

Validación de Funcionalidad y Diseño de la Herramienta Gamificada  
del Proyecto Motivatic

Paula Andrea León Cárdenas

Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniera Industrial

Director:

Martha Liliana Torres Barreto

Doctora en Estrategia y Marketing de la empresa

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2023

### **Dedicatoria**

A mis maestros de vida Sonia & Alex, por su inagotable esfuerzo y entrega;  
A mi hermano Sebastián, por ser el cómplice de risas y trasnochos;  
A mi abuela Alicia, por ser mi apoyo incondicional;  
Y a mi Chatica, por su incomparable legado.

Ha sido un camino lleno de esfuerzo, dedicación, fé y amor.  
Gracias por creer en mí, lo hicimos.

### **Agradecimientos**

A Dios, mi refugio lleno de luz y fortaleza.

A mi familia, el pilar más grande en mi vida. Por el esfuerzo, la motivación y el amor que me regalan cada día. Esto es por y para ustedes.

A mis amigos, compañeros y ahora, unos cuantos colegas. Por acompañar siempre a esta foránea en la mejor etapa de su vida.

A mi laboratorio Galea, una experiencia inolvidable. Me quedo con las personas, recuerdos y enseñanzas que me hicieron crecer como persona y profesional.

A todos los docentes que hicieron parte esencial de mi formación. Por sus conocimientos e historias de vida que se convirtieron en inspiración.

A la profesora Martha Torres, por guiarme y retarme en este largo camino. Y a todo el equipo del proyecto MOTIVATIC, especialmente a Mileidy Álvarez que cumplió un rol importante en el desarrollo de este proyecto.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	14
Cumplimiento de Objetivos .....	16
1. Planteamiento del Problema.....	17
2. Objetivos .....	19
2.1. Objetivo General.....	19
2.2. Objetivos Específicos.....	19
3. Metodología .....	20
3.1. Marco de Evaluación .....	20
3.2. Análisis de Requerimientos.....	20
3.3. Validación de Software.....	22
3.3.1. Selección de Factores.....	22
3.3.2. Diseño del Instrumento de Medición .....	22
3.3.3. Validación del Instrumento de Medición.....	23
3.3.4. Selección de la Muestra .....	23
3.3.5. Ejecución de Pruebas .....	24
3.3.5.1. Casos de Prueba. ....	26
3.3.5.2. Tratamiento de Datos.....	26
3.4. Análisis de Diseño y Funcionalidad .....	26
3.4.1. Análisis Preliminar de los Datos.....	27
3.4.2. Especificación del Modelo.....	27
3.4.3. Análisis de Resultados .....	29
3.4.3.1. Valoración de Resultados. ....	29

3.4.3.2. Comparación de Resultados.....	29
3.5. Documentación.....	29
4. Revisión de Literatura.....	29
4.1. Análisis Bibliométrico.....	29
4.2. Análisis Preliminar de la Literatura.....	33
5. Marco de Referencia.....	36
5.1. Marco de Antecedentes.....	36
5.2. Marco Teórico.....	37
5.2.1. Herramienta Gamificada.....	37
5.2.2. Entornos Virtuales de Aprendizaje.....	38
5.2.3. Gamificación.....	41
5.2.4. Game Thinking.....	43
5.2.5. Pruebas de Software.....	44
5.2.5.1. Funcionalidad.....	45
5.2.5.2. Usabilidad.....	45
5.2.5.2.1. User Experience (UX).....	46
5.2.5.2.2. Heurísticas de Usabilidad.....	47
5.2.5.2.3. Heurísticas de Nielsen.....	47
5.2.6. Metodologías Activas.....	48
5.2.6.1. Modelo STEAM.....	49
5.2.7. Análisis de Redes.....	50
5.2.7.1. Centralidad y Poder.....	51
5.2.7.2. Grupos.....	51

5.2.7.3. Software de SNA (Análisis y Visualización).....	52
6. Validación del software .....	52
6.1. Selección de los Factores .....	53
6.2. Diseño del Instrumento de Medición.....	55
6.2.1. Prueba de Utilidad.....	57
6.2.1.1. Pre/post test.....	57
6.2.1.2. Prueba UX.....	57
6.2.2. Prueba de Usabilidad .....	58
6.2.2.1. Recorrido Cognitivo.....	58
6.2.2.2. Evaluación Heurística .....	59
6.2.3. Prueba de Plataforma Web.....	61
6.2.4. Preguntas de Validación .....	62
6.3. Validación del Instrumento de Medición.....	62
6.3.1. Índice de Kappa .....	64
6.4. Selección de la Muestra .....	68
6.5. Ejecución de los Casos de Prueba.....	69
7. Modelo de Validación.....	72
7.1. Análisis Preliminar de Datos .....	73
7.1.1. Análisis Descriptivo.....	74
7.2. Especificación del Modelo Conceptual .....	81
7.2.1. Análisis de Redes.....	81
8. Resultados .....	83
8.1. Test de Utilidad.....	83

8.1.1. Pre-test y Post-test.....	83
8.1.2. Encuesta UX .....	85
8.2. Evaluación de Usabilidad .....	92
8.2.1. Recorrido Cognitivo.....	92
8.2.2. Evaluación Heurística .....	97
8.2.3. Análisis de Red .....	100
9. Artículo Publicable .....	103
10. Conclusiones.....	104
11. Recomendaciones .....	105
Referencias Bibliográficas .....	107

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Cumplimiento de objetivos.....	16
Tabla 2. Actividades para la ejecución de casos de prueba .....	25
Tabla 3. Matriz de términos y combinaciones .....	30
Tabla 4. Ecuación de búsqueda.....	31
Tabla 5. Número de artículos obtenidos .....	32
Tabla 6. Tipos de EVA .....	39
Tabla 7. Jugadores en la gamificación.....	41
Tabla 8. Tipos de mecánicas de juego .....	42
Tabla 9. Heurísticas de Nielsen .....	47
Tabla 10. Competencias y dimensiones STEAM .....	49
Tabla 11. Guía de observación ejemplo para la confiabilidad del instrumento de medición de las pruebas MOTIVATIC.....	63
Tabla 12. Iteraciones de respuesta entre evaluadores .....	65
Tabla 13. Escala de valoración del índice de kappa .....	66
Tabla 14. Cambios realizados al instrumento de validación MOTIVATIC .....	67
Tabla 15. Análisis de respuestas del pretest para Motivatic GO .....	83
Tabla 16. Resultados del recorrido cognitivo .....	93
Tabla 17. Frecuencia de doble entrada para el recorrido cognitivo.....	95
Tabla 18. ANOVA del recorrido cognitivo .....	95
Tabla 19. Validación estadística de las diferencias de medias para los 3 grupos de nivel de dificultad usando una prueba t .....	96
Tabla 20. Medianas por pregunta y por grupo de Heurísticas .....	99

### Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Sprint Scrum de Plataforma web MOTIVATIC .....	21
Figura 2. Coeficiente de correlación de Pearson .....	28
Figura 3. Raíces de búsqueda.....	31
Figura 4. Áreas de estudio de documentos de literatura .....	33
Figura 5. Game thinking .....	43
Figura 6. Marco de validación (UX UI) para herramienta gamificada MOTIVATIC.....	56
Figura 7. Resultados de análisis de concordancia para validar instrumento de medición .....	65
Figura 8. Pieza gráfica de presentación de pruebas MOTIVATIC.....	69
Figura 9. Material de apoyo para la prueba de validación .....	71
Figura 10. Etapas de la prueba de validación para MOTIVATIC .....	73
Figura 11. Portafolio de resultados Attrakdiff para MOTIVATIC WEB.....	76
Figura 12. Diagrama de valores promedio Attrakdiff para MOTIVATIC WEB .....	77
Figura 13. Descripción de pares de palabras Attrakdiff para MOTIVATIC WEB .....	77
Figura 14. Portafolio de respuestas para MOTIVATIC GO (Fase 2).....	78
Figura 15. Diagrama de valores promedio Attrakdiff para MOTIVATIC GO (Fase 2).....	79
Figura 16. Descripción de pares de palabras Attrakdiff 2.0 para MOTIVATIC GO (Fase 2) .....	80
Figura 17. Experiencia de usuarios con herramientas gamificadas dividido por grupo de tratamiento .....	84
Figura 18. Guía de clasificación de herramientas de ciberaprendizaje según la experiencia de usuario.....	85

Figura 19. Identificación del usuario del nivel de competencia de herramientas TICs desde la experiencia .....	85
Figura 20. Interfaz gráfica de Motivatic (2021).....	87
Figura 21. Descripción de las declaraciones VisAWI para MOTIVATIC GO (Fase 2) .....	88
Figura 22. Nueva Interfaz gráfica de Motivatic (2022) .....	89
Figura 23. Resultados sección 1 de prueba UI_UX (Grupo B) de MOTIVATIC GO .....	90
Figura 24. Resultados sección 2 de prueba UI_UX (Grupo A y B) de MOTIVATIC GO .....	91
Figura 25. Puntuaciones en porcentaje (%) de Recorrido cognitivo para prueba Motivatic GO .	94
Figura 26. Resultados prueba heurísticas de Nielsen.....	97
Figura 27. Medianas Prueba de Heurísticas por preguntas y grupos .....	99
Figura 28. Resultados de prueba de heurísticas estadísticamente significativas .....	102

**Lista de Apéndices**

(Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS)

Apéndice A - Protocolo de Pruebas de Validación (Fase 1)

Apéndice B - Protocolo de Pruebas de Validación (Fase 2)

Apéndice C - Resultados Plataforma Web (Fase 1)

Apéndice D - Resultados App Motivatic GO (Fase 1)

Apéndice E - Resultados Plataforma Web (Fase 2)

Apéndice F - Resultados App Motivatic GO (Fase 2)

Apéndice G - Resultados App Motivatic GO (diseño)

Apéndice H - Prueba Pre-Test App Motivatic GO

Apéndice I - Prueba UI\_UX (A) App Motivatic GO

Apéndice J - Prueba UI\_UX (B) App Motivatic GO

Apéndice K - Artículo publicable

## Resumen

**Título:** Validación de Funcionalidad y Diseño de la herramienta gamificada del Proyecto MOTIVATIC \*

**Autor:** Paula Andrea León Cárdenas \*\*

**Palabras Clave:** Herramientas Gamificadas, metodologías, pruebas de software, funcionalidad, gamificación

### Descripción:

En la actualidad, las denominadas nuevas tecnologías (NT) crean nuevos entornos, tanto humanos como artificiales de comunicación (Cabero Almenara, 1998). Este precedente ha dado paso al desarrollo de nuevas herramientas gamificadas como MOTIVATIC, que aplica nuevas metodologías basadas en la gamificación y el trabajo colaborativo entre docentes. El presente trabajo de grado tiene como finalidad la validación del diseño y la funcionalidad del proyecto MOTIVATIC “Comunidad mundial de aprendizaje basada en gamificación y tic para la enseñanza profesional y ciudadanía global”, a través de un protocolo de pruebas de software que permite identificar mejoras y que, a su vez, se convierte en una herramienta de validación para futuros estudios. Para el marco de evaluación se realizó una revisión de literatura que fue base para el proceso de validación dividido en 3 fases, incluyendo un estudio final con 115 usuarios de prueba. A través de una serie de análisis utilizando softwares como Excel, Atrakdiff y VisAWI, se obtuvo como resultado la aceptación del software MOTIVATIC dando lugar a su lanzamiento al mercado. También se estableció un marco de evaluación compuesto por una prueba pre/post test, una evaluación de heurísticas (UX) y un análisis de redes para el uso en futuras líneas de trabajo.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Ingeniería Industrial. Director: Martha Liliana Torres Barreto. Doctora en Estrategia y Marketing de la empresa.

### Abstract

**Project Title:** Validation of the functionality and design of the gamified tool of the MOTIVATIC Project\*

**Author:** Paula Andrea León Cárdenas\*\*

**Keywords:** Gamified tools, methodologies, software testing, functionality, gamification.

#### Description:

The so-called new technologies (NT) create new human and artificial environments for communication (Cabero Almenara, 1998). This precedent has led to the development of new gamified tools such as MOTIVATIC, which applies new methodologies based on gamification and collaborative work between teachers. The purpose of this degree project is to validate the design and functionality of the MOTIVATIC project “Global learning community based on gamification and TIC for professional education and global citizenship” through a software testing protocol that allows improvements to be identified and, in turn, becomes a validation tool for future studies. A literature review was carried out for the evaluation framework, which was the basis for the validation process divided into 3 phases, including a final analysis with 115 test users. Through a series of calculations using software such as Excel, Atrakdiff and VisAWI, the MOTIVATIC software was accepted, leading to its market launch. An evaluation framework consisting of a pre/post test, a heuristics (UX) evaluation and a network analysis was also established for use in future lines of work.

---

\* Degree Work

\*\*Faculty of Physical-mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director. Martha Liliana Torres Barreto. PhD in Business Strategy and Marketing.

## Introducción

Las herramientas virtuales (TIC) cumplen un papel cada vez más importante en el proceso de aprendizaje, especialmente en la educación superior. Es evidente que la implementación de este tipo de herramientas ha ido modificando las conductas y los comportamientos en el intercambio de conocimiento entre el docente y el estudiante, rompiendo la estructura tradicional de enseñanza-aprendizaje. Tal como lo indica ESCONTRELA MAO & STOJANOVIC CASAS (2004), la educación debe definirse de un modo más amplio como todo aquello que se hace para facilitar un conocimiento lleno de significado donde se deben replantear los roles de profesor y alumnos, y las características y funciones de los medios y recursos para el aprendizaje.

En este orden de ideas, se debe resaltar que las instituciones están atravesando un cambio que incorpora de manera prioritaria a las TICs y que permitiría lograr una sinergia entre los contenidos y los medios de enseñanza, porque la idea fundamental de estas herramientas es precisamente aportar, discutir, debatir y abrir caminos nuevos para la comunicación, colaboración y la producción de conocimientos (Austillo Castro, Pinto Cotto, Arboleda Briones, & Anchundia, 2018).

Ahora bien, ¿qué se requiere para lograr la sinergia entre contenidos y herramientas? ¿los involucrados conocen y están preparados para su implementación? Como respuesta a estas necesidades surge MOTIVATIC, una herramienta gamificada que busca adentrarse en la comunidad mundial de educación superior con el fin de mejorar los procesos de aprendizaje-enseñanza a través de la creación de una red de conocimientos compartidos mediante el trabajo colaborativo para reforzar los conceptos en el aula y llevarlos a una forma de aprendizaje independiente.

