentar desafíos con enfoques originales.

¹<https://www.belbin.com/about/belbin-team-roles>

5. **ME:** Estos individuos son imparciales y objetivos al analizar las ideas y el progreso del equipo. Ofrecen una evaluación crítica que ayuda a mantener un alto nivel de calidad y a evitar posibles errores.
6. **ES:** Los especialistas son aquellos con conocimientos técnicos o habilidades específicas. Contribuyen con experiencia y conocimientos detallados, siendo recursos invaluable para resolver problemas complejos.
7. **FI:** Son esmerados, concienzudos y ansiosos. Prestan atención a los detalles y se aseguran de que las tareas se completen correctamente y a tiempo. Tiende a preocuparse excesivamente y es reacio a delegar.
8. **ID:** Son personas prácticas y confiables que se centran en convertir las ideas en acciones concretas. Son inflexibles en cierta medida y lentos en responder a nuevas posibilidades.
9. **IS:** Son retadores, dinámicos y trabajan bien bajo presión. Además, tiene iniciativa y coraje para superar obstáculos. Proporciona el impulso necesario para garantizar que el equipo se mantenga en movimiento y no pierda el enfoque ni el impulso.

3.3.3. Registro de Actividades

Se elaboran hojas de trabajo para cada actividad experimental, con el fin de que cada grupo de trabajo registre los aspectos más importantes del desarrollo de la tarea asignada. Las hojas de registro de actividades capturan diversos datos, algunos ejemplos son:

- Artefactos a construir.
- Distribución de tareas.
- Orden de actividades.
- Artefactos por Sprint.
- Bosquejos del modelo LSP.
- Distribución de tiempos.
- Características estéticas.
- Entre otros.

3.4. Diseño de Actividades

A continuación, se describirán las actividades LSP diseñadas bajo los lineamientos del programa de estudios de la asignatura Ingeniería de Software I de la carrera ICCI de la UDA. Estas actividades pertenecen a la unidad titulada procesos del software del programa de estudios. Además, las actividades están diseñadas para ser realizadas en un bloque de clases, equivalente a 90 minutos, con una holgura de 15 minutos. En esta unidad, los estudiantes reciben los aspectos teóricos de los modelos de proceso de software. Dentro de los contenidos definidos para esta unidad, podemos destacar los siguientes:

- Ciclo de vida vs proceso software.
- Modelos de procesos de software Tradicionales.
 - Modelo Cascada
 - Modelo Evolutivo
 - Modelo basado en prototipos.
 - Modelos Incremental
 - Modelo espiral
- Métodos de desarrollo ágil.
 - Scrum
 - Kanban
 - XP
 - Lean

Si bien es cierto, los contenidos previstos para esta unidad no tienen grandes dificultades en su comprensión teórica, para el docente es complejo evaluar con certeza si los estudiantes adquieren los resultados de aprendizaje previstos. La principal razón de esto radica en la falta de experiencia práctica previa por parte de los estudiantes, quienes no participan en actividades prácticas de evaluación, sino que tradicionalmente son evaluados mediante pruebas escritas parciales. Por ejemplo, para los resultados de aprendizaje declarados en la Tabla 3.3, en la evaluación de la unidad II se presentan las siguientes problemáticas:

- Para comprobar que los estudiantes logran *Describir el proceso de ciclo de vida del software*, habitualmente se les consulta sobre las características del proceso de ciclo de vida. Sin embargo, para la mayoría de los estudiantes resulta complejo responder a esto debido a la escasa experiencia práctica en el desarrollo de software. Hasta antes de esta asignatura, el modelo que los estudiantes utilizan para desarrollar software es el clásico *Code and fix*.

- Para el resultado de aprendizaje *Selecciona modelos de proceso de software que se ajusten a condiciones contextuales específicas*, habitualmente en las pruebas se simulan casos con características que conducen al estudiante a elegir un modelo dado. Por lo mismo, estos casos simulados no posibilitan al estudiante establecer sus propios criterios de decisión para elegir un modelo. Al igual que el resultado de aprendizaje anterior, la falta de experiencia previa de los estudiantes, limita las posibilidades del docente a la hora de elaborar un mejor instrumento de evaluación.

En virtud de lo anterior, para lograr evaluar de mejor forma el nivel de logro de los resultados de aprendizaje, hemos definido los siguientes desafíos LSP:

1. **Construir un Puente:** El diseño de este desafío se encuentra en la Tabla 3.5 y tiene por objetivo permitir que el estudiante de forma práctica lleve a cabo cada etapa del modelo cascada, y así, comprender de mejor manera todo lo que implica la aplicación de este modelo.
2. **Casa en el árbol:** Este desafío (Tabla 3.6) tiene como objetivo propiciar un contexto en el cual los estudiantes puedan decidir el modelo de proceso de software más adecuado para llevar a cabo la construcción de una casa del árbol según las especificaciones del facilitador.
3. **Pasarela peatonal:** El diseño de este desafío está en la Tabla 3.7, al igual que en el desafío anterior, su objetivo es que los estudiantes elijan el modelo de proceso de software apropiado para las condiciones que proponga el facilitador.
4. **Sitio web:** Este desafío (Tabla 3.8), tiene como objetivo integrar conceptos de la unidad 2 y 3, de procesos del software y de requisitos del software, respectivamente. Donde los estudiantes pueden construir un sitio web a través de metáforas utilizando un modelo de procesos del software, además de, elegir y aplicar técnicas de educación.
5. **Fabrica de tarjetas gráficas:** El diseño de este desafío se encuentra en la Tabla 3.9, y su objetivo es comprender el proceso de ingeniería de requisitos y aplicarlo al proceso del software.
6. **Base en Marte:** Este desafío (Tabla 3.10), tiene como objetivo aplicar una metodología ágil para integrar conceptos de las unidades de aprendizaje.
7. **Ciudad:** El diseño de este desafío se encuentra en la Tabla 3.11, tiene un carácter integrador con el objetivo de poner en práctica los contenidos de la unidad 2 utilizando SCRUM para su desarrollo.

Tabla 3.5: Diseño LSP para la Construcción de un Puente.

Objetivo General: Comprender el proceso del ciclo de vida del software mediante la construcción de un puente.				
Tiempo	Fase	Descripción	Recursos Necesarios	Resultados
10 min	Preparación	El docente debe: - Explicar el modelo en cascada. - Plantear el desafío LSP. - Mencionar requisitos del modelo: altura, peso y estética. - Explicar que cada grupo debe asignar tiempo a cada etapa del modelo cascada, en total deben sumar 30 min. - Aplicar <i>Test Belbin</i> .	- Presentación de diapositivas. - Bloques LEGO. - Animales LEGO.	- Roles Belbin.
15 min	Planificación	Los estudiantes deben: - Asignar tiempo a las actividades (Análisis, Diseño y Construcción). - Determinar roles (Analista, diseñador y constructor). - Determinar atributos del producto.	- Pizarra Acrilica. - Plumones.	- Tiempo de Análisis. - Tiempo de Diseño. - Tiempo de Construcción. - Responsabilidades. - Estándar del equipo.
30 min	Construcción del Modelo	Los estudiantes deben aplicar las etapas del modelo cascada de la siguiente forma: - Análisis de requisitos. - Diseño de la solución. - Construcción.	- Listado de requisitos. - Pizarra acrilica. - Plumones. - Bloques LEGO.	- Especificación de requisitos. - Diagrama y/o Esquema. - Puente LEGO.
20 min	Reflexión	- Exploración grupal. - Preguntas.		- Evidencias del nivel de logro del Resultado de Aprendizaje.

Tabla 3.6: Diseño LSP para la Construcción de una Casa del Árbol.

Objetivo general: El modelo de proceso de software seleccionado se ajuste a las condiciones contextuales específicas.				
Tiempo	Fase	Descripción	Recursos Necesarios	Resultados
10 min	Preparación	El docente debe: - Hacer un resumen sobre los modelos de procesos del software. - Plantear el desafío LSP, que consiste en construir una casa del árbol según el modelo de proceso de Sw que los estudiantes elijan. - Conformar grupos.	- Presentación de diapositivas.	- Listado de grupos.
15 min	Planificación	Los estudiantes deben: - Analizar y elegir que modelo de proceso del software es adecuado para construir la casa del árbol. - Realizar un bosquejo de la casa del árbol. - Declarar requisitos, según corresponda. - Asignar tiempo para cada etapa del modelo según corresponda.	- Pizarra acrílica. - Plumones.	- Diagrama y/o Esquema. - Especificación de requisitos según corresponda. - Tiempo de etapas, según corresponda.
30 min	Construcción	Los estudiantes deben construir la casa del árbol siguiendo el modelo de proceso del software que seleccionaron.	- Bloques LEGO. - Pizarra acrílica. - Plumones.	- Especificación de requisitos. - Casa del árbol LEGO.
20 min	Reflexión	- Exploración grupal. - Preguntas.		- Evidencias del nivel de logro del resultado de aprendizaje.

Tabla 3.7: Diseño LSP para la Construcción de una Pasarela Peatonal.

Objetivo general: El modelo de proceso de software seleccionado se ajuste a las condiciones contextuales específicas.				
Tiempo	Fase	Descripción	Recursos Necesarios	Resultados
10 min	Preparación	El docente debe: - Hacer un resumen sobre los modelos de procesos del software. - Plantear el desafío LSP, que consiste en construir una pasarela peatonal según el modelo de proceso de Software que los estudiantes elijan. - Conformar grupos.	- Presentación de diapositivas.	- Listado de grupos.
15 min	Planificación	Los estudiantes deben: - Analizar y elegir que modelo de proceso del software es adecuado para construir la pasarela peatonal. - Realizar un diagrama de la pasarela peatonal. - Declarar requisitos, según corresponda. - Asignar tiempo para cada etapa del modelo según corresponda.	- Pizarra acrílica. - Plumones.	- Diagrama y/o Esquema. - Especificación de requisitos según corresponda. - Tiempo de etapas, según corresponda.
30 min	Construcción	Los estudiantes deben construir la pasarela peatonal siguiendo el modelo de proceso del software que seleccionaron.	- Bloques LEGO. - Pizarra acrílica. - Plumones.	- Especificación de requisitos. - Pasarela peatonal LEGO.
20 min	Reflexión	- Exploración grupal. - Preguntas.		- Evidencias del nivel de logro del resultado de aprendizaje.

Tabla 3.8: Diseño LSP para la Construcción de un Sitio Web.

Objetivo general: Comprender y aplicar el proceso de ingeniería de requisitos.				
Tiempo	Fase	Descripción	Recursos Necesarios	Resultados
15	Preparación	El docente debe: - Repasar el proceso de ingeniería de requisitos. - Plantear el desafío LSP, que consiste en construir un sitio web mediante metáforas. - Conformar grupos.	- Presentación de diapositivas.	- Listado de grupos.
10 min	Planificación	Los estudiantes deben: - Analizar y elegir una o más técnicas adecuadas para capturar requisitos.	- Pizarra acrílica. - Plumones.	- Listado con la/s técnica/s de educación elegidas.
30 min	Construcción	Los estudiantes deben construir un sitio web mediante: - Metáforas. - Técnicas de educación.	- Bloques LEGO. - Pizarra acrílica. - Plumones.	- Especificación de requisitos. - Sitio web LEGO.
20 min	Reflexión	- Exploración grupal. - Preguntas.		- Evidencias del nivel de logro del resultado de aprendizaje.

Tabla 3.9: Diseño LSP para la Construcción de una Fábrica de Tarjetas Gráficas.

Objetivo general: Especifica requisitos de software documentándolos adecuadamente bajo estándares establecidos.				
Tiempo	Fase	Descripción	Recursos Necesarios	Resultados
10 min	Preparación	El docente debe: - Plantear el desafío LSP, que consiste en construir una fábrica de tarjetas gráficas. - Conformar grupos.	- Presentación de diapositivas.	- Listado de grupos.
15 min	Planificación	Los estudiantes deben: - Recoger información sobre el sistema propuesto. - Seleccionar técnica/s para capturar requisitos.	- Pizarra - Plumones	- Modelo preliminar de la fábrica de tarjetas gráficas.
35 min	Construcción	Los estudiantes deben: - Extraer los requisitos del usuario. - Documentar requisitos de software bajo estándar establecido. - Construir la fábrica de tarjetas gráficas.	- Bloques LEGO.	- Especificación de requisitos bajo estándar establecido. - Fábrica de tarjetas gráficas LEGO.
15 min	Reflexión	- Exploración grupal. - Preguntas		- Evidencias del nivel de logro de los resultados de aprendizaje.

Tabla 3.10: Diseño LSP para la Construcción de una Base en Marte.

Objetivo general: Integración de contenidos de procesos y requisitos del software.				
Tiempo	Fase	Descripción	Recursos necesarios	Resultados
20 min	Preparación	El docente debe: - Repasar técnica de estimación de esfuerzo. - Repasar metodología SCRUM. - Conformar equipos (3 a 5 estudiantes)	- Presentación de diapositivas.	Listado de equipos.
60 min	Planificación	Los estudiantes deben: - Realizar una estimación de esfuerzo con la técnica de Planning Poker.	- Cartas de Planning Poker. - Historias de usuario.	Listado de tareas, ordenadas y priorizadas.
60 min	Construcción	Los estudiantes deben construir una Base en Marte en tres sprints, cada sprint con una duración de 20 min.	- Bloques LEGO. - Historias de usuario.	Base en Marte LEGO.
30 min	Reflexión	- Exploración grupal. - Preguntas		Evidencias del nivel de logro del resultado de aprendizaje.

Tabla 3.11: Diseño LSP para la Construcción de una Ciudad.

Objetivo General: Integración de contenidos de procesos y requisitos del software.				
Tiempo	Fase	Descripción	Recursos necesarios	Resultados
20 min	Preparación	El docente debe: - Repasar técnica de estimación de esfuerzo. - Repasar metodología SCRUM. - Conformar equipos (3 a 5 estudiantes).	- Presentación de diapositivas.	Listado de equipos.
60 min	Planificación	Los estudiantes deben: - Realizar una estimación de esfuerzo con la técnica de Planning Poker. - Ordenar y priorizar historias de usuario.	- Cartas de Planning Poker. - Historias de usuario.	Listado de tareas, ordenado y priorizado.
60 min	Construcción	Los estudiantes deben construir una ciudad en tres sprints, cada sprint con una duración de 20 min.	- Bloques LEGO. - Historias de usuario.	
30 min	Reflexión	- Exploración grupal. - Preguntas.		- Evidencias del nivel de logro del resultado de aprendizaje

3.4.1. Limitaciones

Para el desarrollo de este trabajo de titulación, se observa que el número de estudiantes en condiciones de inscribir la asignatura representa la limitación más influyente. En los últimos años, el número de estudiantes que inscriben cada semestre la asignatura no supera los 5, lo que dificulta la conformación de grupos de trabajo. Relacionado con lo mismo, el número de estudiantes de género femenino es bastante escaso. La literatura reporta la importancia de considerar en la experimentación esta variable puesto que la abundancia o escasez de hombres y/o mujeres influye en el comportamiento colaborativo de grupos de trabajo [12, 26, 17].

Para abordar la limitación sobre número de estudiantes inscritos en la asignatura, se ha considerado la formación de al menos dos grupos de trabajo y la rotación de sus integrantes para obtener mayor diversidad en el comportamiento colaborativo. Respecto al género, no se tiene forma de controlar esa variable por lo que se trabaja con la diversidad que exista en el curso.