El presente trabajo busca validar la funcionalidad y el diseño de la plataforma MOTIVATIC como herramienta de motivación y enseñanza en los procesos de educación virtual mediante un protocolo que respalde las decisiones tomadas por el equipo QA (Aseguramiento de calidad). Para ello, se investigan las metodologías de referencia en el marco del desarrollo de un software educativo, los elementos funcionales y no funcionales, así como la respectiva validación de la usabilidad y la experiencia de usuario teniendo en cuenta el plan metodológico elaborado para el proyecto MOTIVATIC. A partir de esto, se estructura el plan de desarrollo de las pruebas de validación de la herramienta, incluyendo la metodología de pruebas, análisis de redes, resultados entre conclusiones, recomendaciones y líneas de estudio.

### Cumplimiento de Objetivos

**Tabla 1**

*Cumplimiento de objetivos*

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Cumplimiento</b>
Realizar una revisión de literatura sobre evaluaciones de diseño y funcionalidad de plataformas digitales para la educación.	Capítulo 4
Definir los criterios para evaluar el diseño y la funcionalidad del software MOTIVATIC, a la luz de protocolos de prueba encontrados con anterioridad en la literatura.	Capítulo 5
Diseñar un protocolo de pruebas de validación de software que permita verificar los requerimientos funcionales del proyecto MOTIVATIC.	Capítulo 6
Analizar la información recolectada para detectar puntos de mejora del software y formular líneas de trabajo de cara al futuro.	Capítulo 8
Elaborar un artículo académico de carácter publicable donde se presenten los resultados de la investigación.	Capítulo 9

## 1. Planteamiento del Problema

Actualmente, el modelo tradicional de educación superior atraviesa un momento desafiante de transición en su eje principal de formación (Silva Quiroz & Maturana Castillo, 2017). Esta metodología de enseñanza se centra en el docente como protagonista de las actividades, contenidos y parámetros evaluativos; sin embargo, con la llegada de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se plantean nuevos escenarios de aprendizaje, que requieren una revisión profunda de la educación en sus diversos aspectos (Gros Salvat & Silva Quiroz, 2005). Esto implica transitar el proceso de enseñanza desde un enfoque que transmite información, a uno que promueva la participación e integración del estudiante.

La inserción de las TIC en los contextos educativos puede reportar beneficios para el sistema educativo en su conjunto, alumnos, docentes y la comunidad educativa en general. En el caso de los docentes, se han desarrollado las denominadas metodologías activas, centradas en el aprendizaje del estudiante y que permiten su mayor implicación en el proceso de enseñanza (Silva, et al., s.f.). Por metodologías activas se entiende aquellos métodos, técnicas y estrategias que utiliza el docente para convertir el proceso de enseñanza en actividades que fomenten la participación del estudiante y lleven al aprendizaje (Labrador Piquer & Andreu Andrés, 2008). En este orden de ideas, la implementación de nuevas herramientas digitales educativas es fundamental para el mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje especialmente en los entornos universitarios, donde se busca proponer estrategias propicias para la construcción y no sólo transmisión de los conocimientos. Por lo tanto, existen una serie de técnicas que facilitan la implementación de metodologías activas a través del uso de TIC (De Benito, et al., 2008) como la gamificación que, según Kapp (2012), se trata de utilizar la mecánica, la estética y el *game thinking* para involucrar personas, motivar la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas.

El proyecto MOTIVATIC “Comunidad mundial de aprendizaje basada en gamificación y tic para la enseñanza profesional y ciudadanía global”, responde a la necesidad de instaurar nuevas formas de enseñanza desde la implementación de tecnologías gamificadas que permitan establecer alternativas de comunicación y evaluación metodológica. Ello supone la actualización de las estrategias didácticas que le permitan al profesorado adecuarse a los nuevos retos de la sociedad de la información y el conocimiento. A tal efecto, el desarrollo y estabilización del software implican una metodología de pruebas para la verificación de su óptimo funcionamiento, el cual incluye no sólo los aspectos funcionales y no funcionales si no también, que la interfaz cumpla con los objetivos establecidos para el proyecto desde su fase inicial. El *testing* software es necesario debido a que busca reducir cualquier tipo de riesgo en una aplicación, permitiendo en el proceso, identificar los defectos y/o fallas antes de que se ejecute (Hetzel, 1993).

En este punto, las pruebas requieren del diseño de un protocolo efectivo y eficaz que permita el mejoramiento de la herramienta para posicionarla como un referente en el entorno educativo a nivel nacional e internacional. El software MOTIVATIC está conformado por una App de estudiantes y una Plataforma web para docentes, lo que implica una serie de pruebas unitarias y de integración del software. Esta última, se encarga de examinar las interfaces entre los componentes o módulos de software conjunto, incluyendo base de datos, infraestructura, configuración y datos del sistema (Mera Paz, 2016). Ahora bien, se precisa un protocolo pertinente que permita obtener los resultados esperados para la validación de este y de igual forma, que suscite la entrega del producto final para la inserción en el mercado educativo, cumpliendo con los requerimientos del Proyecto MOTIVATIC.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo General

Evaluar el diseño y la funcionalidad del software MOTIVATIC, a través de protocolos de prueba específicos, que permitan identificar mejoras a partir de la información recolectada.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Realizar una revisión de literatura sobre evaluaciones de diseño y funcionalidad de plataformas digitales para la educación.
- Definir los criterios para evaluar el diseño y la funcionalidad del software MOTIVATIC, a la luz de protocolos de prueba encontrados con anterioridad en la literatura.
- Diseñar un protocolo de pruebas de validación de software que permita verificar los requerimientos funcionales del proyecto MOTIVATIC.
- Aplicar métodos de evaluación del diseño y la funcionalidad del software MOTIVATIC, usando para ello un grupo de usuarios de prueba de la herramienta.
- Analizar la información recolectada para detectar puntos de mejora del software y formular líneas de trabajo de cara al futuro.
- Elaborar un artículo académico de carácter publicable donde se presenten los resultados de la investigación.

### 3. Metodología

#### 3.1. Marco de Evaluación

Esta fase pretende identificar los principios y requisitos de una herramienta de gamificación, así como una metodología para su validación que permita sentar las bases de la investigación. Para ello se plantean ecuaciones de búsqueda en la base de datos *ScienceDirect* y apoyo paralelo en el portal de búsqueda *Scopus*, teniendo en cuenta la relevancia de los documentos indexados. Esto con el fin de identificar casos de aplicación relacionados con la educación y el desarrollo de software. Luego se recoge la literatura mediante la filtración por priorización, y teniendo en cuenta los artículos raíz que abordan la teoría de gamificación. Por último, se busca el análisis de la literatura recopilada a partir de la cual se establecen los requerimientos principales para la siguiente etapa.

#### 3.2. Análisis de Requerimientos

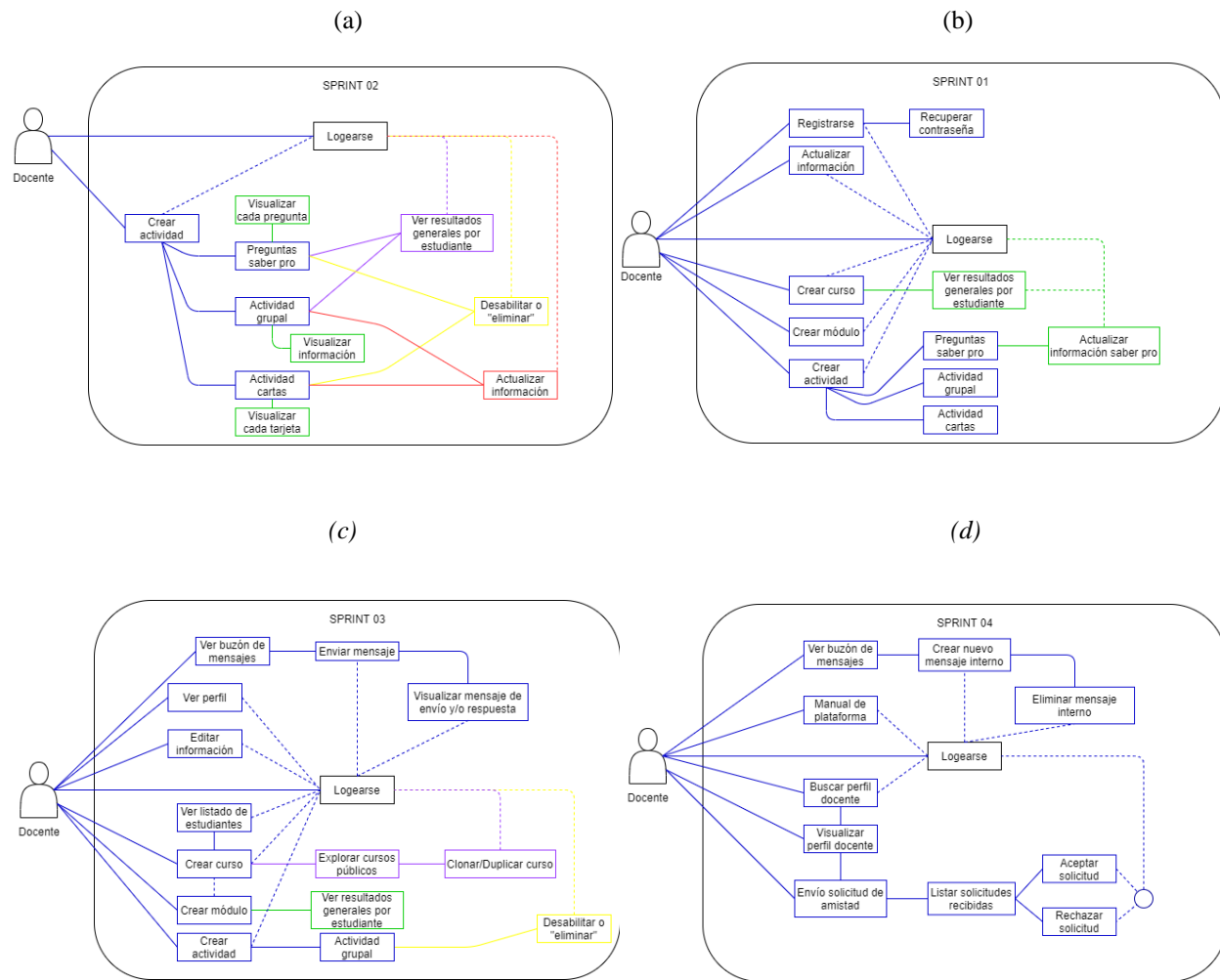
Para el desarrollo acertado de una herramienta que logre validar el sistema MOTIVATIC, es necesario realizar una diferenciación de software. En ese orden de ideas, durante la creación e ideación del proyecto se compila un listado de requerimientos funcionales y no funcionales que, a su vez, se subdividen en requerimientos para la App MOTIVATIC GO y la plataforma web MOTIVATIC. A partir de los requerimientos, se construye una guía de los elementos que son requisito dentro del marco de validación de la herramienta de gamificación.

Así mismo, se cuenta con el *backlog* del software; el *backlog* de producto es una herramienta de gestión de proyectos y/o documento de producto con una lista de trabajo ordenado por prioridades para el equipo, en el que se muestra la hoja de ruta y sus requisitos (Radigan, s.f.). Para el desarrollo del software MOTIVATIC se planearon 9 *sprints* o iteraciones del producto *backlog*, cuyo objetivo es asignar un tiempo establecido para las actividades respectivas. En ese

orden de ideas, se realiza un diagrama de proceso para los cuatro primeros *sprints* teniendo en cuenta que son las interacciones de principal interés para el desarrollo del presente proyecto, tal como se muestran a continuación:

**Figura 1**

*Sprint Scrum de Plataforma web MOTIVATIC*



### **3.3. Validación de Software**

#### ***3.3.1. Selección de Factores***

En la tercera fase, se toma la revisión de la literatura y se delimita un marco metodológico preliminar del cual se identifican los criterios fundamentales para la investigación. A partir de la recopilación de los estudios de mayor impacto y similitud, se pretende realizar una filtración cualitativa con las variables de estudio más relevantes teniendo en cuenta los requerimientos del proyecto y la validación cuantitativa de la efectividad de estos con expertos. En ese sentido, se toma un precedente cuya metodología aplica para la magnitud del proyecto y con la aplicación de una herramienta de medición con varios enfoques.

#### ***3.3.2. Diseño del Instrumento de Medición***

Una vez seleccionados los criterios que se van a analizar, se realiza la planeación de cada etapa durante el procedimiento de validación. Este proceso incluye el diseño del instrumento de medición y sus escalas.

Para el diseño se tomó en cuenta el modelo de evaluación heurística para validar la usabilidad de la herramienta, donde se tomaron en cuenta los siguientes principios de los heurísticos de Nielsen: (1) el estado del sistema debe ser visible para el usuario en todo momento, (2) la información del sistema debe ser representada como si formara parte del mundo natural, con un orden lógico, (3) el usuario debe poder equivocarse, pero el sistema debe darle la libertad para retomar el control y rectificar, (4) los patrones que se utilicen deben ser los mismo en todo el sistema, estandarizados para que una misma acción siempre signifique lo mismo, (5) la interfaz ideal debe ser aquella que evite que el usuario cometa errores, (6) las instrucciones deben ser visibles y fáciles de encontrar en todo momento para evitar que el usuario deba estar memorizando, (7) la flexibilidad y una gran eficiencia en el uso esencial para adaptarse a los diferentes usuarios,

los primeros visitantes navegarán de forma diferente a los habituales, (8) la estética y el diseño deben ser minimalistas e incluir únicamente lo relevante debido a que la información secundaria compite con la relevante, es molesta y dificulta la usabilidad y (9) el usuario debe poder acceder de manera fácil, concisa y clara a la ayuda y documentación, sobre todo, si el sistema es muy complejo. Además del desarrollo de dos herramientas complementarias que permiten la validación de la funcionalidad y diseño del software completo.

### ***3.3.3. Validación del Instrumento de Medición***

Para la validación del instrumento de validación se contacta a 10 profesionales expertos en las temáticas planteadas tales como metodologías de educación, tecnologías de innovación, pruebas de validación, y competencias e innovación. A partir de las correcciones y mejoras planteadas, se ejecuta una prueba piloto del instrumento de medición con una premuestra de no más de 20 encuestados correspondientes a estudiantes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander y estudiantes de universidades internacionales que han sido vinculados al proyecto MOTIVATIC desde su fase inicial. Finalmente, el ejercicio permite el ajuste final del instrumento logrando una mayor validez y fiabilidad de las pruebas con los criterios adecuados según los objetivos.

### ***3.3.4. Selección de la Muestra***

Con base a estudios encontrados en la literatura, así como el trabajo sobre heurísticas de Nielsen, se define el número de usuarios o muestra para cada una de las pruebas de la siguiente forma:

La evaluación heurística, necesita al menos 20 usuarios para obtener resultados estadísticamente significativos.

El recorrido cognitivo de usabilidad necesita al menos 5 usuarios para encontrar mayormente los problemas de usabilidad tanto como los encontraría un número mayor de usuarios, es decir, representan el 80% de los resultados efectivos.

La prueba completa divide a los usuarios en dos grupos, uno de tratamiento o grupo A y otro de prueba o grupo B. Para esto se estiman 50 estudiantes para cada uno de los grupos, que contarán con el mismo protocolo de pruebas a excepción de 10 usuarios elegidos mediante muestreo aleatorio para el recorrido cognitivo.

De igual forma, para la recolección de la información se utiliza un material de apoyo complementario (Ver Figura 10 Material de apoyo para la prueba de validación) incluido en el mismo instructivo junto con el instrumento de medición que diligencian durante la ejecución de la prueba. Los participantes finales fueron seleccionados mediante muestreo no aleatorio de conveniencia teniendo en cuenta factores la experticia, conocimientos en competencias aplicadas, la población objetivo y el tamaño de muestra.

### ***3.3.5. Ejecución de Pruebas***

Los casos de pruebas que se realizaron a lo largo del proyecto se dividieron en tres fases, esto de acuerdo con la línea de tiempo del proyecto raíz “Comunidad mundial de aprendizaje basada en gamificación y tic para la enseñanza profesional y ciudadanía global” - MOTIVATIC. Cada fase agrupa una serie de actividades de validación y control de calidad, así como se muestra en la Tabla 2

Los casos de prueba para la validación unitaria de software, es decir fase 1 y fase 2, se realizan de forma virtual debido a las condiciones sanitarias de COVID-19 y de acuerdo con la facilidad de los participantes. Después de aprobado y finalizada la etapa de desarrollo, se realiza

una prueba piloto para la prueba de integración de la herramienta web docente y la App móvil estudiante cuya validación pasa a manos del equipo QA.

**Tabla 2**

*Actividades para la ejecución de casos de prueba*

<b>Fase</b>	<b>Plataforma WEB</b>	<b>App MOTIVATIC GO</b>
<b>1</b>	<b>Validación con docentes vinculados al proyecto</b>	
	1.1.Pruebas	1.1.Pruebas
	1.2.Análisis de resultados	1.2. Análisis de resultados
	1.3.Socialización	1.3. Ajustes de aplicativo móvil
	1.4.Ajustas de plataforma	1.4. Verificación de ajustes
	1.5.Verificación de ajustes	
<b>2</b>	<b>Validación con docentes externos</b>	<b>Validación con estudiantes UIS</b>
	2.1. Pruebas	2.1. Pruebas
	2.2. Análisis de resultados	2.2. Análisis de resultados
	2.3. Socialización de resultados	2.3. Socialización de resultados
	2.4. Ajustes de plataforma	2.4. Ajustes de aplicativo móvil
	2.5. Verificación de ajustes	2.5. Verificación de ajustes
<b>3</b>	<b>Validación con docentes internacionales</b>	<b>Validación con estudiantes externos</b>
	3.1. Pruebas	3.1. Protocolo de pruebas
	3.2. Análisis de resultados	3.2. Adaptación de pruebas
	<b>Curso “ciudadanía global”</b>	
	3.3. Socialización de resultados	3.3. Añadir curso “ciudadanía global”
	3.4. Ajustes de plataforma	3.4. Pruebas
	3.5. Verificación de ajustes	3.5. Verificación de ajustes
		3.6. Análisis de resultados
		3.7. Socialización de resultados
		3.8. Ajustes de aplicativo móvil
		3.9. Verificación de ajustes

Finalmente, las pruebas de validación del software se planean para ejecución de forma híbrida con acompañamiento durante el proceso. Estas son realizadas en las instalaciones de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander, para el caso de presencialidad.

**3.3.5.1. Casos de Prueba.** Los casos de pruebas permiten validar cada producto del software desarrollado en el que participaron usuarios durante las diferentes fases. Cabe aclarar que la validación del software se realiza en 3 etapas dependiendo del objetivo que persigue el prototipo de la herramienta gamificada MOTIVATIC que se compone de dos softwares: plataforma web y aplicativo móvil por medio del instrumento de medición diseñado rigurosamente para el cumplimiento estratégico del plan de validación de software. Las pruebas que se realizan en el estudio se componen de 3 etapas principales: un diagnóstico de conocimientos previos, seguido de una prueba guiada de acercamiento a la herramienta y, por último, el instrumento de medición (Ver sección 6.2. Diseño del Instrumento de Medición).

**3.3.5.2. Tratamiento de Datos.** Teniendo en cuenta los objetivos que persigue el proyecto raíz MOTIVATIC: “Comunidad mundial de aprendizaje basada en gamificación y tic para la enseñanza profesional y ciudadanía global”, para el presente se tuvo en consideración la normatividad vigente y los principios éticos que cumple la investigación de ámbito educativo que siguen las consideraciones del Comité de Ética de Investigación Científica de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI-UIS). En ese orden de ideas, es pertinente mencionar que no se discriminó a ningún estudiante por aspectos étnicos o religiosos siendo esta de manera voluntaria y gratuita.

### **3.4. Análisis de Diseño y Funcionalidad**

Luego de la creación, ejecución y recolección de información mediante el protocolo de pruebas diseñado para la herramienta gamificada, se lleva a cabo el análisis descriptivo preliminar y de igual forma, el análisis de usabilidad mediante redes. Para realizar el respectivo análisis, se utilizaron las siguientes herramientas: software Attrakdiff, VisAWI, Ms Excel y Draw.io.

### ***3.4.1. Análisis Preliminar de los Datos***

Se realiza el tratamiento de los datos mediante estadística descriptiva con lo que se obtienen las medidas de tendencia central, y en general el análisis de las variables e información muestral con los hallazgos, gráficos y datos relevantes (Ver Apéndice H).

### ***3.4.2. Especificación del Modelo***

Para la validación de los factores de diseño y funcionalidad se desarrolla una prueba de usabilidad analizada en dos partes, la primera mediante el cuestionario Attrakdiff (usabilidad) y VisAWI (diseño) utilizando un gráfico de relación de basado en pares de palabras. La segunda parte consiste en un análisis de redes.

Para analizar de una forma más profunda las estructuras sociales y en sí, la correlación de las funciones a partir de los datos relacionados se utiliza el análisis de redes sociales (SNA, por sus siglas en inglés). Surgiendo de un conjunto de técnicas para asociar los atributos de los usuarios por medio de la minería de datos utilizando el análisis de grafos, con el fin de obtener información no trivial en forma de redes sobre la influencia de datos modelados en el estudio. El análisis de teoría de grafos de los datos se utiliza para recolectar y cuantificar el grado de relación entre pares de variables para medir selectivamente la precisión del sistema bajo estudio.

Precisamente el SNA una de las técnicas más importantes de minería de datos que tiene como objetivo extraer correlaciones importantes, patrones frecuentes y asociaciones entre conjuntos de entidades en las bases de datos de transacciones.

Tal como lo enuncia Newman (2010), “la medida de la similitud entre las transacciones nos brinda una gran cantidad de conocimiento para identificar varias comunidades de transacciones relacionadas que exhiben un comportamiento común en aplicaciones específicas”. Específicamente para el presente proyecto se habla de Redes Sociales Virtuales (RSV), cuya

finalidad se centra en la posibilidad de crear un perfil visible para otros usuarios, facilitando la interacción con otros usuarios lo que permite interactuar con una amplia diversidad de personas y grupos en múltiples ubicaciones geográficas sin importar factores externos como la distancia, el contacto con nuevas personas y el afianzamiento de la comunicación. En este sentido, analizar las redes virtuales permite responder a la cuestión de cómo se relacionan los individuos mediante el empleo de recursos tecnológicos, señalando con ello la manera como estos recursos generan impacto en el patrón relacional de un grupo humano.

Teniendo en cuenta lo anterior, cabe resaltar que la prueba de validación planteada se compone de 3 encuestas internas: una de evaluación heurística sobre la usabilidad de MOTIVATIC GO, una de recorrido cognitivo de funcionalidad y otra de *user experience* (UX) que representan las entidades en los datos relacionales se utilizan para un análisis posterior. En este punto se utiliza el Coeficiente de Correlación de Pearson ( $r$ ) que calcula la relación lineal entre dos variables como una medida de la fuerza de la correlación para la construcción de gráficos. Dadas dos variables  $x$  y  $y$ , se calcula como una razón de covarianza de las variables a sus desviaciones estándar donde  $n$  es el número de variables como en la ecuación 1. Finalmente, el tratamiento de datos se enfoca en la obtención de una validación efectiva.

## Figura 2

*Coeficiente de correlación de Pearson*

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad 1 \quad (1)$$

---

<sup>1</sup> Los valores  $r$  calculados utilizando  $x$  y  $y$  representan su grado de correlación en el rango de -1 a +1 inclusive.

### **3.4.3. Análisis de Resultados**

**3.4.3.1. Valoración de Resultados.** A partir del análisis estadístico, se procedió a identificar aquellos puntos de mejora y/o futuras líneas de estudio que buscan ampliar el alcance del uso de la herramienta gamificada MOTIVATIC: una comunidad global.

**3.4.3.2. Comparación de Resultados.** Con los resultados obtenidos se realizó una comparación con el documento guía encontrado en la revisión de literatura, el cual sentó sólo la base del instrumento de medición y finalmente, se encontraron las conclusiones del proyecto. De igual forma, dio lugar al planteamiento de futuras directrices en términos de validación de una herramienta gamificada.

### **3.5. Documentación**

En la fase final, los resultados se sintetizaron en este documento y en un artículo científico que se publicará resumiendo los hallazgos y resultados de este trabajo.

## **4. Revisión de Literatura**

### **4.1. Análisis Bibliométrico**

Para la evaluación del diseño y la funcionalidad de un software se deben priorizar los factores que se buscan evaluar y que respondan a las necesidades de este. Por un lado, la funcionalidad permite evaluar en capacidad de respuesta el software para que pueda cumplir los requerimientos y funciones cuando este se utilice en condiciones específicas y, por otro lado, el diseño es el proceso visual de estructuración de la arquitectura del software que responde a diferentes estrategias enfocadas en el usuario y su integración, en un ambiente agradable de uso.

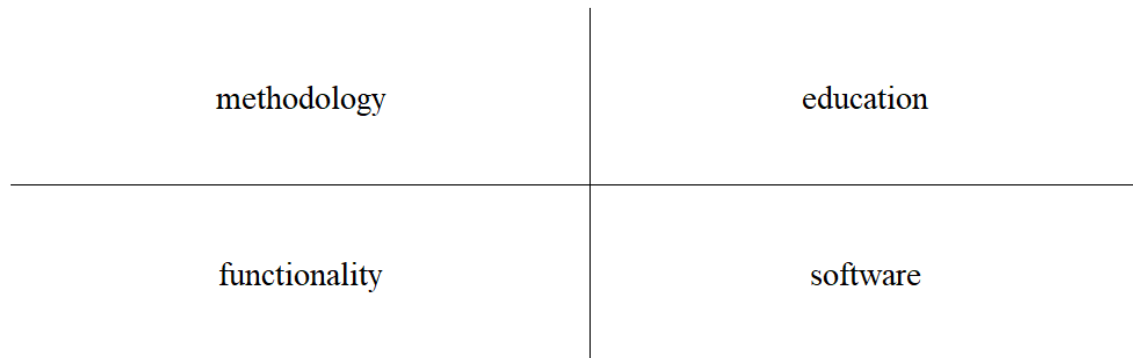
Ahora bien, la revisión de la literatura pretende recopilar metodologías de aplicación de pruebas de software para la segregación de factores de interés útiles para las pruebas de validación del proyecto MOTIVATIC. En ese orden de ideas, se siguió una metodología de búsqueda que inicia a partir de la selección de palabras de mayor carga semántica: *functionality* AND *validation*. A partir de lo obtenido, se realiza el refinamiento de la ecuación de búsqueda para llegar a la ideal, de modo que recopile los documentos pertinentes teniendo en cuenta las variables adecuadas y en ese sentido, se utiliza una matriz que concatene los términos mostrados en la Tabla 3.

**Tabla 4**

*Matriz de términos y combinaciones*

		AND	
		Functionality	Validation
OR		usability	methodology
		user experience	frame
		design	acceptance
		utility	verification

Se implementaron las combinaciones, obteniendo variaciones que permitían un acercamiento más claro al resultado al que se quería llegar. Ahora bien, para obtener un enfoque más preciso en la revisión de literatura se determinan dos objetivos importantes en el marco del proyecto: el primero, adoptar una metodología adecuada para la validación de un software educativo y el segundo, identificar los criterios y factores clave para la elaboración de un protocolo de pruebas adecuado. En efecto, se decide puntualizar cuatro raíces de búsqueda a partir de las cuales se encuentran resultados con mayor afinidad. Las raíces de búsquedas empleadas se pueden observar en la Figura 3.

**Figura 3***Raíces de búsqueda*

Para ello se utilizaron las principales bases de datos en artículos científicos: *Science Direct* y *Scopus*, de acuerdo con su trascendencia investigativa. A partir de lo mencionado previamente, se generó la ecuación de búsqueda presentada en la Tabla 5. Teniendo en cuenta las raíces de búsqueda se estructuró el primer conjunto de palabras “*methodology*” o “*evaluation framework*”, delimitando los resultados a procesos metodológicos para la resolución de un estudio. Seguido de la palabra “*software*” que tiene la finalidad de enmarcar un ambiente de desarrollo informático. El siguiente grupo de palabras hacen referencia a un ambiente educativo, utilizando los términos “*education*” o “*learning*”, a esto se añade la siguiente terminología “*ux*”, “*functionality*” y “*design*” logrando enmarcar la búsqueda en aspectos de relevancia durante el proceso de desarrollo y creación de un software.