Capítulo 4

Experimentación

4.1. Introducción

Las actividades se realizaron en el marco de la asignatura de Ingeniería de Software I, donde la participación fue de cinco estudiantes. Las actividades se organizaron previamente, cada actividad fue diseñada con el objetivo de que los estudiantes aplicaran los conocimientos adquiridos en clases, y además, comprobar en nivel de logro de los RA (Tabla 3.3). En cada actividad, el docente a cargo de la asignatura de Ingeniería en Software I junto a la memorista de este trabajo de titulación, desempeñaron el rol de facilitador LSP. Las actividades seleccionadas para la experimentación fueron: Puente (Tabla 3.5), Casa en el árbol (Tabla 3.6) y Ciudad (Tabla 3.11).

4.2. Descripción de Participantes

Los participantes fueron cinco estudiantes que tenían poseían la inscripción formal de la asignatura de Ingeniería de Software I, todos ellos comparten el mismo género (masculino), sus edades están en un rango de 21 a 24 años, dos de ellos pertenecen al plan de estudios actual basado en competencias (plan rediseñado) y tres al plan de estudios basado en objetivos. En la Tabla 4.1 se muestran las características de cada participante.

Previo a comenzar con las actividades de experimentación LSP, los participantes completaron el Test Belbin. El cual se tradujo en un informe que permite comprender cómo se comporta realmente un estudiante trabajando en equipo. Se presentan los roles de equipo obtenidos por cada estudiante en la Tabla 4.2 y posteriormente los resultados específicos de dicho informe.

Tabla 4.1: Características de los Participantes

Código de Estudiante	Género	Edad	Plan de estudios	Año de ingreso	Nivel académico (Semestre)
E1	Masculino	23	Basado en competencias (Rediseño)	2018	7
E2		21	Basado en competencias (Rediseño)	2019	9
E3		23	Basado en objetivos	2017	8
E4		24	Basado en objetivos	2017	9
E5		24	Basado en objetivos	2017	7

Tabla 4.2: Roles de Equipo por Estudiante.

Código de estudiante	Rol de equipo primario	Rol de equipo secundario	Rol de equipo terciario
E1	Finalizador (FI)	Especialista (ES)	-
E2	Implementador (ID)	Monitor Evaluador (ME)	-
E3	Impulsor (IS)	Finalizador (FI)	Cohesionador (CH)
E4	Implementador (ID)	Monitor Evaluador (ME)	-
E5	Monitor Evaluador (ME)	Cohesionador (CH)	-

A través de la combinación de estos roles de equipo, el informe interpreta el comportamiento del individuo dando como resultado sus características y habilidades más desarrolladas. La combinación de roles del estudiante E1, Finalizador y Especialista, se interpreta como una persona que probablemente obtenga satisfacción tanto del nivel de calidad que alcance en su trabajo, como adquiriendo habilidades profesionales.

Los estudiantes E2 y E4 comparten la misma combinación de roles de equipo, Implementador y Monitor Evaluador. Esta combinación sugiere alguien a quien le gusta pensar antes de actuar y cuyas acciones son esencialmente el resultado de planes y preparativos. El estudiante E3 tiene principalmente los roles de Impulsor y Finalizador. La combinación de estos dos roles indica que probablemente posee gran iniciativa personal, posiblemente respaldada por una susceptibilidad general hacia la ansiedad. La mayoría de las personas ansiosas toman medidas para protegerse del estrés mediante conductas de evasión. Es en este punto donde este perfil difiere del patrón general. Un Finalizador - Impulsor es probable que aborde los asuntos “de frente” y probablemente no estará satisfecho/a hasta que el asunto se haya solucionado.

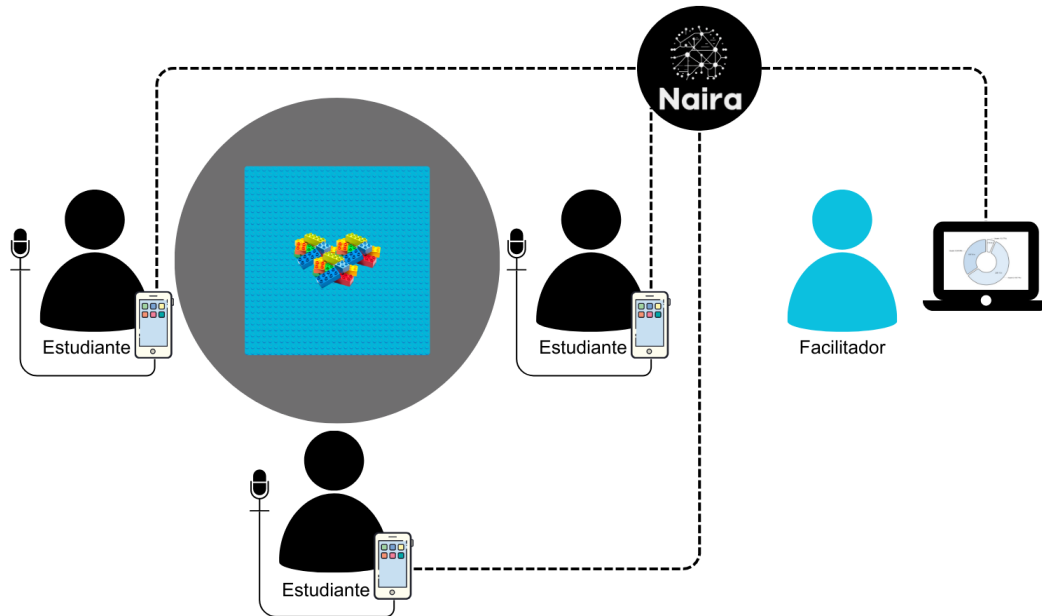
Finalmente, la combinación de los roles presentados en el estudiante E5, Monitor Evaluador y Cohesionador, sugiere el estilo de una persona influyente detrás de escena pero que probablemente se sentirá incómoda ocupando el centro del escenario. Este estilo resulta más efectivo cuando trabaja en combinación con otras personas y actúa como la “conciencia” del equipo, asegurando que todo lo que hace el equipo está integrado en un proceso social que los demás consideran aceptable y gratificante.

4.3. Descripción del Entorno Experimental

Cada vez que se lleva a cabo una actividad experimental, esta es asistida por tecnología, todos los participantes son conectados a la innovadora plataforma de MMLA Naira. Esta conexión se realiza a través de un celular asignado a cada participante, el cual está equipado con un micrófono que capta y registra información durante el desarrollo de la actividad. Esta tecnología permite recopilar datos valiosos sobre las interacciones y los tiempos de habla efectivos de los participantes en tiempo real.

De manera simultánea, el facilitador encargado de guiar la actividad tiene acceso a esta información en tiempo real por medio de un computador. Este computador también se encuentra conectado a la plataforma de MMLA Naira y recibe los datos generados por cada celular participante. Gracias a esta conectividad, el facilitador puede monitorear de cerca el progreso de los estudiantes, identificar patrones de participación y ofrecer retroalimentación instantánea para mejorar el aprendizaje individual y grupal. El entorno en el cual se desarrolla la actividad se muestra en la Figura 4.1.

Figura 4.1: Entorno Experimental.



4.4. Actividad Experimental N°1: Puente

4.4.1. Storytelling de la Actividad

Al comenzar con la actividad, en la etapa de preparación, el facilitador realizó un resumen de los contenidos vistos anteriormente en clase sobre el modelo cascada y planteó el desafío LSP. Este consistía en construir un puente que tenía como requisito: tener una altura que sobrepase a una jirafa, que pudiese soportar tres animales y fuese estéticamente aceptable. En este punto, los estudiantes se mostraban motivados para comenzar con la actividad LSP. Mientras tanto, el facilitador continuaba con la explicación de cada etapa de la actividad LSP, ya que, en cada etapa los estudiantes debían registrar en un documento cierta información que se les solicitaba. Para terminar esta etapa, el facilitador designó dos equipos: el equipo 1 conformado por los participantes E1 y E2, y el equipo 2 conformado por participantes E3, E4 y E5. Esta etapa tuvo una duración de 25 minutos aproximadamente.

Luego, se dio inicio la etapa de planificación, donde los estudiantes sólo poseían 15 minutos para distribuir los tiempos que utilizarían en cada actividad del modelo cascada (análisis, diseño y construcción), asignar roles (analista, diseñador y constructor) y definir los atributos del puente. En la Tabla 4.3, se visualiza el tiempo planificado por cada grupo para realizar cada actividad del modelo cascada. En esta etapa ambos equipos no hicieron uso de todo el tiempo que tenían disponible. Sin embargo, ambos grupos completaron satisfactoriamente la información mencionada anteriormente.

De este modo, comenzó la etapa de construcción en la cual los estudiantes contaban con 30 minutos, los cuales fueron distribuidos previamente en las actividades de análisis, diseño y construcción, estos tiempos eran controlados por ambos facilitadores. En la primera actividad de análisis, los estudiantes discutieron sobre la información entregada por los facilitadores, donde el resultado fue un conjunto de requisitos plasmados en el documento. En la segunda actividad de diseño, los grupos tuvieron acceso a los bloques lego y a los animales, a partir de este acercamiento, los estudiantes de cada grupo discutieron, diseñaron la forma y los elementos que debía incluir en su puente. En esta actividad, se observó que en ambos grupos hubo problemas de comunicación en un inicio pero lograron llegar a acuerdos, los cuales fueron estipulados vagamente en el documento como aspectos de diseño y atributos estéticos del puente. En la tercera actividad de construcción, los grupos realizaron el desarrollo del puente de acuerdo al diseño que habían realizado previamente. En esta etapa se observa que los integrantes del grupo 2 presentan un alto nivel de confianza, mientras que el grupo 1 refleja un nivel medio-bajo de confianza. Del mismo modo, se observa el participante E3 como un líder natural que cuenta con experiencia previa en Lego.

Al revisar en detalle los puentes construidos, es posible apreciar las distintas visiones que generaron cada grupo acerca de cómo perciben el concepto asociado a un puente, el puente construido por el grupo 1 se presenta en la Figura 4.2, mientras que el puente construido por

el grupo 2 se muestra en la Figura 4.3. El grupo 1 decidió hacer solo dos pilares, mientras que en el grupo 2 utilizaron 3 pilares. Además, el grupo 2 hizo escaleras para subir al puente, requisito que no fue solicitado pero el grupo estimó como parte principal de un puente. A pesar de las diferencias que se evidenciaron en la actividad LSP (ver Tabla 4.3) y de como influyó el rol que tuvo cada estudiante, ambos puentes cumplieron con los requisitos solicitados.

Finalmente, se inició la etapa de reflexión donde se realizó una exploración grupal y preguntas por parte del facilitador que apuntaban a cómo se resolvió el desafío bajo el modelo cascada y qué dificultades experimentaron durante la sesión. Las dificultades expuestas por los estudiantes fueron principalmente: falta de trabajo en equipo, falta de experiencia en LSP y falta de tiempo. En cuanto al desafío en cascada, los estudiantes llegaron a la conclusión de que era conveniente trabajar bajo esta metodología en este caso en particular, ya que, los requisitos eran claros. Pero al no contar con experiencia quizás otro modelo de proceso software les hubiese permitido lograr un mejor resultado.

Figura 4.2: Construcción del Puente Grupo 1

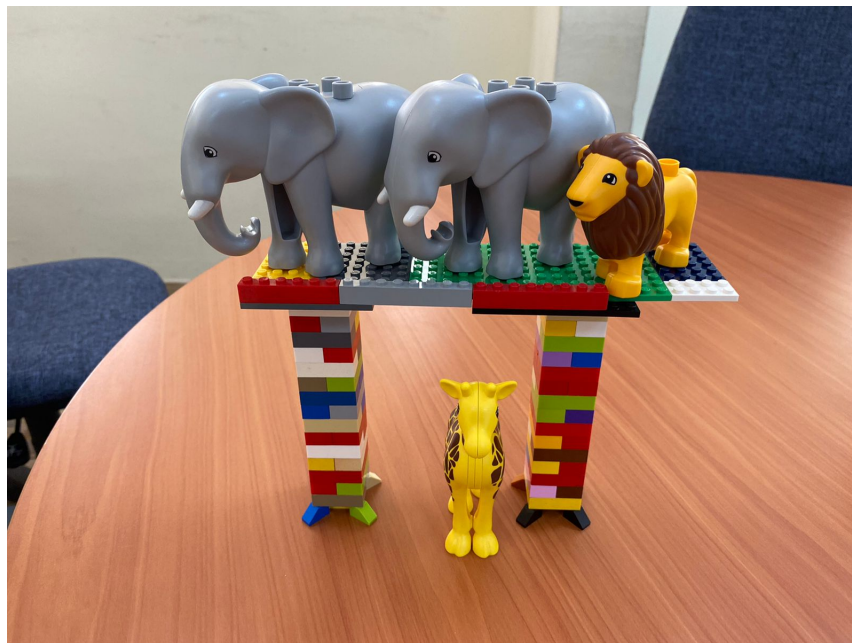


Figura 4.3: Construcción del Puente Grupo 2



Tabla 4.3: Tabla Resumen de la Actividad 1.

N° Grupo	N° Integrantes	Actividad	Distribución de tiempo	Observaciones
1	2	Análisis	3 minutos	Es posible apreciar en el artefacto construido que no fueron considerados los aspectos estéticos.
		Diseño	16 minutos	
		Construcción	11 minutos	
2	3	Análisis	5 minutos	En la construcción se observa una preocupación por los aspectos estéticos pero estos no fueron registrados en el documento.
		Diseño	5 minutos	
		Construcción	20 minutos	

4.4.2. Datos Recopilados por Naira en la Actividad 1

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a través de Naira para la actividad 1. Los participantes del grupo 1 se identifican como usuario 1 (E1) y usuario 2 (E2). Por otro lado, en el grupo 2, los usuarios 1, 2 y 3 corresponden a los participantes E5, E3 y E4, respectivamente. En la Figura 4.4 se muestra el tiempo de habla efectivo que tuvieron los participantes E1 y E2, mientras que en la Figura 4.5 se presentan las interacciones de habla que se llevaron a cabo entre dichos participantes. Adicionalmente, la Figura 4.6 exhibe el tiempo de habla efectivo de los participantes E3, E4 y E5 en el grupo 2, y la Figura 4.7 muestra las interacciones de habla que tuvieron lugar entre estos participantes durante la actividad. Finalmente, en la Tabla 4.4 se presenta un resumen de los tiempos e interacciones de habla.

Figura 4.4: Tiempo de Habla Efectivo Grupo 1.

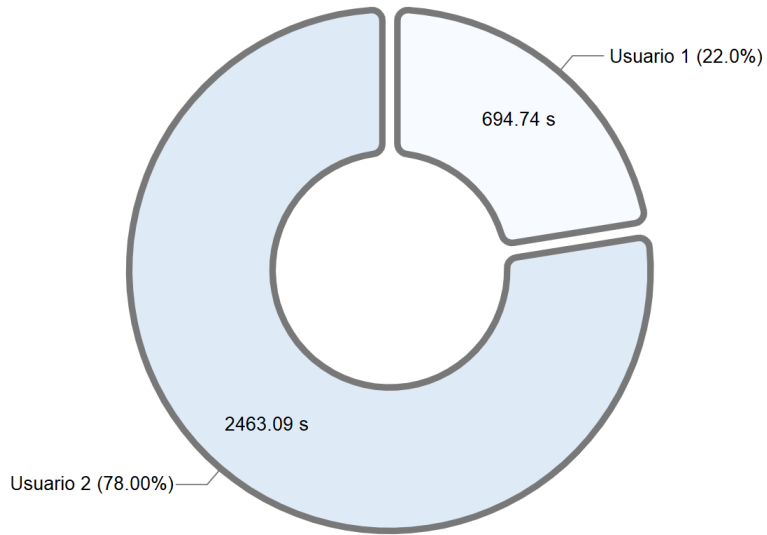


Figura 4.5: Grafo Grupo 1.