**Tabla 5***Ecuación de búsqueda*

ScienceDirect= (ALL-FIELDS (methodology OR "evaluation framework") AND software AND (education OR learning) AND ux AND functionality AND design) Refinado por: Research articles (Article type)
SCOPUS= (ALL (methodology OR “evaluation framework”) AND software AND (education OR learning) AND ux AND functionality AND design)

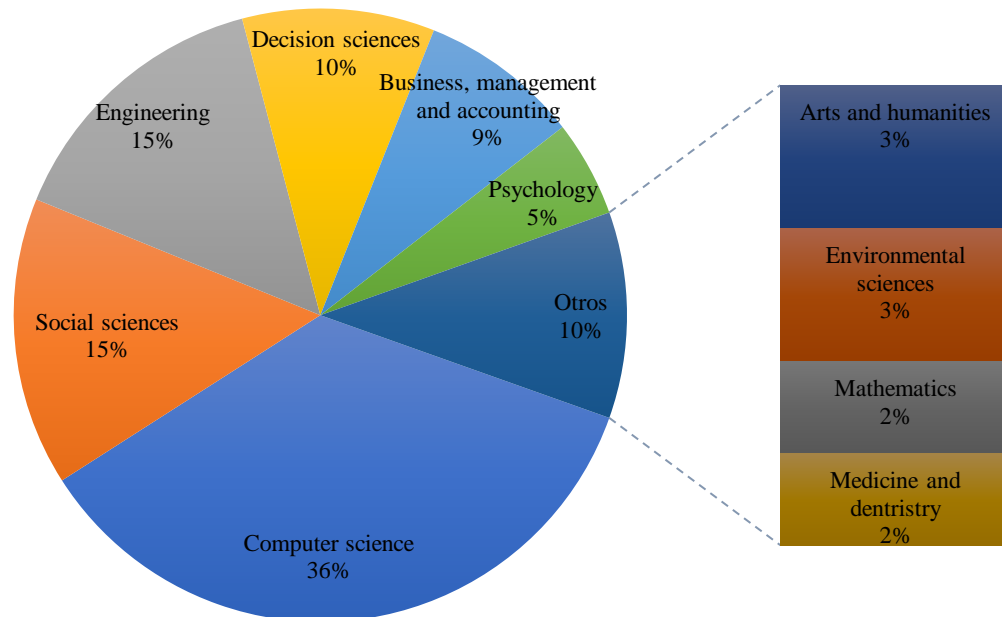
Para cada una de las bases de datos utilizadas se obtuvieron una serie de resultados evidenciados en la Tabla 6, de acuerdo con la filtración de artículos se tiene en cuenta el espectro de tiempo de 10 años para *Science Direct* (2012 – 2022) y *Scopus* (2012-2022).

**Tabla 7**

*Número de artículos obtenidos*

<b>Base de datos</b>	<b>Science Direct</b>	<b>Scopus</b>
<b>Resultados indexados</b>	283	88

Teniendo en cuenta el área de aplicabilidad del proyecto se revisan los documentos divididos en áreas de estudio, como se muestra en la Figura 4. El 36% están relacionados con ciencias de computación, ingeniería y tecnología, es decir *Computer Science* y considerando que es el área de interés del proyecto, se excluyen aquellos documentos en áreas como humanidades, *management* y ramas de la salud como psicología, medicina y odontología, agricultura y biología, por mencionar algunas.

**Figura 5***Áreas de estudio de documentos de literatura*

Para *Science Direct* limitando a 147 documentos relevantes y para *Scopus* dejando 45 documentos relevantes para la investigación. De los artículos seleccionados, se hace un barrido más a fondo donde se seleccionan aquellos a los que se tiene acceso abierto dejando para *Science Direct* 43 documentos y para *Scopus* 15 documentos.

#### **4.2. Análisis Preliminar de la Literatura**

A partir del enfoque pragmático educativo en ingeniería de software y con la aparición de las tecnologías de la web semántica, se han propuesto nuevas perspectivas para integrar el software y la ingeniería del conocimiento. El uso de las metodologías ágiles ha permitido el avance en materia de tecnología llevando a una rápida integración de herramientas que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A priori, los documentos analizados en la literatura evidencian un recuento de diferentes aplicaciones de la tecnología como herramienta de apoyo y desarrollo de nuevas habilidades en un contexto educativo. Ahora bien, cabe resaltar que de acuerdo con la finalidad se establece una metodología específica que responde a las necesidades del proceso de validación; sin embargo, la mayoría de los estudios no presentan el procedimiento extendido realizado para el diseño, creación y ejecución del protocolo de aplicación de las diferentes pruebas bajo análisis. En ese orden de ideas, el proyecto planteado en esta investigación es objeto de interés debido a la escasez de información en términos de estructuración y caracterización de un protocolo específico que permita validar un software educativo.

Con lo anterior, se busca generar una herramienta de validación efectiva para la evaluación de usabilidad y diseño de software educativos, particularmente de tipo gamificado, y dejar este legado para futuros estudios. Es importante recalcar que este trabajo tomó como referencia central a Hakam W. Alomari, Vijayalakshmi Ramasamy, James D. Kiper y Geoff Potvin, quienes propusieron un *framework* de evaluación denominado: “*A user interface (UI) and user experience (UX) evaluation framework for cyberlearning environments in computer science and software engineering education*”, a partir del cual se toma la estructuración inicial de las pruebas aplicadas, incluyendo la metodología, muestra, preguntas y lineamientos, así como también, el análisis de redes para el tratamiento de los resultados. El desarrollo del enfoque utiliza el diseño aplicado pruebas de usabilidad que permitan validar un ambiente de ciber aprendizaje para estudiantes de ingeniería de ciencias de computación y software, entre las pruebas se describe un recorrido cognitivo, heurísticas de evaluación (utilizando *Likert scale*) y *network* análisis. De igual forma, se decide aplicar un pre/post test que valide y verifique la dificultad de aprendizaje requerido como

usuario para la herramienta diseñada. Este estudio permite tener un acercamiento al objetivo general que persigue el presente proyecto.

Para el desarrollo y profundización del enfoque en desarrollo de software, la experiencia de usuario e interfaz se precisa el estudio de un caso de integración de metodologías ágiles desarrollado por John S. Persson, Anders Bruun, Marta K. Lárusdóttir y Peter A. Nielsen, a través del cual permite el lineamiento teórico de los conceptos requeridos para el UX *design* como *assimilation*, *integration* y *separation*, especialmente para el actual proyecto que pretende la validación adecuada del software MOTIVATIC, lo que implica en su desarrollo la integración entre la plataforma web y la app móvil. Así mismo, para lograr identificar los criterios a evaluar en el diseño de la herramienta de validación que se busca elaborar en el presente proyecto, se recoge un estudio presentado en el 9no Foro Mundial de Educación en Ingeniería -WEEF- (2019) titulado *Usability principles for augmented reality based Kindergarten Applications* presentado por Neha Tuli y Archana Mantri. En este caso se encuentra una compilación analítica de principios de usabilidad en el desarrollo de una herramienta de tecnología aplicado en ambiente educativo, por mencionar parte del fundamento racional que se busca abarcar. En ese orden de ideas, se utilizan 8 documentos adicionales a los mencionados, importantes cuya función está relacionada con el sustento teórico de las decisiones tomadas para la estructuración de un protocolo de pruebas exitoso.

Finalmente, se analizan 10 documentos que ejemplifican casos de aplicación de diferentes tipos evaluaciones y/o pruebas de validación que permiten el análisis integral de los diferentes escenarios para obtener el resultado esperado. El análisis preliminar permite comparar las metodologías aplicadas para cada caso, de modo que se pueda cumplir uno de los objetivos

específicos sobre la elaboración de un protocolo de validación de los requerimientos funcionales de la herramienta MOTIVATIC.

## 5. Marco de Referencia

### 5.1. Marco de Antecedentes

A pesar de la inmediatez y disponibilidad de la tecnología, los recursos de ciberaprendizaje siguen siendo una incógnita en términos de influencia en los resultados de la educación misma. El análisis de la valoración de utilidad y usabilidad en entornos educativos se convierte en un tema de interés donde aparece la investigación titulada “*A user interface (UI) and user experience (UX) evaluation framework for cyberlearning environments in computer science and software engineering education*” (Alomari, Ramasamy, Kiper, & Potvin, 2020). Donde se presentan múltiples estudios aplicados a usuarios en un entorno de cursos de ciencias de computación e ingeniería de software para evaluar la utilidad del aprendizaje cibernético a través de una prueba de usabilidad y así, medir su utilidad analizando la interfaz del usuario y la experiencia de este. A través de las respuestas obtenidas, se presenta un marco de evaluación como metodología para entornos de educación STEM – *Science, Technology, Engineering, Mathematics* – que se diseña a partir del análisis de redes con el que se encuentran factores correlacionados estadísticamente y de significancia sobre el uso SEP-CyLE (Ingeniería y Programación de software Entorno de ciberaprendizaje). La investigación desarrollada por Alomari, Ramasamy, Kiper, & Potvin (2020), tiene como objetivo mejorar la práctica del ciberaprendizaje y enfatizar la necesidad de evaluar los nuevos entornos de educación con respecto a las tareas designadas y la aplicación de sus usuarios utilizando evaluaciones UI/UX de forma que sirvan como la base para el direccionamiento de mejoras y desarrollo. Dicha metodología cimienta un enfoque metodológico aplicado no sólo en

entornos de educación informático, al contrario, permite el desarrollo de nuevas hipótesis estructurales para la evaluación y validación de cualquier tipo de herramienta con un enfoque educativo o no educativo.

Teniendo como base la metodología mencionada, esta se pretende aplicar al proyecto MOTIVATIC que está enfocado en la implementación de una herramienta de gamificación para un entorno global. En ese sentido, se utiliza el libro titulado “Modelo conceptual de una herramienta de trabajo colaborativo para profesores en el marco del Proyecto Comunidad mundial de aprendizaje basada en gamificación y TIC para la enseñanza profesional y ciudadanía global-MOTIVATIC” desarrollado por Ramirez Barajas & Sierra Torrecilla (2021), y haciendo uso de este como precedente conceptual para entender el objetivo principal del desarrollo de un entorno basado en gamificación. Así mismo, recolectar los requerimientos de ideación, observación y ejecución que permitieron la maquetación de la herramienta que está apoyada en tecnologías de información y comunicación alrededor de un conjunto de competencias transversales que tiene como fin el promover la estimulación del trabajo colaborativo por parte de la comunidad docente, y de esta forma, entablar alternativas de innovación ante las nuevas corrientes a las que se enfrenta el sistema educativo tradicional docente-estudiante.

## **5.2. Marco Teórico**

En este apartado se presentan los conceptos teóricos que son clave para la comprensión del presente documento.

### ***5.2.1. Herramienta Gamificada.***

Las metodologías de enseñanza utilizan diferentes herramientas de aprendizaje, a través de las cuales se adquieren conocimientos mediante estrategias aplicadas. Dichas herramientas buscan facilitar el proceso de formación de forma efectiva, pero esta última característica dependerá otros

factores. Ahora bien, con la implementación de las TIC's se han desarrollado diferentes instrumentos que potencian los entornos educativos, presenciales y virtuales, que, junto con la integración de la gamificación, se obtienen las herramientas gamificadas.

Una herramienta gamificada es aquel mecanismo diseñado en un entorno de aprendizaje que aplica componentes de juego con el fin de apoyar las estrategias de formación. Estas herramientas son aplicadas en diferentes disciplinas utilizando elementos y dinámicas de la gamificación como *Socrative*, *Classcraft*, *Pear Deck*, *Classcraft*, *Brainscape*, entre otros.

### ***5.2.2. Entornos Virtuales de Aprendizaje.***

El avance de las nuevas tecnologías disruptivas ha permitido el desarrollo y formación de nuevos entornos virtuales, definido por Stiles (2000) como Entornos Virtuales de Aprendizaje – EVA – o “Ambientes Virtuales de Aprendizaje” o “Sistemas Administradores del Aprendizaje”, diseñados para actuar como centro de las actividades de los estudiantes, para su administración y facilitación, junto con la disposición de los recursos requeridos para ellas.

A partir de la recopilación de autores, se entiende por un entorno virtual de aprendizaje aquel espacio educativo alojado en la web, conformado por un conjunto de herramientas informáticas que posibilitan la interacción didáctica. De acuerdo con esta definición, un entorno virtual de aprendizaje – EVA – posee cuatro características básicas: es un ambiente electrónico, no material en sentido físico, creado y constituido por tecnologías digitales; está hospedado en la red y se puede tener acceso remoto a sus contenidos a través de algún tipo de dispositivo con conexión a Internet; las aplicaciones o programas informáticos que lo conforman sirven de soporte para las actividades formativas de docentes y alumnos; y la relación didáctica no se produce en ellos “cara a cara” (como en la enseñanza presencial), sino mediada por tecnologías digitales. Por

ello los EVA permiten el desarrollo de acciones educativas sin necesidad de que docentes y alumnos coincidan en el espacio o en el tiempo.

La dimensión educativa de un EVA está representada por el proceso de enseñanza aprendizaje que se desarrolla en su interior. Esta dimensión nos marca que se trata de un espacio humano y social, esencialmente dinámico, basado en la interacción que se genera entre el docente y los alumnos a partir del planteo y resolución de actividades didácticas. En la Tabla 6 se describen los principales tipos de entornos virtuales, asistidos por las TIC, que se utilizan haciendo un énfasis en aquellos aplicados en la educación.

**Tabla 8**

*Tipos de EVA*

Tipo de EVA	Descripción
<b>Plataforma e-learning</b>	También llamadas simplemente plataformas, o LMS, por las siglas en inglés correspondientes a “Learning Management System” o Sistema de Gestión del Aprendizaje. Se trata de aplicaciones que nacieron específicamente con fines educativos, es decir para ser utilizadas como escenarios de propuestas de enseñanza-aprendizaje, durante la década de 1990. Hay plataformas gratuitas (como Moodle, Dokeos, Claroline o Sakai) y comerciales o de pago (como E-ducativa o Blackboard). En todos los casos deben ser instaladas en un servidor, ya sea propio o contratado, lo cual hace que un docente, en forma individual, por lo general no trabaje con este tipo de entorno. Por este motivo, la enseñanza a través de una plataforma casi siempre es el resultado de un emprendimiento institucional (Olivo-Franco & Corrales, 2020).
<b>Plataformas web 2.0</b>	<p data-bbox="396 1535 570 1650">Correo electrónico o E-mail</p> <p data-bbox="396 1682 480 1713">Wikis</p> <p data-bbox="594 1520 1435 1671">“Sistema de envío y recepción de correo mediante el uso del computador u otro dispositivo electrónico, utilizando una red de área local – LAN –, internet o conexiones inalámbricas para su transmisión y recepción” (Suárez Pazos, 2005).</p> <p data-bbox="594 1682 1435 1839">Varios autores lo definen como una colección de páginas Web enlazadas entre sí que permiten crear, editar, eliminar o modificar el contenido disponible de forma colaborativa, es decir permite la participación de varios usuarios. De forma específica, aquellas</p>

wikis de contenido netamente educativo se denominan “eduwikis”.