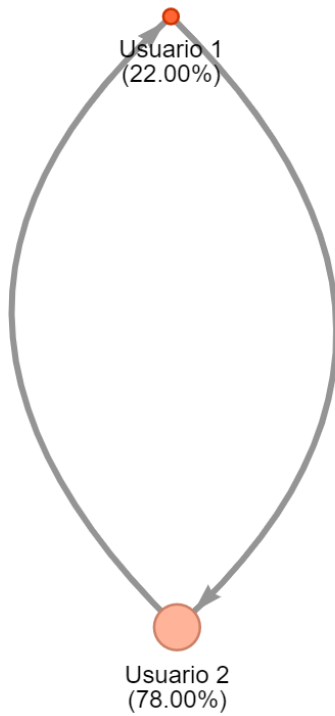


Figura 4.6: Tiempo de Habla Efectivo Grupo 2.

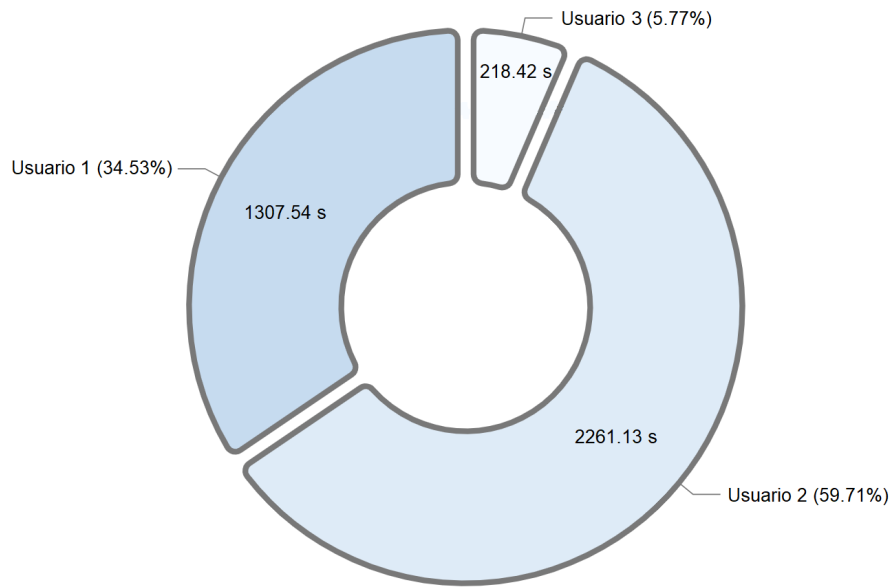


Figura 4.7: Grafo Grupo 2.

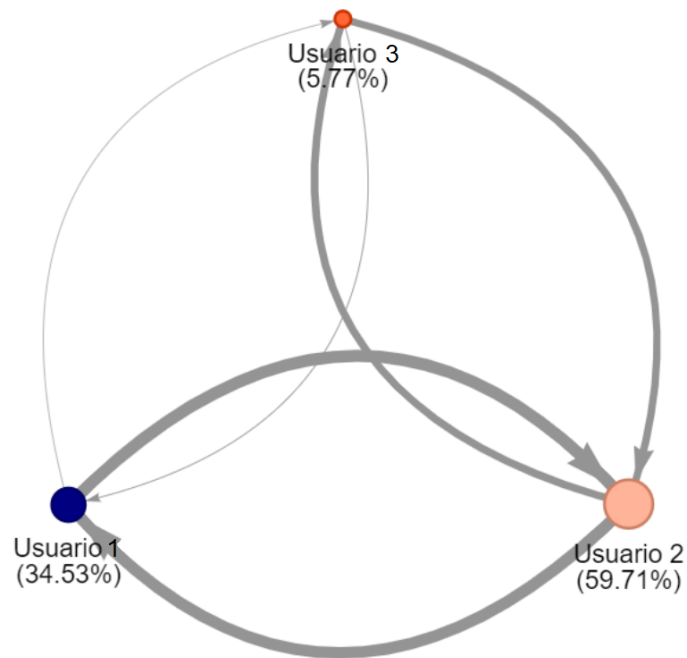


Tabla 4.4: Resumen de Resultados Naira Actividad 1.

	Grupo 1		Grupo 2		
	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
Intervenciones	121	121	341	467	254
Duración de habla	694.7[s]	2463.1[s]	1307.5[s]	2261.1[s]	218.4[s]
Número total de intervenciones	242		1062		
Duración total de intervenciones	3157.8[s]		3787[s]		

4.4.3. Resultados Obtenidos en la Encuesta de la Actividad 1

Al finalizar la actividad 1, se les solicitó a los participantes completar una encuesta con la finalidad de obtener su apreciación acerca del desafío realizado. Y de esta forma, evaluar el diseño de las actividad. A continuación, se presentan las preguntas realizadas en dicha encuesta, seguidas de los resultados obtenidos por cada pregunta.

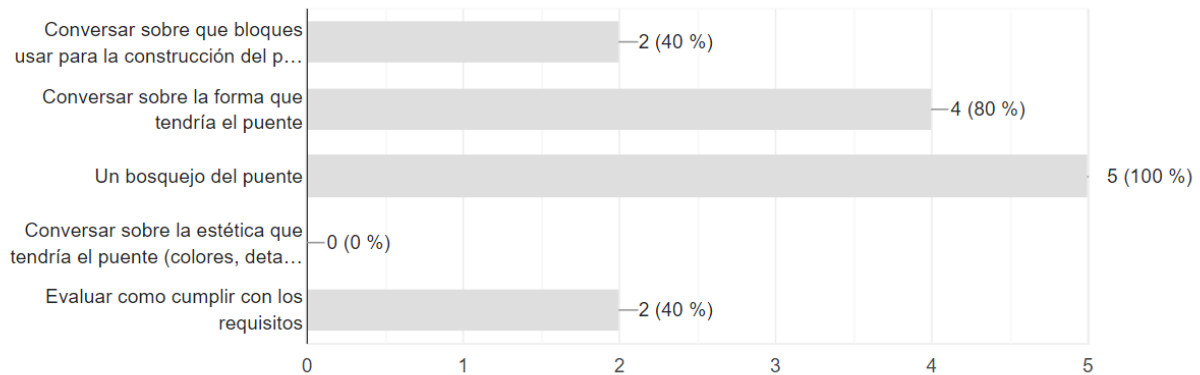
Las preguntas 1 y 2, son de opción múltiple de respuesta múltiple. Las respuestas a estas preguntas están dispuestas en la Figura 4.8 y en la Figura 4.9, respectivamente.

Pregunta 1: Además de distribuir tiempo, asignar roles y definir atributos, ¿Qué otra actividad como equipo realizaron durante los 15 minutos de la fase de planificación?

Opciones:

- Conversar sobre que bloques usar para la construcción del puente.
- Conversar sobre la forma que tendría el puente.
- Un bosquejo del puente
- Conversar sobre la estética que tendría el puente.
- Evaluar como cumplir con los requisitos.
- Otra.

Figura 4.8: Resultado Pregunta 1 - Actividad 1.

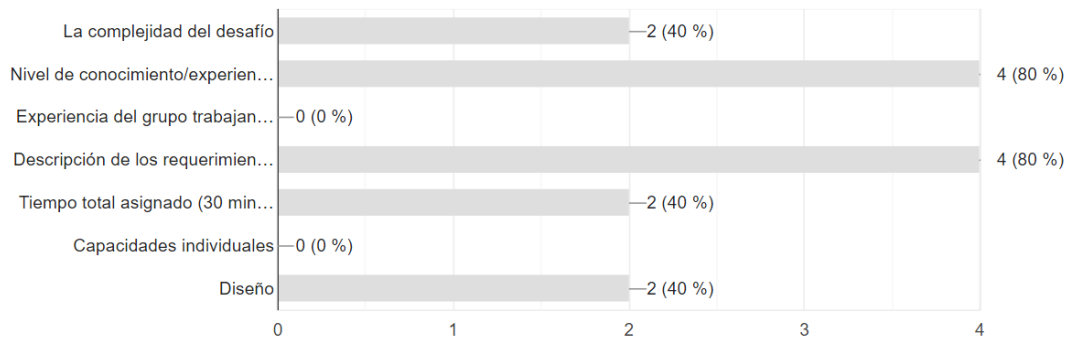


Pregunta 2: ¿Qué criterios utilizo para hacer la distribución de tiempo?

Opciones:

- La complejidad del desafío.
- Nivel de conocimiento/experiencia en construcción con LEGO.
- Experiencia del grupo trabajando juntos.
- Descripción de los requerimientos.
- Tiempo total asignado (30 minutos).
- Capacidades individuales.
- Diseño.
- Otra.

Figura 4.9: Resultado Pregunta 2 - Actividad 1.



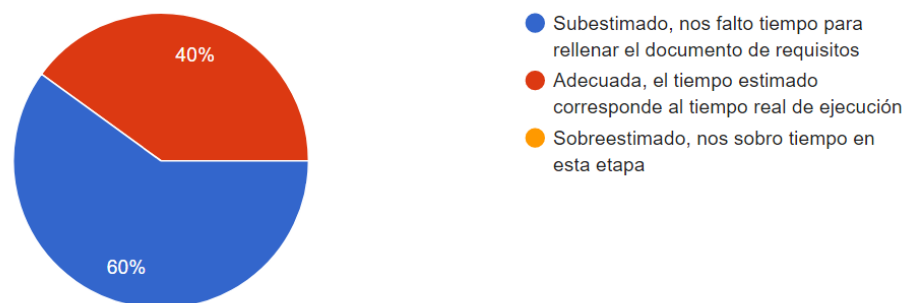
Las preguntas 3, 4 y 5, que son de opción múltiple de respuesta única. Las respuestas a estas preguntas están dispuestas en la Figura 4.10, en la Figura 4.11 y en la Figura 4.12, respectivamente.

Pregunta 3: ¿Cómo considera que fue la asignación de tiempo para la etapa de análisis?

Opciones:

- Subestimado, nos faltó tiempo para rellenar el documento de requisitos.
- Adecuada, el tiempo estimado corresponde al tiempo real de ejecución.
- Sobreestimado, nos sobró tiempo en esta etapa.

Figura 4.10: Resultado Pregunta 3 - Actividad 1.

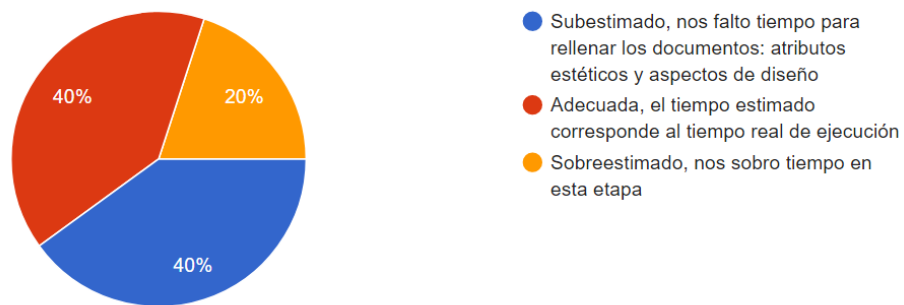


Pregunta 4: ¿Cómo considera que fue la asignación de tiempo para la etapa de diseño?

Opciones:

- Subestimado, nos faltó tiempo para rellenar los documentos: atributos estéticos y aspectos de diseño.
- Adecuada, el tiempo estimado corresponde al tiempo real de ejecución.
- Sobreestimado, nos sobró tiempo en esta etapa.

Figura 4.11: Resultado Pregunta 4 - Actividad 1.

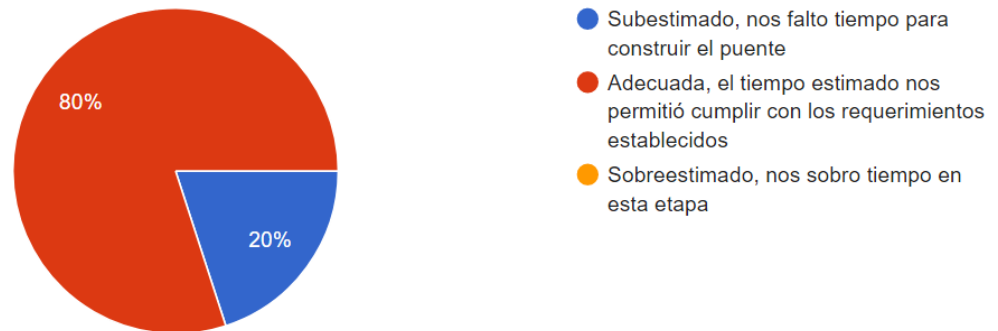


Pregunta 5: ¿Cómo considera que fue la asignación de tiempo para la etapa de construcción?

Opciones:

- Subestimado, nos faltó tiempo para construir el puente.
- Adecuada, el tiempo estimado nos permitió cumplir con los requerimientos establecidos.
- Sobreestimado, nos sobró tiempo en esta etapa.

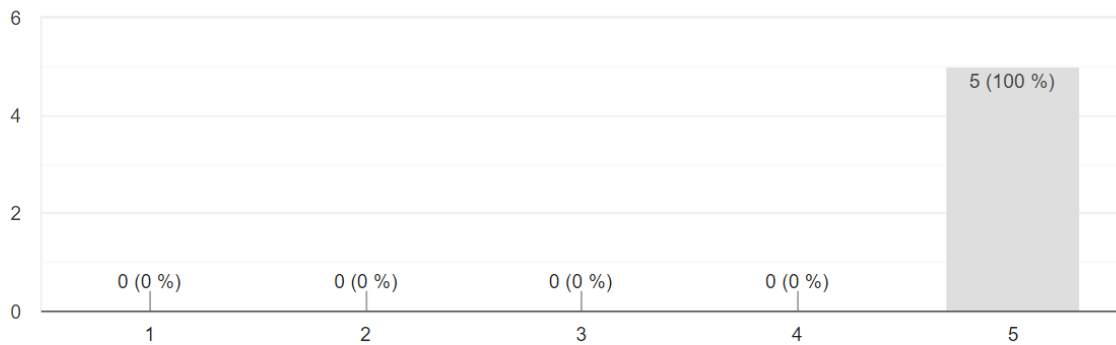
Figura 4.12: Resultado Pregunta 5 - Actividad 1.



Las preguntas 6 y 7, están planteadas en modalidad de evaluación de escala de Likert, siendo 1 totalmente en desacuerdo hasta 5 totalmente de acuerdo. Las respuestas a estas preguntas están dispuestas en la Figura 4.13 y en la Figura 4.14, respectivamente.

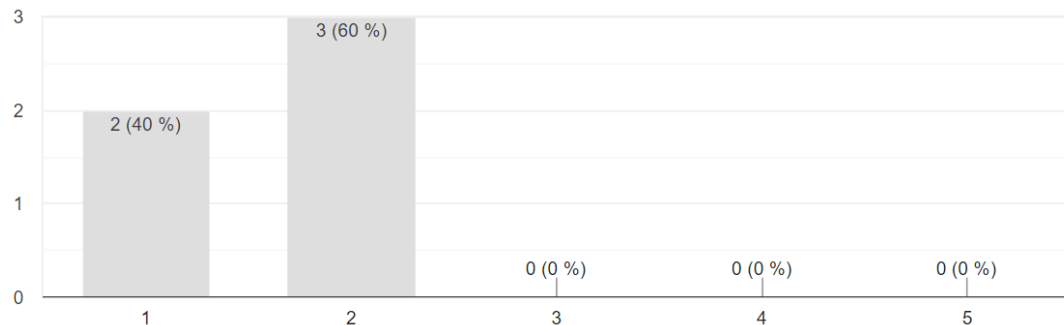
Pregunta 6: Hubo una participación activa de los integrantes del equipo.

Figura 4.13: Resultado Pregunta 6 - Actividad 1.



Pregunta 7: Surgieron problemas de comunicación y coordinación entre los integrantes del equipo.

Figura 4.14: Resultado Pregunta 7 - Actividad 1.



Finalmente, en la pregunta 8 se consulta a través de una pregunta abierta. La respuesta a esta pregunta se presenta en la Figura 4.15, la cual corresponde a una captura de pantalla para mantener la fidelidad de la respuesta original.

Pregunta 8: ¿Cómo considera que esta actividad contribuye a la comprensión del modelo de proceso Cascada? Mencione al menos dos características.

Figura 4.15: Resultado Pregunta 8 - Actividad 1.

Poner en práctica el método ayudó mucho al entendimiento de este. Además, se evidencian los problemas de este modelo

- * Nos ayuda a entender de mejor manera la estructura del modelo cascada.
- * Nos ayuda a tener información clara en cada paso.

Metodológico y que constantemente genera presión al equipo

- En la actividad era necesario poner en práctica el método de desarrollo de cascada.
- En la actividad se debía seguir paso por paso el modelo

La comprensión de la distribución del tiempo y cómo funciona por ejemplo que no podemos volver además que es fácil de aplicar

4.5. Actividad Experimental N°2: Casa del Árbol

4.5.1. Storytelling de la Actividad

Al comenzar con la actividad, en la etapa de preparación, el facilitador realizó un repaso de los modelos de proceso del software (incremental, evolutivo y espiral) y planteó el desafío LSP que consistía en construir una casa del árbol. El facilitador explicó que en la etapa de planificación cada grupo debía elegir un modelo de proceso del software, hacer un listado de requisitos, un diagrama de la casa en el árbol y finalmente, plasmar el desarrollo de estas etapas en la pizarra.

Para realizar esta actividad se mantuvieron los equipos conformados en la primera actividad LSP, es decir, dos equipos: el grupo 1 conformado por los participantes E1 y E2, y el grupo 2 conformado por los participantes E3, E4 y E5. A cada grupo se le asignó un facilitador, desempeñando el rol de *stakeholder*, encargado de mostrar sus requerimientos mediante una entrevista. Esta etapa tuvo una duración de 15 minutos aproximadamente.

Luego, se dio inicio la etapa de planificación, donde los estudiantes rápidamente analizaron el caso y eligieron el modelo de proceso de software, donde, el grupo 1 y 2 seleccionaron el modelo incremental. El grupo 1 determinó seis incrementos, mientras que el grupo 2 determinó tres incrementos, que fueron distribuidos en los tiempos dispuestos en la Tabla 4.5. e hicieron un diagrama (Figura 4.16). De igual manera, cada grupo hizo un listado de los requisitos y de lo que se construiría en cada incremento (Figura 4.17).

Al terminar los 15 minutos, comenzó la etapa de construcción en la cual los estudiantes contaban con 30 minutos, al terminar cada incremento, los estudiantes tenían la posibilidad de realizar una reunión con el *stakeholder* para presentar los avances en cada incremento. En relación a las casas del árbol construidas, ambas cumplieron con los requisitos señalados por cada *stakeholder* pero el grupo 2 logró un mejor aspecto de la casa del árbol que el grupo 1. En la Figura 4.18 se presenta la casa del árbol construida por el grupo 1, asimismo, en la Figura 4.19 se muestra la casa del árbol construida por el grupo 2.

Finalmente, se inició la etapa de reflexión donde se realizó una exploración grupal y preguntas por parte del facilitador que apuntaban a cómo se resolvió el desafío bajo el modelo incremental y por qué seleccionaron dicho modelo. Los estudiantes del grupo 2 comenzaron señalando que su elección se basó en que los requisitos eran bastante claros y podían construir la casa del árbol en incrementos. En el grupo 1 la respuesta fue similar. Para finalizar esta etapa el facilitador realizó la siguiente observación: el grupo 1 eligió el modelo incremental pero en la práctica utilizaron el modelo evolutivo ya que a cada incremento le asignaron tiempos distintos. A partir de esta retroalimentación los grupos reflexionan grupalmente.

Figura 4.16: Diagrama Casa del Árbol Grupo 1 y 2.

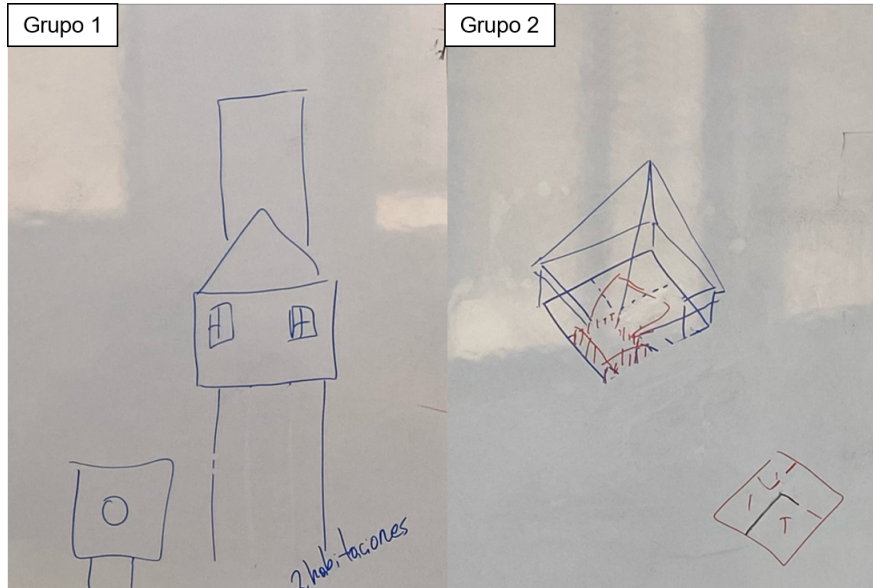


Figura 4.17: Requisitos e Incrementos Grupo 1 y 2.

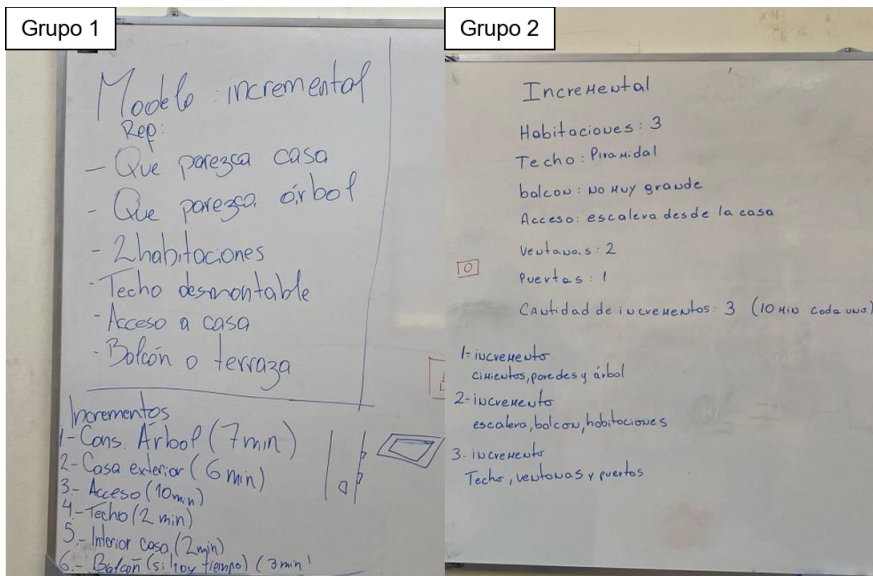


Figura 4.18: Construcción Casa del Árbol Grupo 1.



Figura 4.19: Construcción Casa del Árbol Grupo 2.



Tabla 4.5: Tabla Resumen de la Actividad 2.

N° Grupo	N° Integrantes	N° Incremento	Incrementos	Distribución de tiempo	Observaciones
1	2	1	Árbol	7 minutos	A pesar de que este grupo eligió el modelo incremental, en la practica utilizaron el modelo evolutivo.
		2	Exterior de la casa	6 minutos	
		3	Acceso	10 minutos	
		4	Techo	2 minutos	
		5	Interior de la casa	2 minutos	
		6	Balcón	3 minutos	
2	3	1	Cimientos, paredes y árbol	10 minutos	Se percibe un uso más eficaz de la entrevista con el stakeholder, donde obtienen la información necesaria para entregar un artefacto con un aspecto superior.
		2	Escalera, balcón y habitaciones	10 minutos	
		3	Techo ventanas y puertas	10 minutos	

4.5.2. Datos Recopilados por Naira en la Actividad 2

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a través de Naira para la actividad 1. Los participantes del grupo 1 se identifican como usuario 1 (E1) y usuario 2 (E2). Por otro lado, en el grupo 2, los usuarios 1, 2 y 3 corresponden a los participantes E5, E3 y E4, respectivamente. En la Figura 4.20 se muestra el tiempo de habla efectivo que tuvieron los participantes E1 y E2, mientras que en la Figura 4.21 se presentan las interacciones de habla que se llevaron a cabo entre dichos participantes. Adicionalmente, la Figura 4.22 exhibe el tiempo de habla efectivo de los participantes E3, E4 y E5 en el grupo 2, y la Figura 4.23 muestra las interacciones de habla que tuvieron lugar entre estos participantes durante la actividad. Finalmente, en la Tabla 4.6 se presenta un resumen de los tiempos e interacciones de habla.

Tabla 4.6: Resumen de Resultados Naira Actividad 2.

	Grupo 1		Grupo 2		
	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
Intervenciones	74	74	236	3720	3556
Duración de habla	394.9[s]	2152.2[s]	3.6[s]	1495.2[s]	137.4[s]
Número total de intervenciones	148		1062		
Duración total de intervenciones	2547.1[s]		1637[s]		

Figura 4.20: Tiempo de Habla Efectivo Grupo 1.

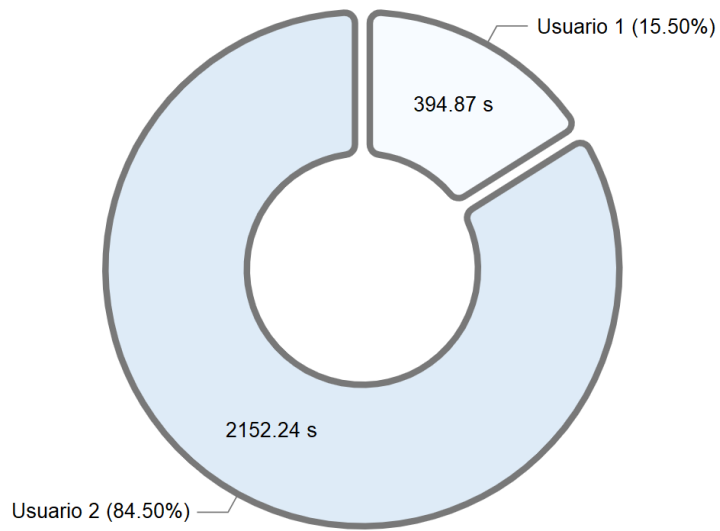


Figura 4.21: Grafo Grupo 1.

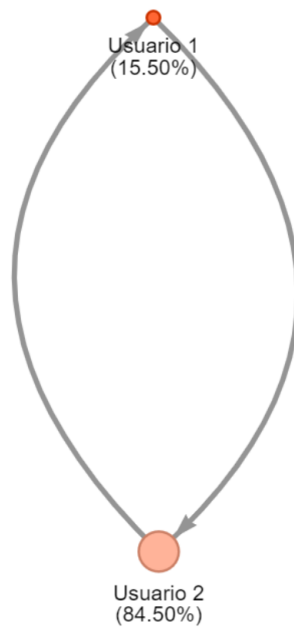


Figura 4.22: Tiempo de Habla Grupo 2.

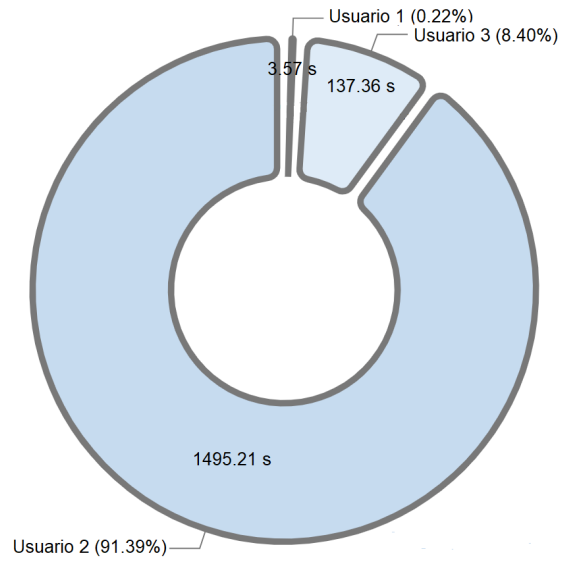
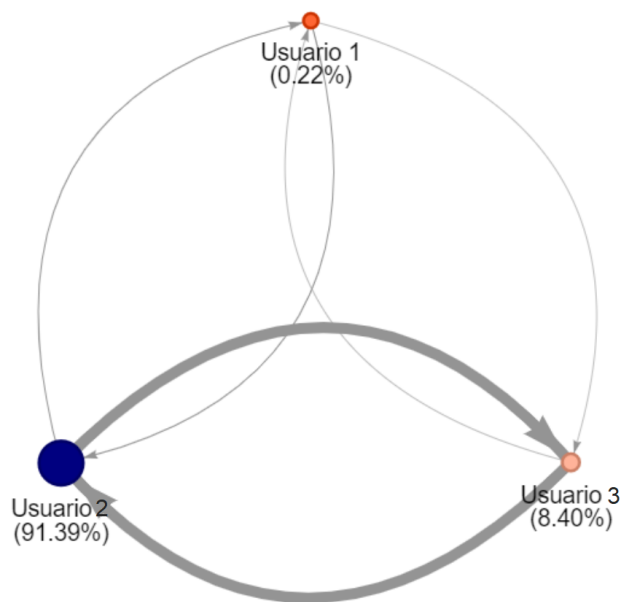


Figura 4.23: Grafo Grupo 2.



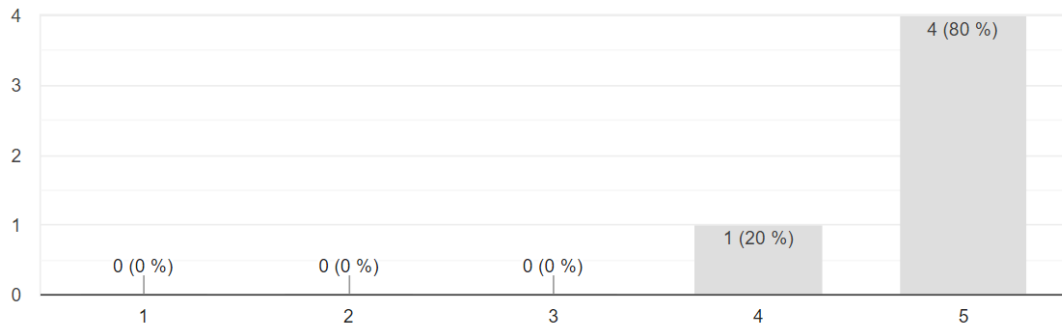
4.5.3. Resultados Obtenidos en la Encuesta de la Actividad 2

A continuación, se presentan las preguntas realizadas en la encuesta correspondiente a la actividad 2, acerca de como los estudiantes perciben el desafío realizado, seguidas de los resultados obtenidos por pregunta.