### Continuación Tabla 6

#### *Tipos de EVA*

Tipo de EVA	Descripción
<b>Plataformas web 2.0</b>	<p>Chats públicos</p> <p>“Es una herramienta que permite a los usuarios comunicarse entre sí y escribir mensajes directos” (Simonson &amp; Thompson, 1997). Estas plataformas permiten mantener una comunicación, en formato texto e incluso algunas han desarrollado las llamadas de voz, videollamadas, videoconferencias o transferencia de archivos multimedia. Existen dos variedades de chats: a) Los que están ubicados en un sitio web, b) Aquellos sistemas basados en software específico, como por ejemplo IRC —Internet Relay Chat—.</p>
	<p>Foros de Discusión</p> <p>Arango (2004) menciona que los foros de discusión son “un escenario de comunicación por Internet, donde se propicia el debate, la concertación y el consenso de ideas”.</p> <p>1) foros públicos cualquier persona puede participar sin necesidad de registrarse.            2) foros privados los usuarios registrados y con permiso del administrador, en rol de miembros o moderadores, pueden postear.            3)foros protegidos foros que no pueden ser alterados y no aceptan personas no registradas en la temática.</p>
	<p>Blogs</p> <p>Orihuela (2006), expresa que el blog es una bitácora digital, que registra de manera cronológica, textos o artículos de manera actualizada, apareciendo siempre el texto publicado de manera más reciente, donde el autor del blog tiene el poder de dejar publicado lo que estime conveniente.</p>
	<p>Redes sociales</p> <p>Estas redes facilitan a los investigadores de mercado analizar el comportamiento de los usuarios y sus distintas opiniones y percepciones acerca de algún producto, servicio, persona o empresa. Estas redes permiten una gran interacción entre sus miembros debido a que cuentan con aplicaciones que facilitan la comunicación.</p>

*Nota.* Tomado de Salinas M. I.,(s.f.). *Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente*

Un EVA se presenta como un ámbito para promover el aprendizaje a partir de procesos de comunicación multidireccionales (docente/alumno - alumno/docente y alumnos entre sí). Se trata de un ambiente de trabajo compartido para la construcción del conocimiento en base a la participación y la cooperación de todos los miembros del grupo.

### 5.2.3. Gamificación.

La Gamificación en particular encuentra varias definiciones, generalmente esta tiene una definición como "el uso de elementos de diseño de juegos en contextos que no son juegos" (Deterding et al., 2011, p. 9-15). Según Kapp (2012), con elementos de juego hace referencia a mecánicas, estética y *game thinking* basados en juegos para involucrar a las personas, motivar la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas. En ese sentido, la gamificación tiene como objetivo generar o transformar experiencias para conectar al jugador con una historia, de modo que sea un recurso de apoyo y motivación para la educación, no sólo a modo de entretenimiento y, por lo tanto, puede conducir a procesos y resultados de aprendizaje mejorados (Kapp, 2012).

**Tabla 9**

*Jugadores en la gamificación*

Tipo de usuario	Jugador	Definición
<b>Intrínseco</b>	Triunfador	Están motivados por el dominio. Son aquellos que buscan aprender cosas nuevas y desafíos que superar.
	Socializador	Están motivados por la relación. Son aquellos que buscan interactuar y crear conexiones sociales.
	Filántropo	Están motivados por el propósito. Son aquellos altruistas, que quieren dar a otras personas sin esperar recompensa alguna.
	Espíritu libre	Están motivados por la autonomía y la autoexpresión. Son aquellos que quieren crear y explorar.
<b>Extrínseco</b>	Jugadores	Están motivados por la recompensa. Son aquellos que buscan recolectar recompensas a como dé lugar.

<b>Disruptor</b>	Diruptores	Están motivados por el cambio. Son aquellos que quieren interrumpir el sistema, ya sea para forzar un cambio positivo o negativo.
------------------	------------	---

*Nota.* Tomado de *Game thinking and motivational design. En Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification (p. 65-80), por Marczewski, 2015.*

Para entender los elementos clave que se utilizaron en el software, se recurre al Mapa de Gamificación, o *Gamification Mapping*, desarrollado por 9Brain (Toledo Inclán, s.f.) como adaptación al Impact Mapping de Gorko Adzic que permite definir el uso de la gamificación como una herramienta de aprendizaje basado en el error. En ese sentido, según su perfil motivacional existen varios tipos de jugadores o roles que siguen la teoría RAMP (*relatedness, autonomy, mastery, purpose* por sus siglas en inglés) de Andrzej Marcewski.

De igual forma, cada tipo de jugador responde a unos comportamientos de acuerdo con su tipología. De esta forma y, siguiendo el modelo de Marczewski, se establecen dinámicas y mecánicas que permiten identificar las diferentes formas de interactuar con el juego tal como se muestra en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Tipos de mecánicas de juego*

Tipo de jugador		Mecánica de juego				
<b>Socializadores</b>	Tribus Equipos	Redes sociales	Estatus social	Descubrimient o social	Presión social	Competición
<b>Triunfador</b>	Desafíos	Certificados	Aprendizaje	Misiones	Niveles	Guerras de jefes
<b>Filántropo</b>	Sentido Propósito	Cuidado	Acceso	Coleccionar Cambiar	Regalar Compartir	Conocimiento
<b>Espíritus libres</b>	Exploración	Diferentes caminos	Huevos de pascua (easter eggs)	Contenido encerrado	Herramientas creativas	Customización
<b>Jugador</b>	Puntos de experiencia (XP)	Premios/Rec ompensas	Clasificación	Insignias	Economía virtual	Lotería
<b>Disruptor</b>	Plataforma de innovación	Votación Voz	Herramienta de desarrollo	Anonimato	Toque ligero	Anarquía

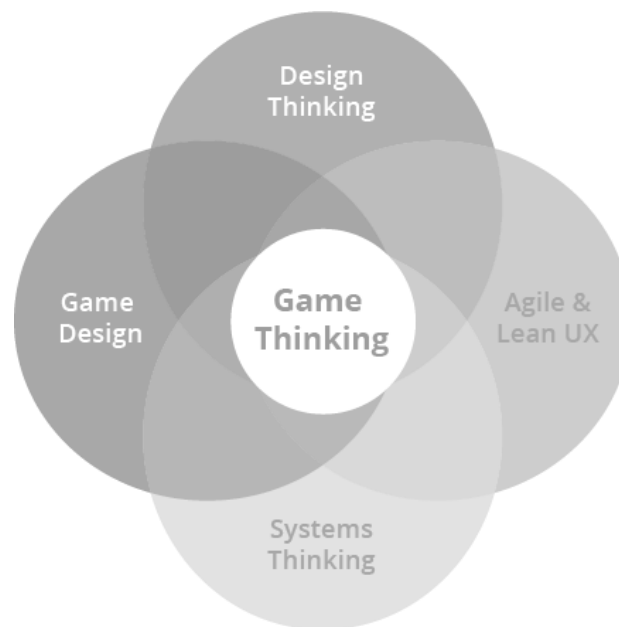
*Nota.* Tomado de *Game thinking and motivational design. En Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification* (p. 65-80), por Marczewski, 2015.

#### 5.2.4. *Game Thinking*

Una estrategia innovadora es el *game thinking* que encuentra su definición como la ciencia de involucrar a los clientes en un camino convincente hacia el dominio (Kim, 2018). En otras palabras, es una estrategia que aplica elementos de la gamificación para generar una reacción activa en el usuario logrando el desarrollo de un pensamiento estratégico con la historia de juego. Este enfoque combina el diseño de juegos, el pensamiento sistémico, Agile/Lean UX y el pensamiento de diseño para ayudarlo a crear experiencias profundamente atractivas y acelerar su camino hacia el ajuste del producto/mercado.

#### **Figura 6**

*Game thinking*



*Nota.* Tomado de *Game thinking and motivational design. En Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification* (p. 65-80), por Marczewski, 2015.

### 5.2.5. Pruebas de Software

De acuerdo con la norma ANSI/IEEE 1059 standard, el *testing* es el proceso de analizar un software para detectar la diferencia entre lo que existe y las condiciones requeridas, en otras palabras, la búsqueda de defectos/errores/*bugs* y de igual forma, evaluar las características de este (Kumar Singh & Singh, 2019). En pocas palabras, el *software testing* busca ejecutar un programa con el propósito de encontrar errores y en su desarrollo para lograrlo, es necesario validar y verificar que el sistema o software funciona bajo las condiciones preestablecidas.

En ese orden de ideas, existen dos etapas importantes en las pruebas de software que se definen a continuación:

Primero: Verificación, es el proceso que confirma la consistencia y adecuado funcionamiento del software de modo que cumple con las especificaciones técnicas.

Segundo: Validación, es el proceso que evidencia el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo con lo especificado y con el que el usuario espera.

Existe también, el error o la varianza entre lo esperado y resultado actual.

Ahora bien, de acuerdo con el objetivo que se plantea para las pruebas de software, se tiene dos tipos de *testing*, pruebas de funcionalidad y pruebas de no-funcionalidad.

**5.2.5.1. Funcionalidad.** En términos generales, y tal como lo define el Diccionario de Negocios de la Universidad de Cambridge, la funcionalidad es la cualidad de ser útil, práctico y adecuado para el propósito por el cuál fue hecho algo (Cambridge Dictionary, s.f.). Llevando esta definición a un entorno tecnológico, específicamente aplicado al desarrollo de software, la funcionalidad es la capacidad de un sistema de ejecutar adecuadamente la función que el usuario debe realizar. Esto implica la verificación de problemas relacionados con el dominio del rendimiento mediante pruebas iterativas previas a su implementación, en otras palabras, desde la arquitectura del software diseñado.

La prueba de funcionalidad o *black-box* está enfocada en los requerimientos aplicados directamente al desarrollo del código. Existen diferentes tipos de pruebas de funcionalidad según el objetivo que persigue, para la investigación se hará aplicación de las siguientes: *Unit testing*, *Integration testing and User acceptance testing* (Medium, 2021).

**5.2.5.2. Usabilidad.** Como se establece en la norma ISO 9241-11 (International Organization for Standardization, 1998), la usabilidad se puede definir de la siguiente manera: "la medida en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico". Este estándar explica cómo identificar la información necesaria para tener en cuenta al especificar o evaluar la usabilidad en términos de rendimiento y satisfacción del usuario. La usabilidad se puede evaluar según el rol del evaluador, estas pueden ser en dos categorías:

1. Inspecciones de usabilidad. Son revisiones que hacen los evaluadores, generalmente expertos, en base a su propio juicio, sin la participación de los usuarios a través de la inspección de las interfaces.

2. Pruebas de usabilidad. Son exámenes que incluyen usuarios reales, que evalúan un producto de software en funcionamiento. En estas se le pide a un usuario o a un grupo de usuarios que ejecuten un prototipo de sistema en funcionamiento y lo evalúen con el objetivo de recopilar información para mejorar el software.

En términos del “uso” de un producto, el factor clave para determinar el éxito durante el proceso de creación se ve asociado a la percepción de la calidad del mismo producto. Debido a esto se definen dos tipos de calidad: la calidad pragmática, que corresponde al juicio del potencial del producto para permitirle al usuario cumplir sus objetivos a través de la usabilidad; y la calidad hedónica, que hace referencia al juicio acerca del potencial del producto para permitirle al usuario la autorrealización a través del placer que genera su uso (Hassenzahl et al., 2010).

**5.2.5.2.1. User Experience (UX).** De acuerdo con la norma ISO 9241-210, UX se puede definir de la siguiente manera: “percepciones y respuestas de una persona resultantes del uso y/o uso anticipado de un producto, sistema o servicio”. Establece que UX “incluye todas las emociones, creencias, preferencias, percepciones, respuestas físicas y psicológicas, comportamientos y logros de los usuarios que ocurren antes, durante y después del uso”. Además, la norma ISO 9241-210 señala que UX “es una consecuencia de la imagen de marca, la presentación, la funcionalidad, el rendimiento del sistema, el comportamiento interactivo y las capacidades de asistencia del sistema interactivo, el estado interno y físico del usuario resultante de experiencias previas, actitudes, habilidades y personalidad, y el contexto de uso” (*Ergonomics of Human-system Interaction, 2010*).

El diseño de experiencia de usuario es una filosofía de una metodología cuyo objetivo es la creación de productos que resuelven necesidades concretas de sus usuarios finales (Gothelf & Seiden, 2019). Partiendo de esta idea, el enfoque para el diseño de un instrumento debe seguir una

serie de factores que intervienen en la UX según Hassenzahl & Tractinsky (2006 como se citó en Aguirre, Ferrer, Bustos, & Méndez, 2020), se divide en tres bloques importantes: a) el estado interno del usuario (predisposiciones, expectativas, necesidades, motivación, estado de ánimo, entre otros), b) el entorno o contexto dentro del que se produce la interacción, entorno organizacional/social, orientación y razones de la actividad, y, c) las características propias del sistema diseñado.

**5.2.5.2.2. Heurísticas de Usabilidad.** La evaluación heurística es un método de inspección de usabilidad comúnmente utilizado que permite identificar problemas de usabilidad según los principios de usabilidad o heurísticas de usabilidad propuestas por Nielsen y Molich (Nielsen & Molich, 1990). Los expertos en usabilidad inspeccionan una interfaz en función de la heurística para identificar problemas de usabilidad. Los problemas se clasifican (asociados al conjunto de heurísticas que se utilizan) y se califican en términos de severidad, frecuencia y criticidad.

**5.2.5.2.3. Heurísticas de Nielsen.** Las 10 heurísticas, de Nielsen, que se observan en la Tabla 9, se utilizan ampliamente para evaluar la usabilidad a través de la evaluación heurística. Entendiendo que, cada sistema o aplicación tiene características que lo diferencian de otros y por esta razón, es posible que se descuiden elementos importantes que deben evaluarse.

**Tabla 11**

*Heurísticas de Nielsen*

<b>Id</b>	<b>Name</b>
H1	Visibilidad del estado del sistema
H2	Coincidencia entre sistema y realidad
H3	Control y libertad del usuario
H4	Consistencia y estándares
H5	Prevención de errores
H6	Reconocimiento en lugar de recuerdo
H7	Flexibilidad y eficiencia de uso
H8	Diseño estético y minimalista

H9	Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores
H10	Ayuda y documentación

---

Para evaluar efectivamente un dominio específico, y de acuerdo con varios autores, se plantea el diseño y/o uso de nuevos conjuntos de heurísticas de usabilidad, adaptando las heurísticas de Nielsen y/o agregando nuevas heurísticas para evaluar aspectos específicos.

### ***5.2.6. Metodologías Activas***

La enseñanza basada en metodologías activas es una enseñanza centrada en el estudiante, en su capacitación en competencias propias del saber de la disciplina. Estas estrategias conciben el aprendizaje como un proceso constructivo y no receptivo. La psicología cognitiva ha mostrado consistentemente, que una de las estructuras más importantes de la memoria es su estructura asociativa. El conocimiento está estructurado en redes de conceptos relacionados que se denominan redes semánticas. La nueva información se acopla a la red ya existente. Dependiendo de cómo se realice esta conexión la nueva información puede ser utilizada o no, para resolver problemas o reconocer situaciones (Glaser 1991). Esto implica la concepción del aprendizaje como proceso y no únicamente como una recepción y acumulación de información.

**5.2.6.1. Modelo STEAM.** La integración de un nuevo enfoque multidisciplinario en las metodologías activas es la respuesta para proporcionar un modelo de innovación educativa. El modelo STEAM – *Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics* – por sus siglas en inglés, surge como herramienta para el desarrollo de nuevas habilidades cognitivas integrando proyectos educativos que a partir de varias disciplinas: ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas, se logre encontrar un enfoque interdisciplinar y así, potenciar la resolución de problemas cotidianos haciendo uso de la tecnología (Sánchez Ludeña, 2019).

La educación STEM permite la integración de nuevas metodologías, así como también, ampliar el campo de aplicaciones frente a nuevas industrias en desarrollo. Para el desarrollo de la herramienta de gamificación, se tiene en cuenta las competencias y dimensiones del modelo.

**Tabla 12**

*Competencias y dimensiones STEAM*

<b>Competencias STEAM</b>	<b>Dimensiones</b>
Autonomía y emprendimiento	Aprender a aprender Autonomía y desarrollo personal Emprendimiento
Colaboración y comunicación	Expresión y comunicación Trabajo colaborativo
Conocimiento y uso de la tecnología	Cultura tecnológica Uso de productos tecnológicos
Creatividad e innovación	Creatividad e innovación
Diseño y fabricación de productos	Diseño Fabricación Planificación y gestión
Pensamiento crítico	Pensamiento lógico Pensamiento sistémico
Resolución de problemas	Obtención y tratamiento de la información Pensamiento computacional

Tomando en consideración las siete competencias, se hace mayor énfasis a través del proyecto en el fortalecimiento de aquellas dimensiones que se encuentran cubiertas bajo el modelo conceptual de MOTIVATIC.

### **5.2.7. Análisis de Redes**

El análisis de redes es el estudio de las relaciones y flujos entre actores tales como personas, grupos, organizaciones u otras entidades procesadoras de información y/o conocimiento (Social Network Analysis: Introduction and Resources, como se citó en Navarro & Salazar, 2007). El análisis de redes sociales provee un análisis matemático y visual de sistemas humanos complejos (An Introduction to Social Network Analysis, como se citó en Navarro & Salazar, 2007).

Basada en los principios de la teoría de grafos, los nodos del grafo corresponderán a los actores; y los vínculos entre ellos serán los flujos en sí con su peso o importancia correspondiente. Se pueden generar distintos tipos de redes que permiten estudiar interacciones a distintos niveles (D. Krackhardt (1993) como se citó en Navarro & Salazar, 2007): redes de confianza, redes de colaboración, redes de comunicación, entre otras; con esto es posible analizar los tipos de relaciones que puedan existir entre los actores de la red, como, por ejemplo: sus lazos afectivos, sus roles sociales y flujo de información entre éstos.

El análisis de redes se puede validar a través de diferentes herramientas que pueden ser encuestas, observación directa y/o escrita, experimentos. Existe una serie de métricas para entender las redes y sus actores. Estas medidas ayudan a determinar la importancia y el rol de un actor en la red. Las más usadas se clasifican en métricas de centralidad y poder, y métricas de grupos.

**5.2.7.1. Centralidad y Poder.** El poder de un actor es la dependencia que tienen los demás actores sobre éste. El poder se puede medir en términos del concepto de centralidad. La centralidad es una forma de medir el poder, se refiere a que tan cerca un actor está del centro de una red, es decir de las posiciones que pueden dar mayor dominancia e influencia.

Las métricas más usadas son:

1. *Grado de centralidad (o grado):* es el número de conexiones directas (distancia igual a 1) que tiene un actor con los demás.
2. *Cercanía:* indica, como un promedio, qué tan cercano está un actor al resto de los actores en una red.
3. *Intermediación:* se mide como la proporción de veces que un actor está en la ruta entre distintos pares de actores.

**5.2.7.2. Grupos.** El número, tamaño y conexiones entre los grupos o subgrupos pueden explicar la conducta de la red como un todo. Se puede observar las conductas de los actores en función de su ubicación en los subgrupos. Éstos pueden actuar de puentes entre grupos, ser actores aislados o actores cosmopolitas.

Las métricas más usadas son:

1. *Clique:* es un subgrupo de una red en que sus actores están más cercanos y unidos que el resto de los actores de la red. Formalmente, un clique es un subgrupo de actores en el cual están presentes todos los vínculos posibles entre éstos.
2. *N-clique:* es un subgrupo en el que todos los actores están separados a lo más por una distancia de N de los demás actores.
3. *Componentes:* grupo en que todos sus miembros están conectados con al menos otro miembro.

4. *Puntos de corte*: son nodos que, si se remueven, dividen la red en dos o más componentes.

**5.2.7.3. Software de SNA (Análisis y Visualización).** Existe una gran cantidad de softwares para análisis de redes sociales. Sin embargo, es relevante tener en cuenta los parámetros de evaluación que permiten calificar si un software se encuentra disponible o no disponible para ser usado por los usuarios, así como también las *features* o características esenciales de funcionamiento. A continuación, se describen los principales parámetros de un software en términos de análisis y visualización:

- a) *Disponibilidad del software*: gratis, de pago o *shareware*.
- b) *Interfaz*: claridad de la interfaz de usuario.
- c) *Métricas*: cantidad y facilidad de uso de las métricas y sus resultados.
- d) *Importar/Exportar*: capacidad para importar o exportar otros formatos de archivo, ya sea de otros softwares de análisis, Excel u otros.
- e) *Gráfica*. Capacidad para graficar redes, información contenida y/o recursos visuales.
- f) *Documentación*: disponibilidad, acceso y claridad de la documentación.
- g) *Actual*: frecuencia de actualización del software y nuevas versiones recientes.

A partir de esto, es posible realizar una ponderación de los factores que hacen parte de un software de SNA. Para su respectiva validación en un total aritmético de calificación entre los parámetros, este siendo un parámetro independiente no incluido en la misma evaluación.

## 6. Validación del software

Para la validación del software se diseña un instrumento de medición que permite la recolección de la información para el respectivo análisis, en este apartado se describen los pasos determinados para lo mencionado.

### **6.1. Selección de los Factores**

Es importante la identificación de los factores a evaluar para la adecuada ejecución de la prueba, debido a que esto incide directamente en los resultados. Por esto, durante la revisión de literatura se consideró la significación de los diferentes factores a evaluar priorizando en relevancia, y alineación con los objetivos.

El modelo de evaluación de validación tuvo en cuenta conceptos fundamentales como:

- Contexto: La evaluación de la eficacia de un entorno de aprendizaje en línea requiere tener en cuenta el contexto en el que se utiliza. MOTIVATIC fue creado con la finalidad de apoyar el proceso de aprendizaje de los estudiantes y ser un ambiente colaborativo para los docentes, específicamente en el aprendizaje de los conceptos, técnicas y herramientas mediante el uso de diferentes estrategias de enseñanza.
- Usuarios: Un ambiente de aprendizaje en línea es valioso en la medida que hay usuarios que valoran las tecnologías y servicios de aprendizaje en línea, proporcionando así el propósito para su existencia. Para MOTIVATIC los usuarios serán estudiantes y docentes de educación superior, por lo tanto, se requiere que ambos tipos de usuarios estén involucrados en el proceso de validación de la herramienta. Sin embargo, los estudiantes al ser los usuarios finales y de mayor volumen serán la principal fuente de recolección de datos para las pruebas.
- Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC): Entender la forma en que los usuarios aprender con la tecnología y cómo la tecnología puede facilitar el aprendizaje es

determinante. La herramienta MOTIVATIC utiliza elementos de la tecnología de las TIC en el entorno del ciberaprendizaje como el aprendizaje colaborativo y la gamificación, a través de dinámicas de juego. El componente de aprendizaje colaborativo se basa principalmente en los factores de involucramiento, cooperación y trabajo en equipo de los docentes mientras que, los estudiantes aplican la gamificación como estrategia de aprendizaje.

Para la selección de los factores se consideran los definidos previamente analizados que influyen en el objetivo de creación de la herramienta del proyecto raíz, los cuales son:

1. Validación del diseño: comprende los aspectos gráficos de la interfaz, tanto internos como la experiencia de usuario.
2. Usabilidad: comprende los indicadores relacionados con el uso de la plataforma, integración de conceptos técnicos y de ciudadanía global, estándares ABET, contextualización de los ejercicios y otros propuestos.
3. Funcionalidad: comprende los requisitos funcionales (RF) y no funcionales (RNF), en otras palabras, los primeros son aquellos aspectos que determina el usuario durante el uso mismo siendo estos visibles mientras que, los segundos son aquellos aspectos determinados por el desarrollador como el rendimiento, seguridad, disponibilidad.

De acuerdo con lo establecido para este proyecto de validación, se incluyen en el proceso los factores dentro del campo de investigación siendo la usabilidad (incluyendo la experiencia del usuario, UX) y la funcionalidad (específicamente requerimientos funcionales, RF) los principales.

En ese orden de ideas, los factores para la validación de la herramienta gamificada permiten determinar la facilidad de uso de MOTIVATIC que pueda ser utilizada por un grupo determinado de usuarios en un contexto específico con el objetivo de mejorar el aprendizaje.

## 6.2. Diseño del Instrumento de Medición

A partir de los factores a evaluar, se diseña un marco de pruebas de validación para la herramienta gamificada, que se observa en la Figura 7. De acuerdo con la literatura, para la evaluación de usabilidad se utilizan técnicas como evaluación heurística y recorrido cognitivo para determinar tanto los aspectos subjetivos como objetivos de la tecnología en el aprendizaje colaborativo y en el aprendizaje basado en problemas. Para evaluar la funcionalidad centrada en los requisitos funcionales (RF) se requiere determinar la eficacia de la tecnología implementada y en ese sentido, para el análisis se tiene en cuenta la satisfacción del usuario y sus necesidades de uso de la tecnología para comprender el contexto específico. En este sentido, se utilizaron diferentes herramientas como encuestas para medir la experiencia del usuario en el aprendizaje colaborativo y su aceptación en el proceso educativo. Además, se utilizó la comparación de los resultados de las pruebas pre y post para evaluar el grado de comprensión e identificar si es intuitiva teniendo en cuenta el impacto de la tecnología de aprendizaje.

Ahora bien, debido a que el software se compone de dos herramientas: plataforma web y App móvil, las pruebas de validación se realizaron en diferentes etapas siguiendo la planeación de desarrollo del proyecto raíz MOTIVATIC, por lo tanto, se realizaron 2 versiones de pruebas de validación donde las primeras, fueron una prueba piloto con usuarios internos vinculados al proyecto y a partir de los resultados se obtuvieron mejoras que llevó al producto final. En este punto se realizaron los ajustes pertinentes, logrando un protocolo de validación ejecutado en 3 etapas: primero se realizó la validación de la plataforma web, seguido de un ejercicio de integración y finalmente, el instrumento de medición completa del software MOTIVATIC llevada a cabo en la App móvil MOTIVATIC GO.

**Figura 7**

*Marco de validación (UX/UI) para herramienta gamificada MOTIVATIC*



A continuación, se describe el instrumento de medición diseñado para la validación final de la herramienta gamificada, este consta de cuatro tipos de prueba de software o cuestionarios. El protocolo de prueba diseñado se distribuye de la siguiente manera:

### 6.2.1. Prueba de Utilidad

**6.2.1.1. Pre/post test.** Este cuestionario fue diseñado para identificar el conocimiento de los estudiantes sobre softwares gamificadas antes de ser expuestos a los objetos de aprendizaje y después de ser expuestos a los objetos de aprendizaje. A partir de la versión diseñada para SEP-CyLE *survey* (Alomari, Ramasamy, Kiper, & Potvin, 2020) se realiza una adaptación propia que responde al objetivo de la prueba para la evaluación de una herramienta basada en gamificación y TIC para la enseñanza profesional y ciudadanía global.

La prueba cuenta con un total de 11 preguntas, adicional 5 preguntas de información sociodemográfica relacionadas con la edad, el género, el semestre que cursa, la frecuencia de uso de aplicaciones móviles y uso de aplicaciones de gamificación. La muestra se distribuirá en dos grupos, el grupo A (grupo de control) y el grupo B (grupo de tratamiento); donde el grupo de tratamiento contará con un material de preparación.

**6.2.1.2. Prueba UX.** Este cuestionario partió de la adaptación de la encuesta de *user experience* por Alomari (2020). En su propuesta la SEP-CyLE *survey* cuenta con 25 preguntas dividida en 3 grupos de la siguiente forma:

- Grupo 1 (14 preguntas) – enfocadas en la reacción global del SEP-CyLe website. Las preguntas fueron tomadas de la versión original (Clarke, Davis, King, Pava, & Jones, 2014)
- Grupo 2 (6 preguntas) – evalúan el impacto de usar SEP-CyLE en un software de aprendizaje de prueba con conceptos y herramientas.
- Grupo 3 (5 preguntas) – enfocadas en evaluar el impacto de usar una herramienta colaborativa con componentes de aprendizaje SEP-CyLE.

A partir de esta propuesta se realizó una versión para el software MOTIVATIC.

### 6.2.2. Prueba de Usabilidad

**6.2.2.1. Recorrido Cognitivo.** Esta prueba pretende identificar el aprendizaje basado en problemas, así como los errores de la herramienta. Durante la prueba, el participante deberá responder de forma verbal las preguntas a medida que va realizando la prueba en su totalidad. Este tipo de cuestionario se realiza con 15 participantes escogidos de forma aleatoria siguiendo la estrategia descrita a continuación:

Antes de tomar acción alguna, el participante responderá 3 preguntas:

1. ¿Cuál es su meta inmediata?
2. ¿Qué busca en orden de alcanzar esa meta?
3. ¿Qué acción va a tomar?