Las preguntas 1, 2 y 3, están planteadas en modalidad de evaluación de escala de Likert, siendo 1 totalmente en desacuerdo hasta 5 totalmente de acuerdo. Las respuestas a estas preguntas están dispuestas en la Figura 4.24, en la Figura 4.25 y en la Figura 4.26, respectivamente.

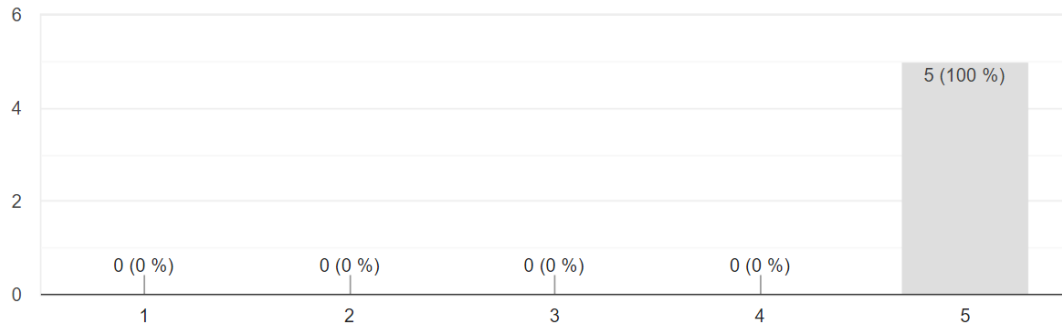
Pregunta 1: ¿Considera que el modelo elegido fue adecuado?

Figura 4.24: Resultado Pregunta 1 - Actividad 2.



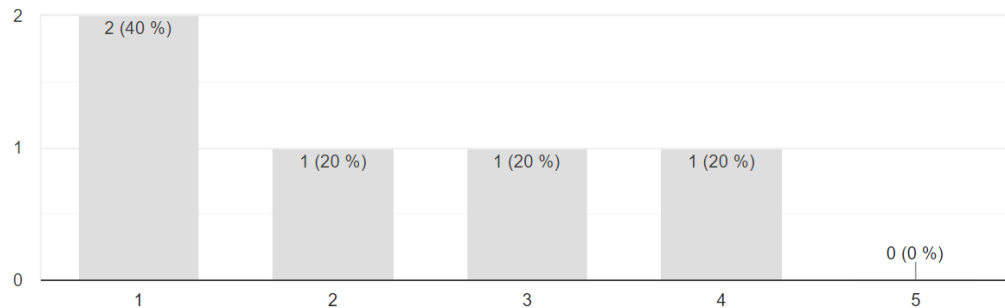
Pregunta 2: Hubo una participación activa de los integrantes del equipo.

Figura 4.25: Resultado Pregunta 2 - Actividad 2.



Pregunta 3: Surgieron problemas de comunicación y coordinación entre los integrantes del equipo.

Figura 4.26: Resultado Pregunta 3 - Actividad 2.



Finalmente, en la pregunta 4 se presenta una pregunta abierta. La respuesta a esta pregunta se presenta en la Figura 4.27.

Pregunta 4: ¿Cómo considera que esta actividad contribuye a la comprensión del modelo seleccionado? Mencione al menos dos características.

Figura 4.27: Resultado Pregunta 4 - Actividad 2.

Lo mismo que el caso cascada

Nosotros escogimos el modelo incremental en esta actividad, pero al igual que el modelo cascada

* Nos ayuda a entender de mejor manera la estructura.

* Nos ayuda a tener información clara en cada paso. En esta característica es mas detallada, ya que podemos tener una información mas especifica, debido a que la entrega se va haciendo por incrementos. .

Al ser algo "simple" ayuda a la coordinación del grupo y a la selección de roles

-En la actividad se requirió establecer y priorizar requisitos.

-En la actividad se debió organizar los requisitos para cada incremento.

Pudimos apreciar el uso del método incrementa mediante cada entrega al cliente para asegurarnos si estaba de acuerdo en el avance por lo que teniamos mas interaccion, en el desarrollo pudimos ver como funcionaban los tiempos ya que al usarlo no nos acordamos la división de estos.

4.6. Actividad Experimental N°3: Ciudad

4.6.1. Storytelling de la Actividad

El desarrollo de esta actividad se realizó en dos partes, la primera consistió en realizar las etapas de preparación y planificación, mientras que, en la segunda parte se llevó a cabo la ejecución de las etapas de construcción y reflexión. Cada parte, correspondiente a una clase, tuvo una duración de 90 minutos y no fueron consecutivas.

En la primera parte, al comenzar con la etapa de preparación, el facilitador explicó a los estudiantes la actividad a realizar en clase y designó solo un grupo de trabajo con los cinco estudiantes de la clase. La actividad consistía en hacer una estimación de esfuerzo para cada historia de usuario (Tabla 4.7) apoyándose en la técnica de *Planning Poker*. Luego, el equipo debía ordenar y priorizar las historias de usuario en tres sprints (iteraciones), cada sprint tendría una duración de 20 minutos.

Luego se dio inicio a la etapa de planificación, donde a cada estudiante se le entregó un conjunto de cartas de *Planning Poker* (Figura 4.28). Los estudiantes discutían cada uno de los requerimientos entregados por el facilitador, en formato de historia de usuario. Después, los estudiantes elegían una de las cartas con el tiempo estimado que les tomaría construir lo especificado en la historia de usuario y votaban. Al terminar la votación, los estudiantes dialogaban para verificar que todos estuviesen de acuerdo con la mayoría, en caso contrario, se evaluaban los distintos puntos de vista y realizaban nuevamente la votación. En general, la mayoría de las votaciones llegó a un rápido consenso entre los estudiantes. Finalmente, los estudiantes comenzaron a ordenar y priorizar las historias de usuario utilizando como criterio las pruebas de aceptación. Como resultado, hicieron entrega del *backlog* (Figura 4.29) ordenado y priorizado al facilitador, quién desempeñó el rol de Scrum Master.

En la segunda parte, se dio inicio a la clase con la etapa de construcción en la cual los estudiantes contaban con 60 minutos, 20 minutos por cada sprint. Rápidamente los estudiantes identificaron los bloques que habían disponibles y comenzaron a distribuir las historias de usuario, determinando de este modo quien construiría que artefacto. Al terminar el primer sprint, se detuvo la construcción y se realizó una evaluación de los artefactos con el Product Owner donde se determinó que lograron terminar 4 de las 5 historias de usuario a realizar, siendo la historia de usuario N°1 que no cumpliría con las pruebas de aceptación. En el segundo sprint, originalmente tenían 3 historias de usuario a realizar pero al no cumplir con los requisitos de la historia de usuario N°1, esta fue agregada al sprint. Los estudiantes se notaban preocupados y a la vez motivados por terminar todas las historias de usuario, al terminar el segundo sprint, se detuvo la construcción y se realizó una evaluación de los artefactos con el Product Owner donde se determinó que lograron terminar todas las historias de usuario a realizar, es decir, 4 de 4 historias de usuario. Al pasar al tercer sprint, los estudiantes bajan la intensidad de la comunicación y cada estudiante se enfoca en terminar

Tabla 4.7: Historias de Usuario.

N° historia de usuario	Título	Como...Quiero...Para...	Pruebas de aceptación
1	Tractor	Como constructor de casas, quiero tener un tractor para poder moverme fácilmente.	- Las ruedas traseras deben ser más grandes que las ruedas delanteras.
2	Garaje para tractor	Como dueño del tractor, quiero un garaje donde pueda guardar el tractor.	- Debe ser amplio y techado.
3	Casa con Jardín Delantero	Como ciudadano, quiero tener una casa con jardín delantero para poder disfrutar del sol en verano.	- Esta casa debe estar cerca de la parada de autobús. - El jardín debe estar rodeado de una valla blanca.
4	Puente	Como Alcalde, quiero un puente para que los peatones y vehículos puedan cruzar el río que divide a la ciudad.	- El río no es de gran tamaño pero divide a la ciudad en dos. - El río debe tener muros contenedores.
5	Kiosko	Como Alcalde, quiero un kiosco para que los ciudadanos puedan descansar, conversar con amigos o tomar un café.	- Debe estar ubicado cerca de la parada de autobús. - Debe tener una mesa y sillas en el exterior para los clientes.
6	Grúa Torre	Como constructor de casas, quiero tener una grúa torre para poder transportar fácilmente materiales de construcción.	- La grúa debe ser estable y ubicada cerca del garaje del tractor. - La grúa debe alcanzar el techo de un edificio de 2 pisos.
7	Modelo de casa extensible	Como constructor de casas, quiero tener un diseño de casa que permita agregar nuevas piezas o pisos a la casa.	- Se debe poder agregar una pieza o piso sin cambiar la estructura inicial de la casa. - Los pisos o pieza deben seguir el diseño de inicial de colores y formas de la casa.
8	Parada de autobús	Como ciudadano, quiero una parada de autobús cubierta con asientos para que, con el mal tiempo, sea cómodo esperar el autobús.	- La parada debe tener espacios para carteles publicitarios.
9	Monumento	Como Alcalde, quiero un gran monumento para que sea un punto de referencia en la ciudad.	- El monumento debe estar en el centro de la ciudad. - Debe ser visible desde cualquier punto de la ciudad. - Debe estar situada en un área verde con plantas.
10	Carretera pública	Como Alcalde, quiero que la ciudad tenga una única carretera que pase cerca de cada construcción	- La carretera debe pasar por la parada de autobús. - La carretera debe estar a no más de 5 centímetros de cada construcción.
11	Hospital público	Como Alcalde, quiero que la ciudad cuente con un hospital público para atención de urgencia y programadas.	- El hospital será de dos pisos. - El hospital debe tener dos entradas, una para atenciones de urgencia y otra para atenciones programadas.
12	Mall	Como Inversionista, quiero construir un mall, para cubrir diversas necesidades de la ciudadanía en un único centro comercial.	- El mall debe contar con tres niveles.
13	Paso peatonal en altura	Como Alcalde, quiero que entre el hospital y el mall exista un puente sobre altura, para que los ciudadanos puedan desplazarse con facilidad a comprar lo que requieran para los pacientes del hospital.	- El puente debe cuidar la estética del mall y del Hospital.

Figura 4.29: Backlog Ordenado y Priorizado.

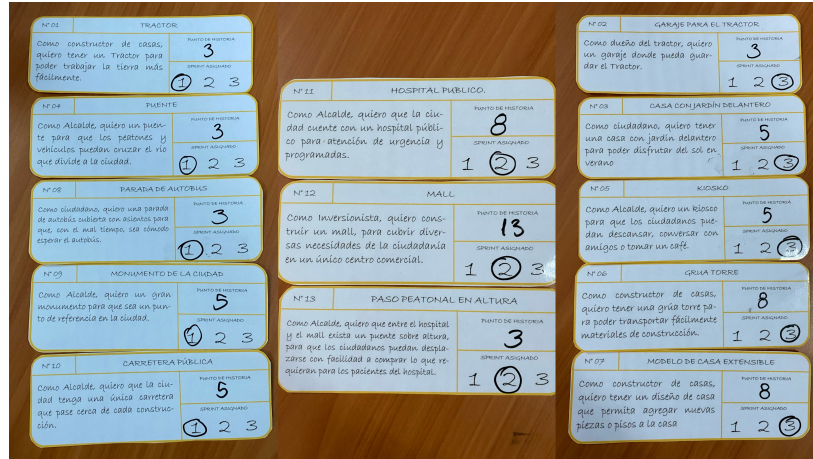


Figura 4.30: Construcción Ciudad.



Tabla 4.8: Tabla Resumen de la Actividad 3.

N° Grupo	N° Integrantes	N° historias de usuario planificadas/ terminadas	Etapas	Observaciones
1	5	13/13	Preparación	Los estudiantes se observaron atentos a las instrucciones del facilitador, y motivados al saber que conformarían un solo grupo.
			Planificación	En esta etapa se muestra una comunicación fluida por parte de los estudiantes que les permitió llegar a acuerdos rápidamente.
			Construcción	Al terminar el primer sprint y no lograr terminar todas las historias de usuario planificadas el grupo disminuyó las interacciones enfocándose en completar las historias de usuario.
			Reflexión	Se observó gran satisfacción por parte de los estudiantes.

4.6.2. Datos Recopilados por Naira en la Actividad 3

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a través de Naira para la actividad 3. Los usuarios 1, 2, 3, 4 y 5 corresponden a los participantes E4, E5, E1, E2 Y E3, respectivamente. En la Figura 4.31 se muestra el tiempo de habla efectivo que tuvieron los participantes en la parte 1 de la actividad, mientras que en la Figura 4.32 se presentan las interacciones de habla que se llevaron a cabo entre dichos participantes. Adicionalmente, la Figura 4.33 exhibe el tiempo de habla efectivo de los participantes en la parte 2 de la actividad, y la Figura 4.34 muestra las interacciones de habla que tuvieron lugar entre estos participantes durante la actividad. Finalmente, en la Tabla 4.9 se presenta un resumen de los tiempos e interacciones de habla que tuvieron lugar en la parte 1 de la actividad. Por otro lado, la Tabla 4.10 se presenta un resumen de los tiempos e interacciones de habla que se desarrollaron en la parte 2 de la actividad.

Tabla 4.9: Resumen de Resultados Naira Actividad 3 (Parte 1).

	Grupo 1				
	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5
Intervenciones	4447	7046	4356	3046	6424
Duración de habla	188.1[s]	361.6[s]	85.2[s]	51.6[s]	236.6[s]
Número total de intervenciones	25319				
Duración total de habla	923[s]				

Figura 4.31: Tiempo de Habla Efectivo Parte 1.

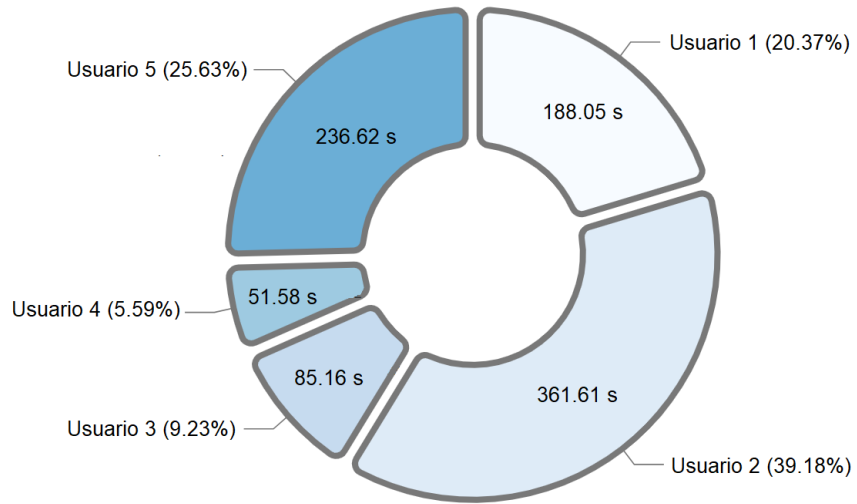


Figura 4.32: Grafo Parte 1.