Luego de completar la acción, deberá responder las 2 preguntas siguientes:

4. ¿Qué pasa en la pantalla?
5. ¿Completó la meta?

Dichas preguntas diligenciadas por el entrevistador se realizan durante cada tarea y/o acción que realice el usuario para el desarrollo de las pruebas que se mencionan a continuación:

- 1 - Descargar la App Motivatic GO
- 2 - Ingresar a la App Motivatic GO y registrarse: el usuario debe crear su usuario y contraseña respectiva.
- 3 - Agregar un nuevo curso (Código: NBBRGqmv).
- 4 - Ingresar al curso: “*CIUDADANO DEL MUNDO GLOBAL*” > Módulo: “Ciudad y comunidades sostenibles” > Actividad.

4.1. - Realizar primera actividad de tipo trivia: durante el desarrollo de la actividad el usuario debe utilizar en cualquier orden y tiempo, el uso del tipo de ayudas disponibles.

4.1.1. Utilizar ayuda \*corazón\*

4.1.2. Utilizar ayuda \*50/50\*

4.1.3. Utilizar ayuda \*tiempo extra\*

5 - Realizar segunda actividad de tipo tarjetas

6 - Realizar tercera actividad de tipo grupal: el usuario debe descargar el archivo adjunto, realizar la actividad y cargar la solución en el espacio disponible para ello.

7 - Revisar el progreso y ranking del Módulo: “Ciudad y comunidades sostenibles” para cada actividad realizada.

8 - Utilizar la opción de recuperar contraseña.

9 - Ver perfil del avatar y comprar un accesorio para personalizar el avatar.

Al finalizar el *testing* de la App Motivatic GO, se procede a realizar el cuestionario de la siguiente etapa.

**6.2.2.2. Evaluación Heurística.** Este cuestionario se realiza con los participantes, a excepción de aquellos que realizaron el recorrido cognitivo. Tal como lo describe la teoría, estas pruebas están enfocadas en tres áreas principales: visibilidad, accesibilidad y retroalimentación; las preguntas se relacionan con aspectos como la navegación, lenguaje, errores y soporte. Para esto se tomaron las preguntas planteadas en las heurísticas de Nielsen (Nielsen & Molich, 1990) y se adaptaron a la validación de la App MOTIVATIC GO, estas están divididas en las siguientes categorías:

- Visibilidad del estado del sistema
  1. Mientras estaba usando la App, ¿Siempre fue claro lo que estaba sucediendo en el sitio?
  2. Cada vez que se cargaba algo, ¿podía ver una barra o indicador de progreso?
  3. Me fue fácil identificar para qué servía cada botón

- Coincidencia entre el sistema y el mundo real
  4. Considero que el sistema utiliza un lenguaje sencillo
  5. Considero que la App Motivatic Go sigue un orden lógico
  6. Mientras estaba usando la App, ¿Se agruparon elementos similares?
- Control y libertad de usuario
  7. Logré volver a la página principal desde todas las páginas a las que ingresaba
  8. Logré deshacer y rehacer cualquier acción que realicé
  9. Mientras estaba usando la App, ¿Vi mensajes de diálogo innecesarios cuando intentaba hacer alguna acción?
- Coherencia y estándares
  10. ¿Las mismas palabras se usan consistentemente para cualquier acción que ejecuté?
  11. Considero que el sistema sigue los estándares habituales de las aplicaciones móviles, desde mi experiencia
- Prevención de errores
  12. Considero que el sistema está libre de errores
  13. Logré identificar enlaces o imágenes rotos en el sitio
  14. ¿Apareció un error mientras usaba la App Motivatic Go?
- Flexibilidad y eficiencia de uso
  15. Puedo adaptar mi experiencia para poder ver fácilmente la información que considero relevante
- Ayuda de usuarios: reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores
  16. ¿Hay errores en el texto plano?
  17. ¿El problema que causó un error se le da al usuario?

18. Se proporciona sugerencias de cómo lidiar con el error

- Ayuda y documentación

19. ¿Se proporciona documentación de ayuda al usuario?

20. ¿Hay soporte en vivo disponible para el usuario?

21. ¿El usuario puede enviar un correo electrónico para solicitar asistencia?

El cuestionario está compuesto por un total de 21 preguntas de usabilidad que se evaluaron utilizando la escala de Likert de 5 categorías donde 1 es “muy en desacuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo”. De igual forma, para estas pruebas se solicita permiso a los participantes para grabar en audio y video el desarrollo con el objetivo de tener material del comportamiento del usuario que permite el planteamiento de futuras mejoras.

### **6.2.3. Prueba de Plataforma Web**

La prueba de Plataforma web MOTIVATIC se realiza antes de aplicar el instrumento de medición final, debido a que los docentes vinculados deben validar dicha plataforma para garantizar que se obtenga material de prueba antes de la prueba final con estudiantes. La prueba se compone de un total de 45 preguntas, adicional 5 preguntas de información personal relacionadas con la edad, la frecuencia de uso de plataformas e-learning y uso de plataformas colaborativas.

Las preguntas se distribuyeron de acuerdo con el factor evaluado así:

- 16 preguntas relacionadas con la experiencia de usuario
- 10 preguntas relacionadas a la usabilidad integrada
- 11 preguntas relacionadas a la usabilidad Attrakdiff
- 3 preguntas relacionadas al contenido y estética
- 5 preguntas relacionadas con la propuesta de valor

Las preguntas de usabilidad se evaluaron utilizando la escala de Likert de 5 categorías donde 1 es “muy en desacuerdo” y 5 “totalmente de acuerdo”.

#### **6.2.4. Preguntas de Validación**

Adicional a las pruebas mencionadas anteriormente, el instrumento de medición cuenta con preguntas adicionales para validación de datos, diseño y mecánica de juego. Dichos factores se plantean como relevantes y complementarios a los objetivos que persigue el proyecto. En ese orden ideas, las preguntas de distribuyeron de acuerdo con el factor evaluado así:

- 7 preguntas de información sociodemográfica relacionadas con la edad, el género, el semestre que cursa, la frecuencia de uso de aplicaciones móviles y uso de aplicaciones de gamificación.
- 2 preguntas relacionadas con la mecánica de juego para validar el modelo educativo de la herramienta y su objetivo.
- 4 preguntas relacionadas al contenido y estética que sirvieron de apoyo a la justificación del rediseño del *look and feel* de MOTIVATIC.
- 3 preguntas relacionadas con la propuesta de valor que permiten plantear futuras ramas de estudio en términos de herramientas gamificadas.

El instrumento de medición piloto se encuentra en el Apéndice B.

### **6.3. Validación del Instrumento de Medición**

Antes de realizar la prueba, hay que entender que un instrumento de medición según Ana Soriano (Soriano Rodríguez, 2014) es la herramienta concreta y operativa que facilitará al investigador la recolección de los datos. Esto implica que el instrumento compuesto por constructos debe poder medirse y alcanzar un grado de confiabilidad y validez. Tal como Briones (1998, como se citó en Soriano Rodríguez, 2014) establece, los constructos son medibles a través

de sus manifestaciones externas, es decir, sus indicadores. Así pues, cuando se establece una relación significativamente fuerte en los indicadores empíricos y los aspectos no observables podemos llegar a lograr un instrumento medible que puede aplicarse a las proposiciones teóricas que se plantearon en el proyecto.

Las principales propiedades de una medición son la confiabilidad y la validez (Carmines & Zeller, 1987). Para esto, se somete el instrumento de medición bajo un juicio de expertos: docentes, expertos profesionales e investigadores que se encuentran vinculados al proyecto raíz o cuyo conocimiento les permite valorar los ítems del protocolo de validación. Se contacta a jueces expertos que reciben un instructivo de evaluación que incluye: objetivos del proyecto, guía de observación, instrumento de medición y canal de soporte/dudas. La Tabla 11 muestra un ejemplo de formato para una guía de observación para los jueces expertos.

**Tabla 13**

*Guía de observación ejemplo para la confiabilidad del instrumento de medición de las pruebas*

*MOTIVATIC*

<b>Guía de observación para el instrumento de medición del software MOTIVATIC</b>											
Objetivos											
Objetivos de la investigación											
Criterios para evaluar	Utilidad (Pre/post test)		Utilidad (UX)		Usabilidad (Recorrido cognitivo)		Usabilidad (Heurísticas)		Diseño		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Claridad en la redacción											
Coherencia interna											
Sesgo (inducción a respuesta)											
Redacción adecuada a la población de estudio											

**Continuación Tabla 11**

*Guía de observación ejemplo para la confiabilidad del instrumento de medición de las pruebas*

*MOTIVATIC*

<b>Guía de observación para el instrumento de medición del software MOTIVATIC</b>										
<b>Criterios para evaluar</b>	Utilidad (Pre/post test)		Utilidad (UX)		Usabilidad (Recorrido cognitivo)		Usabilidad (Heurísticas)		Diseño	
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Contribuye a los objetivos de la investigación										
Observaciones a cada ítem (considerar si debe eliminarse o modificarse – especificar)										
<b>Consideraciones generales</b>									Si	No
Las instrucciones orientan claramente para responder el cuestionario										
La secuencia de los ítems es lógica										
La cantidad de ítems es adecuada										
Consideraciones finales (agregar observaciones que no han sido consideradas en este formato)										
1.										
2.										
Instrumento validado por:										

*Nota.* Instrumento adaptado para el software MOTIVATIC a partir del modelo de Alomari (2020)

### **6.3.1. Índice de Kappa**

Las observaciones obtenidas se someten a un análisis de concordancia utilizando el índice de Kappa ( $\kappa$ ) que permite identificar la proporción de acuerdos observados más allá del azar

respecto del máximo acuerdo posible más allá del azar (Abraira, 2001). El índice de Kappa ( $\kappa$ ) por Cohen se define como:

$$\kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} \quad (2)$$

siendo  $P_o$  la proporción de acuerdos observados y  $P_e$  la proporción de acuerdos esperados en la hipótesis de independencia entre los observadores, es decir, de acuerdos por azar.

Según lo anterior, los valores se definen de la siguiente forma:

**Tabla 14**

*Iteraciones de respuesta entre evaluadores*

Evaluador 1	Evaluador 2		Total
	Si	No	
Si	n11	n21	n.1
No	n12	n22	n.2
Total	n1.	n2.	n

De acuerdo con la Tabla 12,

- n11, n12, n21 y n22 son los recuentos observados de los individuos.
- n es el total de recuentos.
- n.1 y n.2 son el total de las filas respectivas (marginales de las filas).
- n1. y n2. son el total de las columnas respectivas (marginales de las columnas).

Con lo anterior se tiene para los datos obtenidos que,

**Figura 8**

*Resultados de análisis de concordancia para validar instrumento de medición*

(a)

(b)

		Observador 2		
		Test+	Test-	total
Observador 1	Test+	n11 (22)	n21 (8)	n.1 (30)
	Test-	n12 (6)	n22 (22)	n.2 (28)
total		n1. (28)	n2. (30)	n (58)

		Observador 2		
		Test+	Test-	total
Observador 1	Test+	$\frac{(n1.)(n1.)}{n}$ (14)	$\frac{(n2.)(n1.)}{n}$ (16)	(n.1) (30)
	Test-	$\frac{(n1.)(n2.)}{n}$ (14)	$\frac{(n2.)(n2.)}{n}$ (14)	n.2 (28)
total		n1. (28)	n2. (30)	n (58)

Nota. Adaptado de *Calcular el Índice kappa*, por Universidad de Málaga, (s.f.).

$$P_o = \frac{n_{11} + n_{22}}{n} = \frac{44}{58} = 76\%$$

$$P_e = \left( \frac{n_{1.} * n_{.1}}{n} + \frac{n_{2.} * n_{.2}}{n} \right) / n = \frac{29}{58} = 50\%$$

A partir del análisis se tiene un índice de Kappa de Cohen de 52% ( $\kappa = 0,518$ ), el cual indica un grado de acuerdo moderado según la escala de valoración  $\kappa$  de Landis & Koch (1977).

**Tabla 15**

*Escala de valoración del índice de kappa*

Kappa	Estimación de grado de acuerdo
<0	Sin acuerdo
0,0 – 0,2	Insignificante
0,2 – 0,4	Mediano
0,4 – 0,6	Moderado
0,6 – 0,8	Sustancial
0,8 – 1,0	Casi perfecto

Lo anterior permite validar únicamente la comprensión del instrumento de medición por parte de los participantes, y permitir la mejor aceptación de este en términos del contenido de la prueba; sin embargo, cabe aclarar que no sustituye la prueba piloto pertinente.

Siguiendo con el procedimiento de validación, se toma el resultado del análisis de concordancia y se procede a la realización de los ajustes del instrumento de medición para llevar a cabo la prueba piloto. La muestra de la prueba piloto se toma a partir de los estudiantes vinculados al proyecto raíz siendo 21 participantes entre los que se encuentran estudiantes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad de Santander (UIS) y estudiantes internacionales externos. El instrumento se aplica bajo las mismas condiciones con las que se aplicará y posteriormente se procede al procesamiento de datos y análisis estadísticos descriptivos.

Una vez realizada la prueba piloto se procede a eliminar/modificar los ítems que cuya significancia no es relevante en la misma, siendo estos cambios los que se pueden observar en la

Tabla 16

**Tabla 16**

*Cambios realizados al instrumento de validación MOTIVATIC*

<b>Prueba</b>	<b>Ítem</b>	<b>Causa</b>
<b>User experience (UX)</b>	Grupo 3 - Eliminar	No cumplen con el objetivo de validación de usuario.
<b>Heurísticas</b>	Grupo 5 (Prevención de errores) – Agregar pregunta: Considero que los errores se manejan correctamente en el sistema, si ocurren	Permite justificar el uso de FAQ en el sistema.
	Grupo 7 (Ayuda de usuarios: reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores) – Eliminar grupo de preguntas (3)	No es un requerimiento funcional.

---

#### 6.4. Selección de la Muestra

La selección de la muestra se realizó mediante la recopilación de datos para muestreo no probabilístico por conveniencia, esto ligado a la fase inicial de desarrollo del proyecto donde se realizó la vinculación previa de sujetos de prueba. Lo anterior, llevó a la identificación de vertientes de estudio para los futuros investigadores pertenecientes al proyecto raíz y presentando una aceptación de la herramienta en análisis de la información obtenida para el perfil de usuario en el mercado.