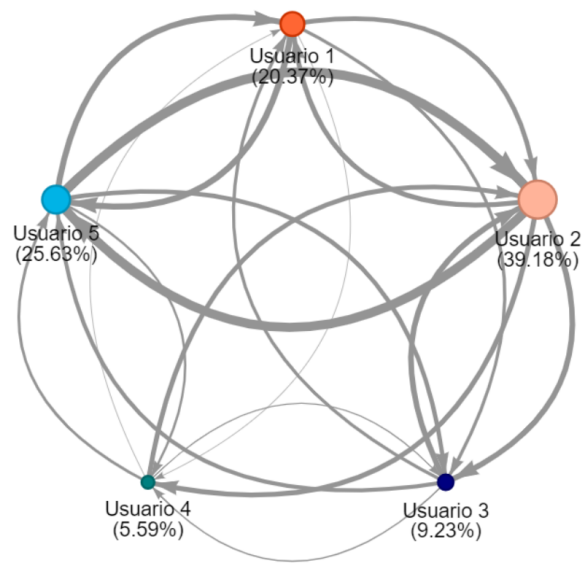


Figura 4.33: Tiempo de Habla Efectivo Parte 2.

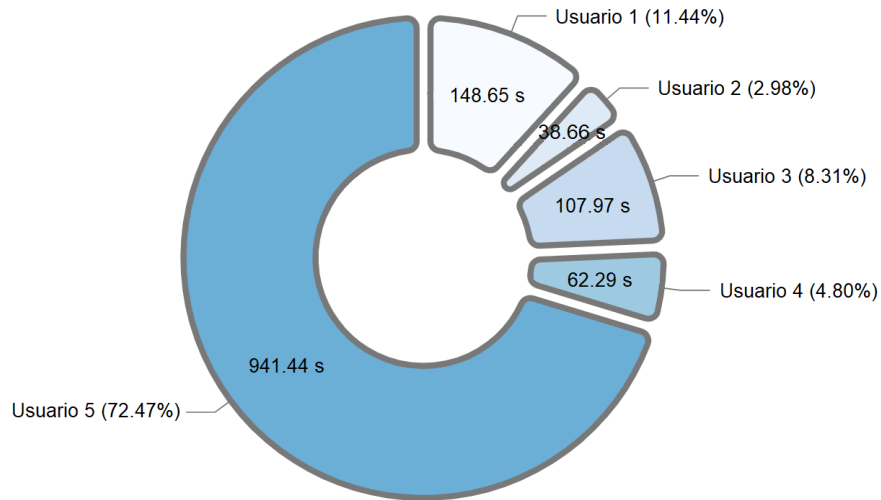


Figura 4.34: Grafo Parte 2.

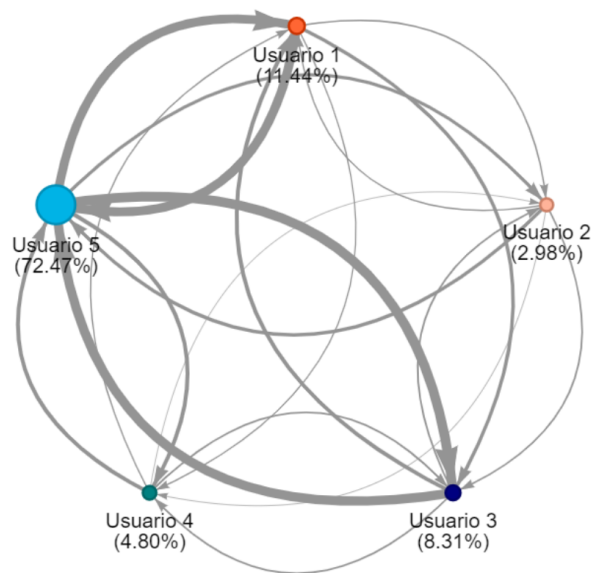


Tabla 4.10: Resumen de Resultados Naira Actividad 3 (Parte 2).

	Grupo 1				
	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5
Intervenciones	6513	3069	7107	3274	10835
Duración de habla	148.7[s]	38.7[s]	108[s]	62.3[s]	941.4[s]
Número total de intervenciones	30798				
Duración total de habla	1300[s]				

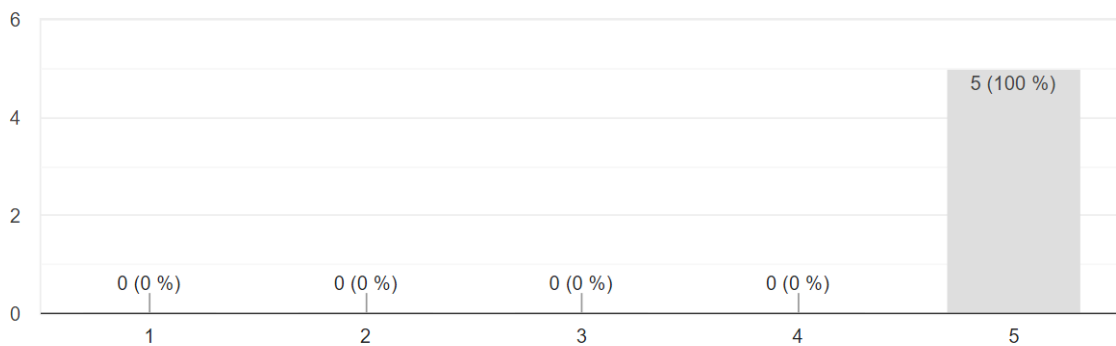
4.6.3. Resultados Obtenidos en la Encuesta de la Actividad 3

A continuación, se presentan las preguntas realizadas en la encuesta correspondiente a la actividad 3, acerca de como los estudiantes perciben el desafío realizado, seguidas de los resultados obtenidos por pregunta.

Desde la pregunta 1 hasta la pregunta 7, están planteadas en modalidad de evaluación de escala de Likert, siendo 1 totalmente en desacuerdo hasta 5 totalmente de acuerdo. Las respuestas a estas preguntas están dispuestas en las Figuras 4.35, 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40 y 4.41, respectivamente.

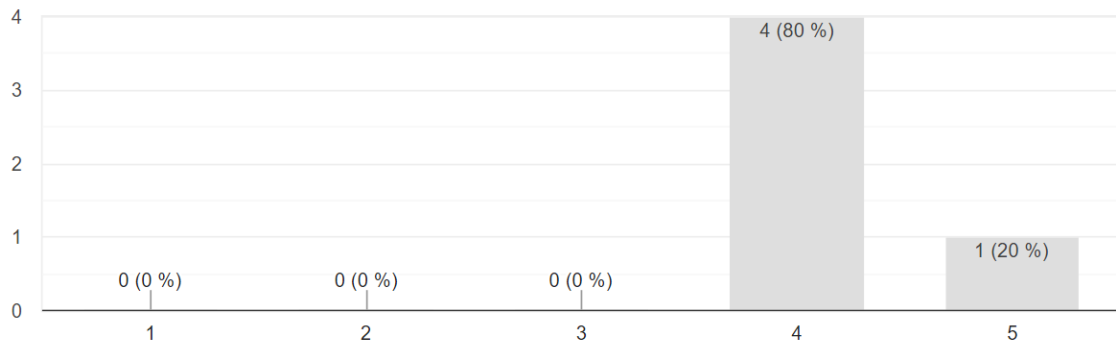
Pregunta 1: ¿Todos los integrantes del equipo participaron activamente?

Figura 4.35: Resultado Pregunta 1 - Actividad 3.



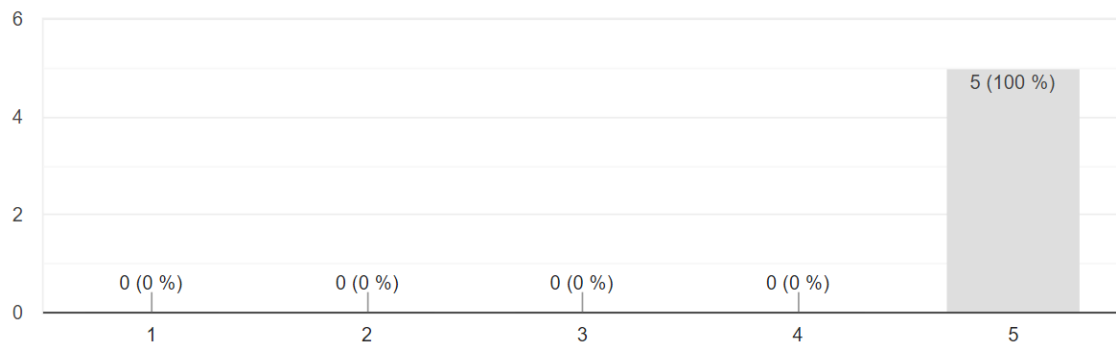
Pregunta 2: Durante la planificación del trabajo, ¿Estuvo de acuerdo con la forma de planificar y distribuir el trabajo?

Figura 4.36: Resultado Pregunta 2 - Actividad 3.



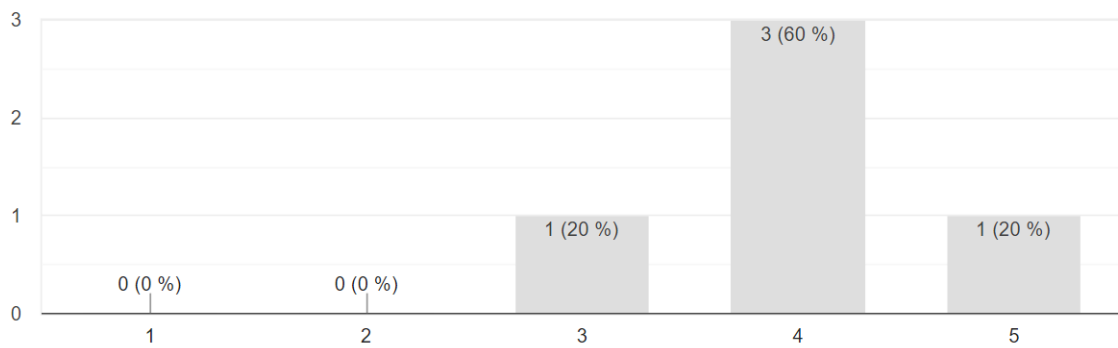
Pregunta 3: Como técnica, ¿*Planning Poker* ayudó al equipo a llegar a un consenso?

Figura 4.37: Resultado Pregunta 3 - Actividad 3.



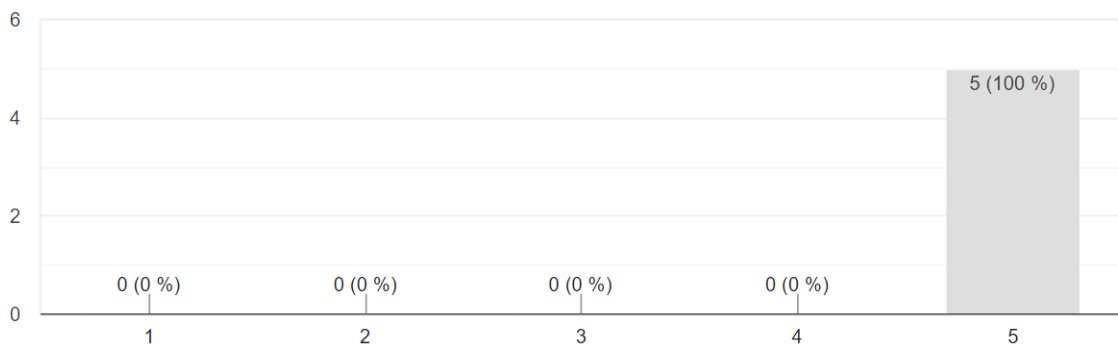
Pregunta 4: Durante los sprints, ¿Hubo claridad en lo que cada uno debía hacer?

Figura 4.38: Resultado Pregunta 4 - Actividad 3.



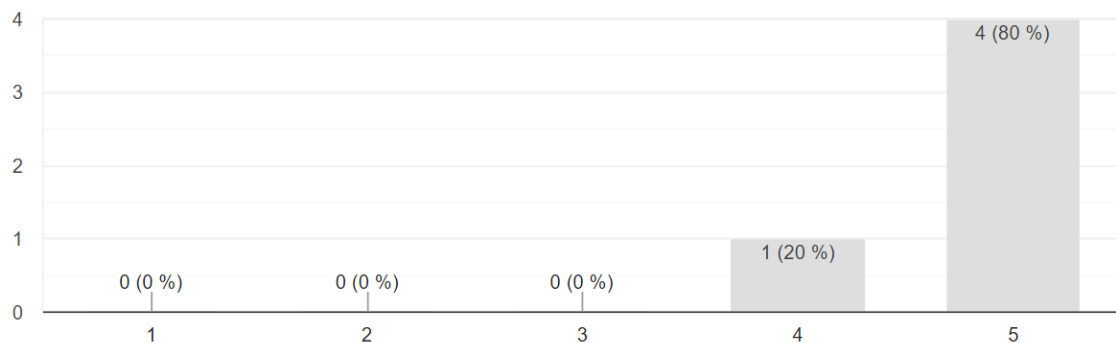
Pregunta 5: Durante los sprints, ¿se trabajó de acuerdo a lo definido en la etapa de planificación?

Figura 4.39: Resultado Pregunta 5 - Actividad 3.



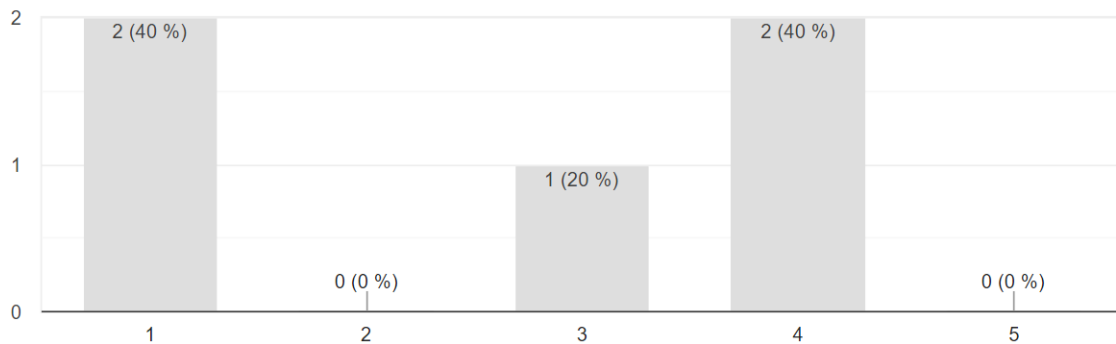
Pregunta 6: Durante los sprints, ¿Terminó cada tarea que le fue asignada?

Figura 4.40: Resultado Pregunta 6 - Actividad 3.



Pregunta 7: Durante la actividad, surgieron problemas de comunicación y coordinación entre los integrantes del equipo.

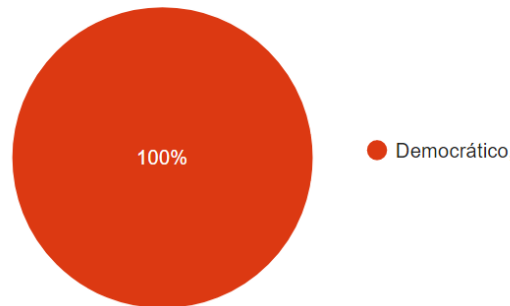
Figura 4.41: Resultado Pregunta 7 - Actividad 3.



Finalmente, las preguntas 8, 9 y 10, que son de opción múltiple de respuesta única. Las respuestas a estas preguntas están dispuestas en las Figuras 4.42, 4.43 y 4.44, respectivamente.

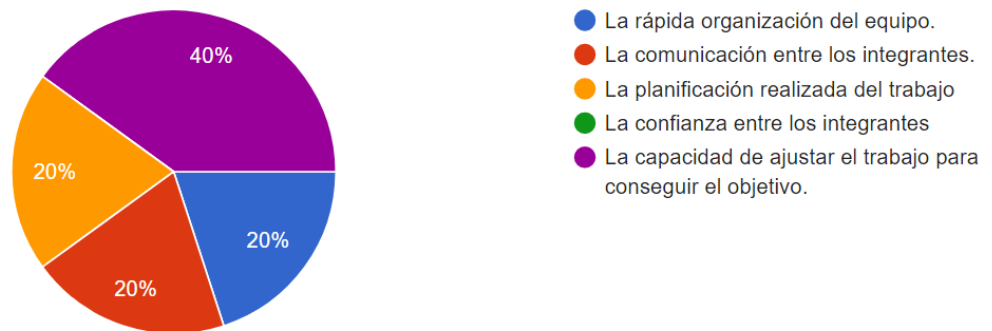
Pregunta 8: De acuerdo al trabajo realizado, puedo señalar que el estilo de liderazgo que predomina en el equipo fue: coercitivo, democrático, afiliativo, visionario, timonel o *coach*.

Figura 4.42: Resultado Pregunta 8 - Actividad 3.



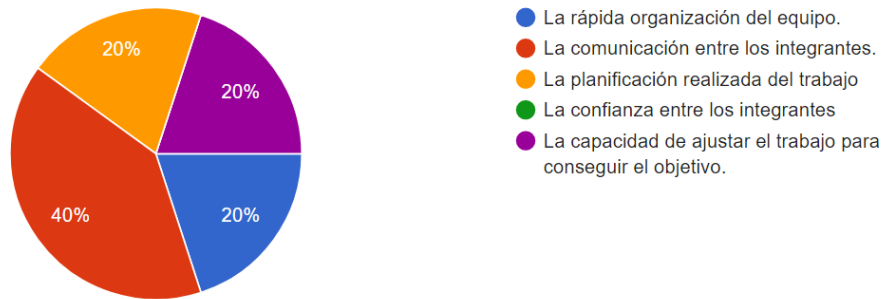
Pregunta 9: ¿Cuál considera usted, que fue la mayor fortaleza del equipo?

Figura 4.43: Resultado Pregunta 9 - Actividad 3.



Pregunta 10: ¿Cuál considera usted, que fue la mayor debilidad del equipo?

Figura 4.44: Resultado Pregunta 10 - Actividad 3.

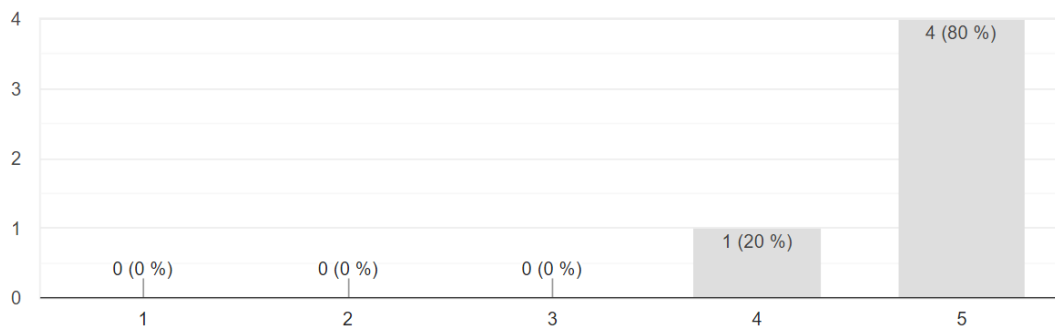


4.7. Resultados Obtenidos en la Encuesta de las Actividades LSP en Ingeniería de Software I

A continuación, se presentan las preguntas realizadas en la encuesta correspondiente a todas las actividades realizadas, seguidas de los resultados obtenidos por pregunta. Todas las preguntas, están planteadas en modalidad de evaluación de escala de Likert, siendo 1 totalmente en desacuerdo hasta 5 totalmente de acuerdo. Las respuestas a estas preguntas están dispuestas en las Figuras 4.45, 4.46 y 4.47, respectivamente.

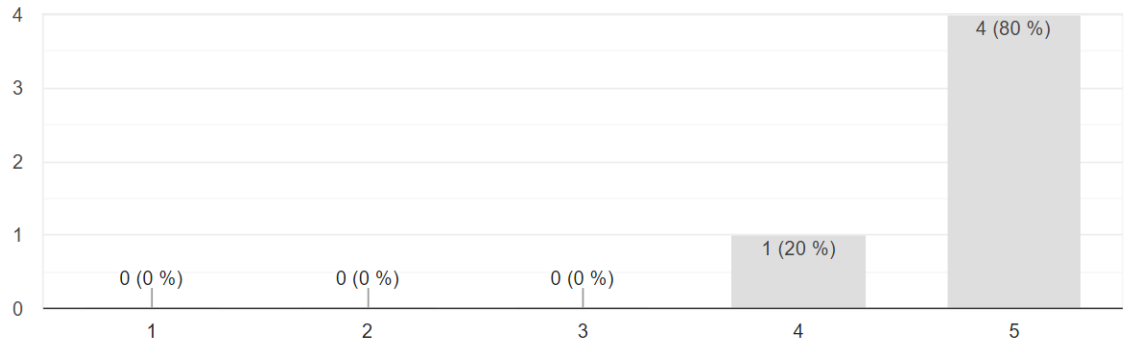
Pregunta 1: ¿Considera que este tipo de actividades ayuda a comprender los beneficios de trabajar en equipo?

Figura 4.45: Resultado Pregunta 1 - LSP en ISw.



Pregunta 2: ¿Cree que trabajar con piezas LEGO facilita la comunicación entre los integrantes de un equipo?

Figura 4.46: Resultado Pregunta 2 - LSP en ISw.

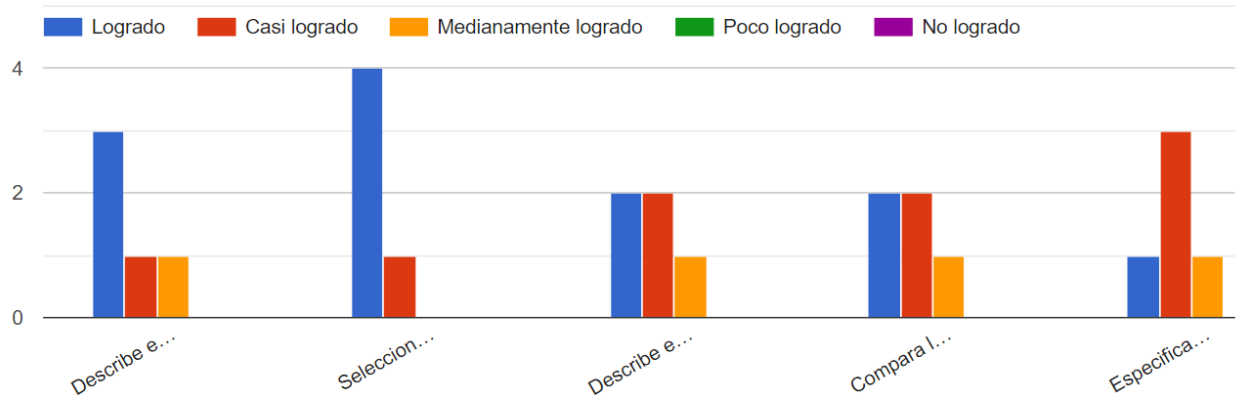


Pregunta 3: Según el resultado de aprendizaje, ¿cuál es el nivel de logro que percibe de las actividades realizadas?

Opciones:

- Describe el proceso del ciclo de vida del software.
- Selecciona modelos de procesos de software que se ajusten a condiciones contextuales específicas.
- Describe el proceso de ingeniería de requisitos en el desarrollo de sistemas de información intensivos en software.
- Compara las técnicas más comunes que se utilizan para capturar información desde los stakeholders.
- Especifica requisitos de software documentándolos adecuadamente bajo estándares establecidos.

Figura 4.47: Resultado Pregunta 3 - LSP en ISw.



Capítulo 5

Discusión de Resultados

5.1. Acerca de los Resultados Obtenidos

En los pasos previos a la realización de los experimentos, se obtuvo el informe del *Test Roles Belbin* donde los resultados entregaron información adicional, muy útil, que explicaba el comportamiento de los participantes en el trabajo en equipo. Además, durante los experimentos se utilizó *Naira* como herramienta principal de analítica del aprendizaje multimodal. Esta herramienta funcionó de manera impecable en el transcurso de cada actividad, registrando los tiempos e interacciones de habla para cada estudiante en tiempo real. De esta manera, fue posible monitorear minuto a minuto los niveles de comunicación del equipo.

En la primera actividad, el grupo 1 registró 121 intervenciones de habla por participante, es decir, la misma cantidad. Pero el participante E2 tuvo una duración de habla más extensa que su compañero E1, 2463.1 segundos y 694,7 segundos, respectivamente. Se podría decir que la duración de habla de E2 fue tres veces la duración de habla de E1. Por otro lado, el grupo 2, que contaba con 3 participantes, registró a E3 con el mayor número de intervenciones. Esto tiene sentido, ya que, este participante contaba con experiencia previa utilizando LEGO y, además, contaba con un liderazgo natural, percibido durante la actividad por los facilitadores mediante la observación. Al contrastar su comportamiento en el desarrollo de la actividad con el resultado del *Test Belbin*, vemos como ambos coinciden, debido a que obtuvo los roles de impulsor y finalizador. Como se menciona anteriormente, la combinación de estos roles indica que probablemente el participante posee una gran iniciativa personal, abordando los asuntos de frente. A partir de los resultados obtenidos y del análisis realizado, es posible definir la siguiente hipótesis:

H1: Los participantes cuyos roles naturales sean impulsor y/o finalizador tienden a tener un mayor número de interacciones de habla.

En la segunda actividad, se repite un patrón donde en el grupo 1 nuevamente los participantes E1 y E2, registran el mismo número de intervenciones (Tabla 4.6). Lo cual, puede ser reflejo de una comunicación fluida, entendiendo esto como un intercambio de correspondido de información, ya sean, preguntas, respuestas, comentarios, críticas, etc. Es decir, bajo esta lógica, si un participante presenta más interacciones que su compañero, implica que el participante no obtiene respuesta a lo que intenta comunicar, y por lo tanto, no existe un diálogo efectivo. Además, el participante E2 registra una duración de habla superior a E1 al igual que en la actividad 1. Lo cual se ve reflejado en sus comportamientos al trabajar en pareja. Se presume que, el participante E2 al obtener como resultado en el *Test Belbin* los roles de implementador y monitor evaluador, cumple la función de planificar y acordar con su compañero las tareas a realizar mediante la comunicación. Por otro lado, el participante E1 que obtuvo los roles de finalizador y especialista, prefiere atenerse a realizar sus tareas de forma que su trabajo alcance un alto nivel de calidad. Paralelamente, en el grupo 2 también existe un patrón, donde el participante E3 registra el mayor número de intervenciones y también la mayor duración de habla. A partir de los resultados obtenidos y del análisis realizado, es posible definir la siguiente hipótesis:

H2: En grupos donde sus participantes reflejen amplias diferencias en el número de interacciones de habla, no existe fluidez en el diálogo o algunos participantes dominan de forma excesiva la comunicación.

En la actividad 3, se formó un sólo grupo de 5 estudiantes. En la primera parte, donde los participantes estimaron esfuerzo y ordenaron las historias de usuario según su prioridad, los datos entregados por Naira indican una baja duración de habla total. Se presume que su causa es el cambio en las condiciones del ambiente de trabajo, ya que, era la primera actividad donde trabajaron juntos. En las dos actividades previas, cada equipo adquirió cierto nivel de confianza el cual se vio afectado al enfrentarse a la situación de combinar ambos equipos. En cambio, en la segunda parte de esta actividad los datos de Naira muestran un aumento en la duración de habla total del equipo y en el número de interacciones, lo cual, se refleja en un aumento en los niveles de confianza del equipo. Edmondson [18] destaca que la generación de confianza es crucial para establecer un clima de seguridad psicológica, la cual es un sentido de pertenencia y confianza, donde los miembros del equipo se sienten cómodos asumiendo riesgos y compartiendo ideas sin temor a ser juzgados. Reflejo de esto, es el “Project Aristotle” de Google, en el cual se analizaron datos de más de 180 equipos en la empresa. Los investigadores descubrieron que había cinco factores clave que se encontraban en todos los equipos de alto rendimiento, y uno de ellos era la seguridad psicológica [42]. A partir de los resultados obtenidos y del análisis realizado, es posible definir la siguiente hipótesis:

H3: Los niveles de seguridad psicológica de un grupo de trabajo, influye en el número de interacciones y en la duración total de habla.

Es posible destacar, en la actividad 1 y 2, como aportaron estas actividades LSP a que los estudiantes comprendan de forma práctica algunos procesos del ciclo de vida del software y obtengan retroalimentación en la etapa de reflexión.

5.2. Propuesta de Mejora para los Resultados de Aprendizaje

A la luz de los resultados obtenidos y a lo observado en las actividades experimentales, es posible recomendar la consideración de nuevos resultados de aprendizaje a la unidad II de la asignatura de Ingeniería en Software I. Los resultados de aprendizaje vigentes tienen el problema de no entregar un direccionamiento claro al docente respecto a lo que debe evaluar. Tampoco permite al estudiante tener claridad respecto de los aprendizajes esperados que desarrolle. Otro problema detectado es que los resultados de aprendizajes no están estructurados según el *Manual de Autorregulación*, aprobado según decreto exento N°04 del 10-03-2020. Dicho manual define un resultado de aprendizaje como “...afirmaciones de lo que un estudiante debe saber, entender y/o saber demostrar después de terminar un proceso de aprendizaje”. Cada RA debe poseer la siguiente estructura:

Verbo+Objeto+Condición+Finalidad.

Analizando en detalle los RA vigentes, se observa que el primero definido como “*Describe el proceso del ciclo de vida del software*”, tiene un verbo inicial un tanto ambiguo y no está definido el contexto. El segundo resultado definido es “*Selecciona modelos de procesos de software que se ajusten a condiciones contextuales específicas*”, no describe un contexto claro que ayude a definir una actividad y el método de evaluación.

Finalmente, la propuesta de mejora a los resultados de aprendizaje consiste en definir los siguientes resultados:

- **Interpreta** el modelo de ciclo de vida de software mediante el análisis de la literatura , para explicar las fases genéricas del desarrollo de software.
- **Evalúa** los modelos de procesos de software tradicional y ágil mediante la realización de actividades experimentales, que le permitan tener una visión crítica de los modelos y criterios de selección según la necesidad del software a desarrollar.
- **Aplica** prácticas ágiles mediante el análisis de la literatura y actividades experimentales, que le permitan tener una mayor claridad respecto a la forma en que se pueden mejorar el proceso de desarrollo de software mejora del proceso a través de la aplicación de estos métodos y prácticas.

Capítulo 6

Conclusiones y Trabajos Futuros

6.1. Respecto a los Objetivos

En este trabajo de titulación se ha cumplido satisfactoriamente con el objetivo general de *“Evaluar los resultados de aprendizaje en Ingeniería de Software, utilizando MMLA y la metodología LSP”*. Asimismo, se han logrado alcanzar los objetivos específicos, el primero de ellos: *“Analizar las unidades de competencia y resultados de aprendizaje definidos para la asignatura de ISw”*, se logra mediante la revisión del programa de estudios de Ingeniería de Software I (ver sección 3.2). La revisión ha puesto en evidencia una orientación ambigua tanto para los docentes como para los estudiantes, lo cual se debe a una deficiente descripción en los RA. Por lo tanto, se requiere una actualización y mejora de los RA para lograr una orientación clara y precisa en la asignatura de ISw. El segundo objetivo específico: *“Diseñar un conjunto de actividades LSP orientadas a la evaluación de resultados de aprendizaje en ISw”*, se cumple a través del planteamiento de 6 actividades diseñadas de acuerdo a la estructura del proceso LSP propuesto por Kristiansen y Rasmussen [28], lo cual se cumple en la sección 3.4. Por último, el tercer objetivo específico: *“Realizar experimentos que permitan validar las actividades diseñadas”*, a través de tres experimentos detallados en el capítulo 4 se consigue por medio de tres actividades experimentales LSP que involucraron la recopilación de datos a través de la plataforma Naira, junto con informes Belbin, documentación y observación. Estas acciones permitieron evidenciar el nivel de conocimientos y las habilidades interpersonales de los estudiantes, asimismo permitieron validar las actividades diseñadas y su contribución.

6.2. Respecto a los Experimentos Realizados

En la ejecución de los experimentos, se puso especial atención en la disponibilidad y adecuación de los recursos necesarios. En este sentido, se considera relevante especificar que el DIICC cuenta con todos los elementos necesarios para llevar a cabo las actividades de manera satisfactoria, en cuanto al espacio y mobiliario utilizado para la realización de los experimentos, como una buena iluminación y una distribución adecuada de las mesas y sillas. Se ha tomado en cuenta que un ambiente agradable y seguro contribuye positivamente en el desempeño de los participantes. En concreto, se lleva a cabo la ejecución de las actividades experimentales en las mejores condiciones posibles, con la finalidad de garantizar resultados satisfactorios y una experiencia formativa adecuada para los participantes.

Es importante destacar que en la realización de estos experimentos hubo limitaciones en cuanto al número de participantes. La limitación de contar con pocos participantes en los experimentos radica en que los resultados podrían no ser representativos de la población total y podrían verse influenciados por factores aleatorios. Además, resulta desafiante obtener una muestra representativa y diversa que permita generalizar los resultados a una población más amplia.

En la actividad 1, se puede resaltar que el uso del modelo cascada resultó apropiado según la opinión de los participantes para la construcción del puente. Sin embargo, a pesar de esta percepción positiva, los participantes mostraron resistencia a completar la documentación requerida. Esta resistencia es un aspecto relevante a considerar al diseñar nuevas actividades LSP. Por otro lado, es interesante destacar que los participantes valoraron positivamente esta actividad en la encuesta (Figura 4.15). En sus respuestas, mencionaron que la aplicación del modelo cascada contribuyó a un mejor entendimiento del mismo y de sus limitaciones.

En la actividad 2, la selección del modelo de proceso del software desempeñó un papel fundamental, ya que permitió observar una falta de conocimiento por parte de los participantes. Resulta interesante señalar que, aunque los participantes del grupo 1 inicialmente seleccionaron el modelo incremental, en la práctica utilizaron el modelo evolutivo. Esta discrepancia entre la elección teórica y la aplicación real del modelo pone de manifiesto la necesidad de un mayor entendimiento por parte de los participantes. En este sentido, se puede afirmar que la actividad LSP tuvo un impacto positivo en la comprensión del modelo seleccionado. Mediante el uso de esta metodología, los participantes tuvieron la oportunidad de explorar y discutir las características y principios del modelo de proceso del software, lo que les permitió adquirir un mayor nivel de conocimiento y comprensión, lo cual se ve reflejado en la encuesta (4.27). La actividad LSP facilitó la interacción y el intercambio de ideas, a través de la etapa de reflexión, entre los miembros del grupo y el facilitador, lo que contribuyó a clarificar conceptos y mejorar la comprensión del modelo.

En la actividad 3, en cuanto a el análisis de los resultados obtenidos a través de la encuesta realizada, se ha identificado un resultado particularmente interesante en relación a

la pregunta 9 (Fig. 4.43). En esta pregunta se indagó acerca de cuál era la mayor fortaleza del equipo, y se observó que ninguno de los participantes seleccionó “la confianza entre los integrantes” como tal. Este resultado puede ser interpretado de diversas maneras, pero puede ser un indicio de que la confianza no está siendo percibida como una fortaleza destacable por los miembros del equipo. Es importante resaltar que la confianza entre los integrantes es una variable esencial en cualquier equipo de trabajo, ya que influye de manera significativa en la dinámica y en la efectividad del grupo. Además, resulta interesante mencionar que, en la pregunta 10 (Fig. 4.44), los participantes tampoco consideraron “la confianza entre los integrantes” como la mayor debilidad del equipo. Esto podría ser interpretado como que, aunque la confianza no se haya percibido como una fortaleza destacable, tampoco se haya percibido como un factor limitante en el desempeño del equipo. En definitiva, estos resultados pueden ser tomados como una oportunidad para reflexionar acerca de la importancia de la confianza en los equipos de trabajo y para analizar de manera más detallada cómo se está gestionando esta variable dentro del equipo en cuestión. En resumen, estos resultados brindan una oportunidad para reflexionar sobre la importancia de la seguridad psicológica, la cual está estrechamente relacionada con la confianza, en los equipos de trabajo y analizar de manera más detallada cómo se está gestionando esta variable dentro del equipo en cuestión.

6.3. Trabajos Futuros

Uno de los aspectos que podría abordarse en trabajos futuros es replicar los experimentos con un mayor número de participantes. Si bien los resultados obtenidos en este estudio son significativos y relevantes para el contexto en el que se llevó a cabo, podría ser interesante evaluar su aplicabilidad con una muestra representativa y robusta. Lo que permitiría una mayor generalización de los resultados y una mayor confiabilidad en las conclusiones. Por otro lado, es interesante evaluar el resto de unidades pertenecientes a la asignatura, y por ende, sus respectivos resultados de aprendizaje. En un nuevo trabajo, se podrían formular nuevos diseños experimentales de actividades LSP que permitan orientar de mejor forma la evaluación de los resultados de aprendizaje previsto.

En resumen, replicar el estudio en diferentes contextos podría ser una línea de investigación interesante para futuros trabajos. Esto permitiría evaluar la consistencia de los resultados y su aplicabilidad en diferentes situaciones, y podría proporcionar información valiosa para validar las hipótesis planteadas anteriormente: *H1: Los participantes cuyos roles naturales sean impulsor y/o finalizador tienden a tener un mayor número de interacciones de habla, H2: En grupos donde sus participantes reflejen amplias diferencias en el número de interacciones de habla, no existe fluidez en el dialogo o algunos participantes dominan de forma excesiva la comunicación y H3: Los niveles de seguridad psicológica de un grupo de trabajo, influye en el número de interacciones y en la duración total de habla.*

Bibliografía

- [1] Belbin GetSet, 2022.
- [2] Belbin Team Roles, 2022.
- [3] Manal M Alhammad and Ana M Moreno. Gamification in software engineering education: A systematic mapping. *Journal of Systems and Software*, 141:131–150, 2018.
- [4] Theofylaktos Anastasiadis, Georgios Lampropoulos, and Kerstin Siakas. Digital game-based learning and serious games in education. *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, 4(12):139–144, 2018.
- [5] Mark Ardis. Software engineering 2014-curriculum guidelines for undergraduate degree programs in software engineering. 2015.
- [6] R. Meredith Belbin. *Team roles at work*. Elsevier Science, London, England, 2 edition, 2010.
- [7] Marko Blair, Sean & Rillo. *SeriousWork: How to facilitate meetings and workshop using the Lego Serious Play method*. ProMeet, 2016.
- [8] Paulo Blikstein. Multimodal learning analytics. In *Proceedings of the third international conference on learning analytics and knowledge*, pages 102–106, 2013.
- [9] Paulo Blikstein and Marcelo Worsley. Multimodal learning analytics and education data mining: Using computational technologies to measure complex learning tasks. *Journal of Learning Analytics*, 3(2):220–238, 2016.
- [10] P Bourque and RE Fairley. Guide to the software engineering body of knowledge, version 3.0 (swebok guide v3. 0), ieeecore, 2014.
- [11] Thomas Chau, Frank Maurer, and Grigori Melnik. Knowledge sharing: Agile methods vs. tayloristic methods. In *WET ICE 2003. Proceedings. Twelfth IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 2003.*, pages 302–307. IEEE, 2003.

-
- [12] Gloria Berenguer Contrí, Elvira Cerver Romero, Amparo de la Torre Fernández, and V Ramón Torcal Tomás. El estilo directivo de las mujeres y su influencia sobre la gestión del equipo de trabajo en las cooperativas valencianas. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (50):123–149, 2004.
- [13] Héctor Cornide-Reyes, Servando Campillay, Andrés Alfaro, and Rodolfo Villarroel. Identification of skills for the formation of agile high performance teams: A systematic mapping. In *Information and Communication Technologies of Ecuador (TIC. EC) 6*, pages 141–152. Springer, 2019.
- [14] Héctor Cornide-Reyes, René Noël, Fabián Riquelme, Matías Gajardo, Cristian Cechinel, Roberto Mac Lean, Carlos Becerra, Rodolfo Villarroel, and Roberto Munoz. Introducing low-cost sensors into the classroom settings: Improving the assessment in agile practices with multimodal learning analytics. *Sensors*, 19(15):3291, 2019.
- [15] Héctor Cornide-Reyes, Fabián Riquelme, Diego Monsalves, Rene Noel, Cristian Cechinel, Rodolfo Villarroel, Francisco Ponce, and Roberto Munoz. A multimodal real-time feedback platform based on spoken interactions for remote active learning support. *Sensors*, 20(21):6337, 2020.
- [16] Héctor C. Cornide-Reyes and Rodolfo H. Villarroel. Método para Promover el Aprendizaje Colaborativo en Ingeniería de Software. *Formación universitaria*, 12:3 – 12, 08 2019.
- [17] Isabel Cuadrado Guirado, Fernando Molero Alonso, and Marisol Navas Luque. El liderazgo de hombres y mujeres: diferencias en estilos de liderazgo, relaciones entre estilos y predictores de variables de resultado organizacional. 2003.
- [18] Amy Edmondson. Psychological safety and learning behavior in work teams. *Administrative science quarterly*, 44(2):350–383, 1999.
- [19] Richard E Dick Fairley, Pierre Bourque, and John Keppler. The impact of swebok version 3 on software engineering education and training. In *2014 IEEE 27th Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)*, pages 192–200. IEEE, 2014.
- [20] Rebecca Ferguson. Learning analytics: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5/6):304–317, 2012.
- [21] Elisabetta Frick, Stefano Tardini, and Lorenzo Cantoni. White paper on lego® serious play®: A state of the art of its applications in europe. *Lugano: Università della Svizzera Italiana*, 2013.
-

-
- [22] Félix García, Manuel Serrano, José A Cruz-Lemus, Marcela Genero, Coral Calero, and Mario Piattini. Experiencias en la realización de estudios empíricos en cursos de ingeniería del software.
- [23] Gonzalo Garcés and Camilo Peña. Ajustar la Educación en Ingeniería a la Industria 4.0: Una visión desde el desarrollo curricular y el laboratorio. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19:129 – 148, 08 2020.
- [24] STANDISH GROUP et al. The chaos report into project failure, the standish group international inc. Available on-line at <http://www.standishgroup.com/visitor/chaos.htm>, 1995.
- [25] Susanna Hartikainen, Heta Rintala, Laura Pylväs, and Petri Nokelainen. The concept of active learning and the measurement of learning outcomes: A review of research in engineering higher education. *Education Sciences*, 9(4):276, 2019.
- [26] Ester Barberá Heredia, Maite Sarrió Catalá, and Amparo Ramos López. Mujeres y estilos de dirección: el valor de la diversidad. *Psychosocial Intervention*, 9(1):49–62, 2000.
- [27] Sangkyun Kim, Kibong Song, Barbara Lockee, and John Burton. What is gamification in learning and education? In *Gamification in learning and education*, pages 25–38. Springer, 2018.
- [28] Per Kristiansen and Robert Rasmussen. *Building a better business using the Lego serious play method*. John Wiley & Sons, 2014.
- [29] Maíra Marques, Sergio F Ochoa, and María Cecilia Bastarrica. Software engineering education in chile-status report. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pages 180–185, 2016.
- [30] Maíra R Marques, Alcides Quispe, and Sergio F Ochoa. A systematic mapping study on practical approaches to teaching software engineering. In *2014 IEEE Frontiers in education conference (FIE) proceedings*, pages 1–8. IEEE, 2014.
- [31] R de A Maurício, Lucas Veado, Renata Teles Moreira, Eduardo Figueiredo, and Heitor Costa. A systematic mapping study on game-related methods for software engineering education. *Information and software technology*, 95:201–218, 2018.
- [32] Claudia de O Melo, Daniela S Cruzes, Fabio Kon, and Reidar Conradi. Interpretative case studies on agile team productivity and management. *Information and Software Technology*, 55(2):412–427, 2013.
-

-
- [33] Diego Monsalves, Héctor Cornide-Reyes, and Fabián Riquelme. Relationships between social interactions and belbin role types in collaborative agile teams. *IEEE Access*, 11:17002–17020, 2023.
- [34] Lina María Montoya-Suárez and Elizabeth Pulgarín-Mejía. Enseñanza en la ingeniería de software: aproximación a un estado del arte. *Lámpsakos*, (10):76–91, 2013.
- [35] Carlos Efren Mora-Luis and Jorge Martín-Gutiérrez. The change of educational processes, learning and teaching in engineering education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(3):em1828, 2020.
- [36] Xavier Ochoa and Marcelo Worsley. Augmenting learning analytics with multimodal sensory data. *Journal of Learning Analytics*, 3(2):213–219, 2016.
- [37] Joel Manuel Prieto Andreu. Una revisión sistemática sobre gamificación, motivación y aprendizaje en universitarios. *Una revisión sistemática sobre gamificación, motivación y aprendizaje en universitarios*, pages 73–99, 2020.
- [38] Fabian Riquelme, Rene Noel, Héctor Cornide-Reyes, Gustavo Geldes, Cristian Cechinel, Diego Miranda, Rodolfo Villarroel, and Roberto Muñoz. Where are you? exploring micro-location in indoor learning environments. *IEEE Access*, 8:125776–125785, 2020.
- [39] Guillermo Rodríguez, Matías Glessi, and Alfredo Raúl Teyseyre. Una revisión sistemática de juegos serios para la enseñanza de métodos ágiles. In *II Simposio Argentino de Educación en Informática (SAEI 2020)-JAIIO 49 (Modalidad virtual)*, 2020.
- [40] Margarida Romero, Mireia Usart, and Michela Ott. Can serious games contribute to developing and sustaining 21st century skills? *Games and culture*, 10(2):148–177, 2015.
- [41] Johan Roos and Bart Victor. How it all began: the origins of lego® serious play®. *International Journal of Management and Applied Research*, 5(4):326–343, 2018.
- [42] J Rozovsky. The five keys to a successful google team. re: Work. *Verfügbar unter: <https://rework.withgoogle.com/blog/five-keys-to-a-successful-google-team/> [Zugegriffen Dezember 12, 2016]*, 2015.
- [43] Charlie Y Shim, Mina Choi, and Jung Y Kim. Promoting collaborative learning in software engineering by adapting the pbl strategy. *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, 3(5):554–557, 2009.
- [44] Tarja Susi, Mikael Johannesson, and Per Backlund. Serious games: An overview. 2007.

- [45] Rodolfo Villarroel, Héctor Cornide-Reyes, Roberto Muñoz, and Thiago Barcelos. Flipped classroom+ plickers, an experience to propitiate collaborative learning in software engineering. In *2017 36th International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC)*, pages 1–7. IEEE, 2017.
- [46] Joke Voogt and Natalie Pareja Roblin. A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of curriculum studies*, 44(3):299–321, 2012.