Debido a las diferentes fases aplicadas, cabe mencionar que la población objetivo comprende estudiantes de educación presencial y/o virtual de carreras técnicas, tecnológicas y profesionales a nivel global. Para la muestra se parte de la idea de que “el tamaño de la muestra es importante en las encuestas de muestreo y que una muestra demasiado grande implica un desperdicio de recursos y una muestra demasiado pequeña disminuye la fiabilidad y utilidad de los resultados es un principio básico de la estadística y la investigación de encuestas” (Deming, 1997).

Entendiendo que la muestra comprende una población amplia y diversa, es necesario definir una muestra representativa que cumpla con los objetivos de la investigación. Por lo tanto, se consideró una muestra de al menos entre 100-150 elementos muestrales para garantizar el análisis de redes. Cabe resaltar que, para el tipo de validación que se escogió se tomaron en cuenta recomendaciones expuestas por Nielsen. De acuerdo con el número de participantes que se requieren para el estudio basado en el número de casos de estudio:

- La prueba de usabilidad de recorrido cognitivo necesita al menos 5 usuarios para garantizar tantos problemas de usabilidad como sea posible encontrar. Los mismos que se

encontrarían utilizando una cantidad mayor de usuarios. Así mismo, la selección se realiza de forma aleatoria con los participantes.

- La evaluación heurística necesita al menos 20 usuarios para ser estadísticamente significativa en los resultados finales.

### **6.5. Ejecución de los Casos de Prueba**

A partir del análisis de confiabilidad, se realizan las correcciones pertinentes al instrumento de medición. Para la ejecución de los casos de prueba se toma en cuenta la muestra deseada y a partir de esto, se realiza una alianza estratégica con docentes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) en la cual se hace una planeación en tiempos y fechas para la ejecución de las pruebas con los respectivos grupos de estudiantes bajo la dirección de los respectivos docentes.

### **Figura 9**

*Pieza gráfica de presentación de pruebas MOTIVATIC*

(a)

(b)



De igual forma, se cuenta con el apoyo y la participación de los estudiantes pertenecientes al Laboratorio GALEA y del equipo de comunicaciones del proyecto MOTIVATIC para la difusión de este. Para esto, se elaboró material gráfico que sirvió de apoyo en la difusión de correos que se elaboraron a modo de invitación para la participación en las pruebas de validación MOTIVATIC; con el objetivo entregar la información a los colaboradores sobre el proyecto, la finalidad de las pruebas y estipular un incentivo académico a los estudiantes que completaran dichas pruebas. Ver Figura 9

Las pruebas se llevaron a cabo en varias etapas para garantizar el ejercicio consiente de los participantes. Cabe mencionar que la muestra se dividió en dos grupos: Grupo A (Grupo de control) y Grupo B (Grupo de tratamiento) cuyo objetivo es identificar el grado de comprensión del lenguaje, conceptos y uso del software, es decir, validar que MOTIVATIC GO sea una App

intuitiva para cualquier usuario. En ese sentido, el grupo de control realizó la prueba en base a su experiencia personal con el uso de herramientas gamificadas, mientras que el grupo de tratamiento tuvo material de apoyo adicional para el entendimiento de las mecánicas de juego.

**Motivatic**  
Comunidad global de aprendizaje basada en gamificación y TIC para la enseñanza profesional y ciudadanía global

**Objetivo**  
**Prueba de Usabilidad**

La prueba en la que va a participar busca evaluar un prototipo de la aplicación móvil pensada para dinamizar los conceptos aprendidos en el aula de clase teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Comprensión de la mecánica de juego
- Usabilidad de la App Motivatic
- Interfaz de usuario en términos de eficiencia, eficacia y satisfacción
- Apreciación y experiencia de usuario

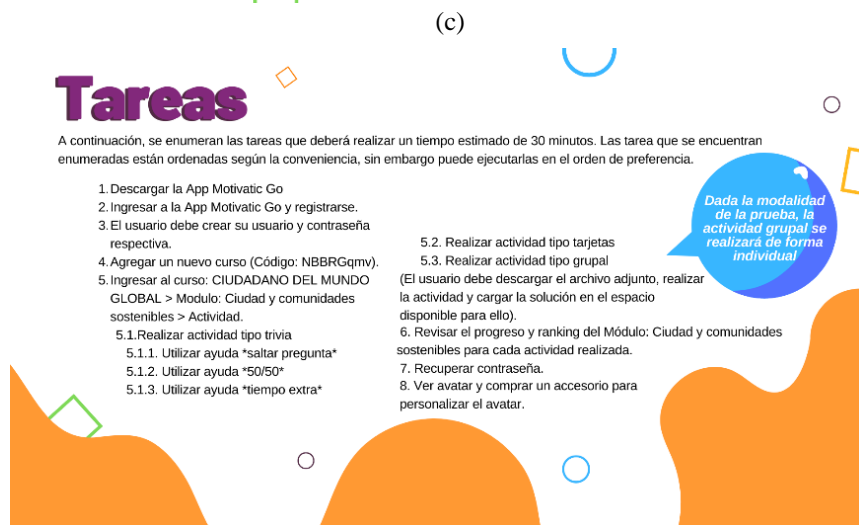
**¿QUÉ ES?**  
Es un ambiente de aprendizaje integrado por una plataforma web para docentes y una aplicación móvil para estudiantes, que aporta a la construcción de ambientes educativos basados en estrategias motivacionales.

**¡IMPORTANTE!** Debe ingresar desde un dispositivo móvil Android con acceso a Internet y contar con la opción de grabación de pantalla.

**Figura 10**

*Material de apoyo para la prueba de validación*

(a)



7. Modelo

de Validación

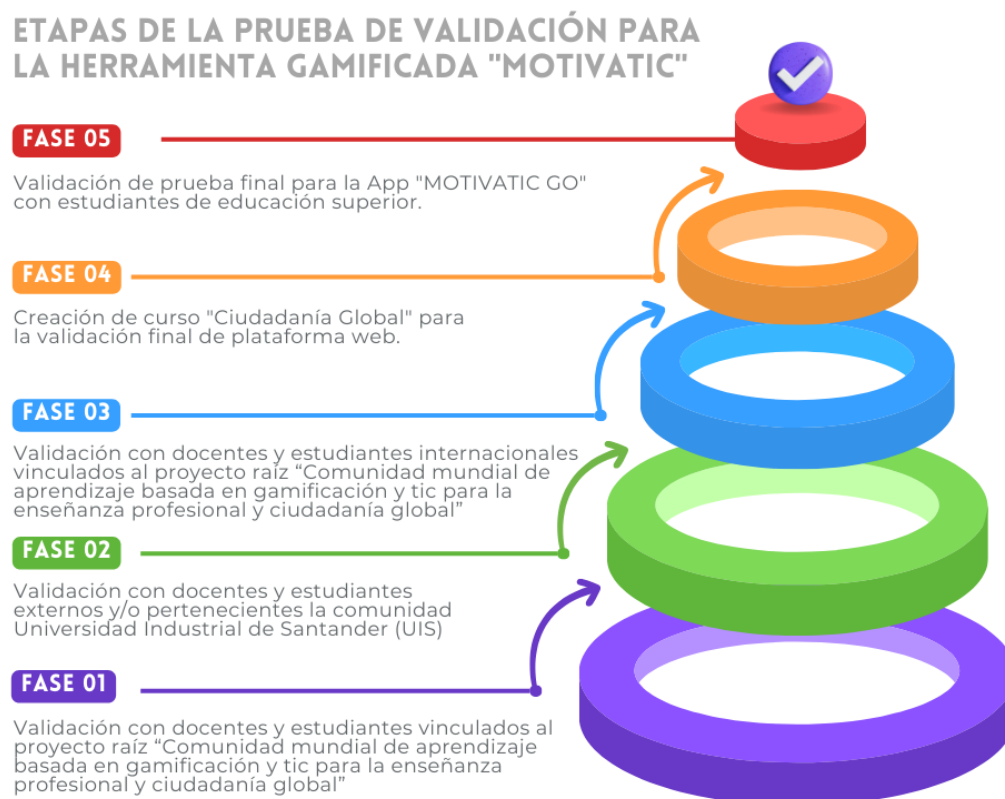
Con el fin de reconocer el procedimiento realizado para la validación de la herramienta gamificada, así como la recolección de la información necesaria para el respectivo análisis, se tuvieron en cuenta los siguientes pasos.

### 7.1. Análisis Preliminar de Datos

Con el propósito de realizar una evaluación previa de los datos, se lleva a cabo un análisis descriptivo de la muestra con el fin de realizar pruebas preliminares tanto para la plataforma web docente como para la primera fase de la prueba de la aplicación móvil MOTIVATIC GO. Seguido de un análisis de redes para la evaluación final del software.

#### Figura 11

##### *Etapas de la prueba de validación para MOTIVATIC*



En ese orden de ideas, y tal como se menciona a lo largo del proyecto, los casos de pruebas se dividieron en tres fases de validación. De acuerdo con el orden cronológico de ejecución se realiza un diagrama de flujo (Figura 11) que permite identificar con mayor claridad el procedimiento realizado para las pruebas de validación.

### ***7.1.1. Análisis Descriptivo***

Para la fase 1 de validación, se realizaron pruebas preliminares con una menor cantidad de preguntas en comparación con el objeto de medición final. En la primera versión de la plataforma web, se realizaron 3 pruebas docentes guiadas que permitieron el planteamiento de mejoras funcionales (Apéndice C). De forma paralela, se realizaron 10 pruebas con estudiantes vinculados para la validación de la App móvil (Apéndice D). A partir de estas, se realizaron los ajustes asociados principalmente a requerimientos no funcionales en desarrollo.

Para la siguiente fase de validación, se incluyeron en la muestra los docentes y estudiantes extranjeros vinculados con el proyecto raíz “Comunidad mundial de aprendizaje basada en gamificación y tic para la enseñanza profesional y ciudadanía global” – MOTIVATIC. En estas pruebas se obtuvieron 58 pruebas ejecutadas para la plataforma web y 21 pruebas ejecutadas para la aplicación móvil.

En este punto se procede a consolidar la información utilizando la herramienta Microsoft Excel con el fin de generar un análisis descriptivo que considere las modas, frecuencias y gráficos pertinentes. De igual forma, la herramienta *Attrakdiff* con la generación de los resultados teniendo en cuenta la escala de Likert con 5 posibles respuestas donde 1 es “En completo desacuerdo”, 2 “En desacuerdo”, 3 “Ni en acuerdo, ni en desacuerdo”, 4 “De acuerdo” y 5 “Completamente de acuerdo”.

De las 58 pruebas con docentes, el 43% de los encuestados está entre los 40 y 51 años, seguido de un 29% de encuestados entre 27 y 39 años, un 26% de encuestados entre 52 y 71 años

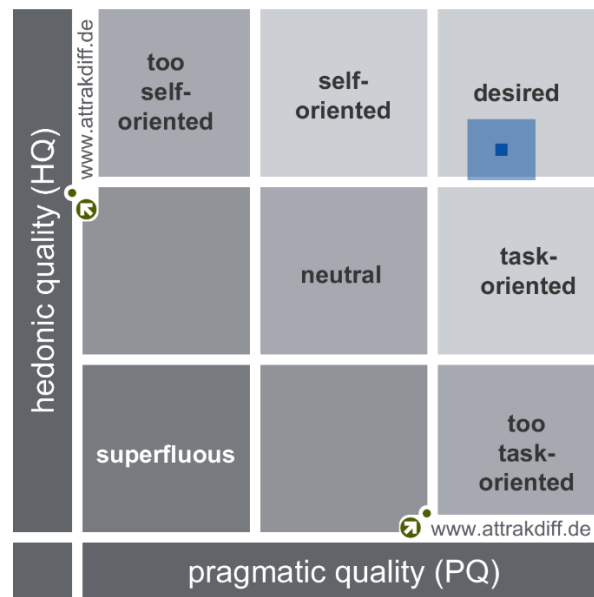
y tan solo un 2% de encuestados menores de 26 años. Siendo relevante que un 66% de los encuestados cuentan con experiencia en el uso de herramientas de trabajo colaborativo como MOTIVATIC Web. Así como también, posterior al análisis de los datos se tiene como resultado para la evaluación de usabilidad y funcionalidad un valor aproximado de 72 puntos siendo Aceptable para los usuarios de estudio. A partir de los resultados, se presentan mejoras al equipo de desarrollo para dar paso a la siguiente fase de estudio (Apéndice E).

Por otro lado, utilizando el software Attrakdiff que nos permite validar algunos elementos de usabilidad se obtiene los siguientes análisis.

El portafolio de resultados (Ver Figura 12) muestra la calificación cualitativa de los usuarios de acuerdo con las respuestas donde el eje vertical de la vista del portafolio hace referencia a la calidad hedónica (HQ, por sus siglas en inglés) que indica que, si un valor es bajo, hay baja extensión. Por otro lado, el eje horizontal muestra la calidad pragmática (PQ, por sus siglas en inglés) que indica que, si un valor se ubica más a la izquierda hay menor extensión. Dependiendo de los valores de las dimensiones, el resultado del producto se ubicará en una o más “regiones de caracteres”. En otras palabras, cuanto más grande sea el rectángulo de confianza, hay menor seguridad de la región a la que pertenece. Esto quiere decir que un rectángulo de confianza pequeño nos da mayor confiabilidad en la investigación realizada y menos coincidentales. El rectángulo de confianza muestra si los usuarios están de acuerdo en su evaluación del producto, MOTIVATIC Web.

**Figura 12**

*Portafolio de resultados Attrakdiff para MOTIVATIC WEB*



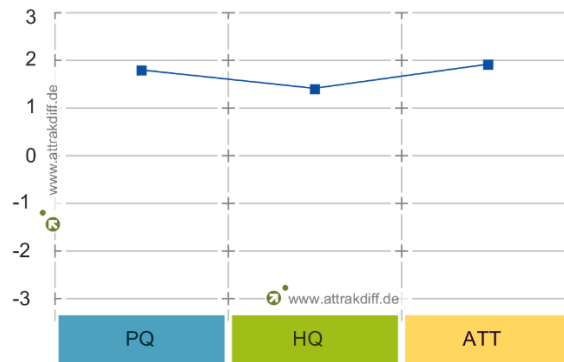
*Nota.* Datos obtenidos del software de pruebas Attrakdiff

Tal como se observa en los resultados se puede afirmar que la plataforma MOTIVATIC es deseable, así como también que hay una alta tasa de aprobación de los usuarios al uso del producto.

El Diagrama de valores promedio (Ver Figura 13) muestra las dimensiones *Attrakdiff* para el producto evaluado que se representan en el diagrama mediante la calidad hedónica (HQ), la calidad pragmática (PQ) y el atractivo (ATT). En esta presentación, la calidad hedónica distingue entre los aspectos de estimulación e identidad.

**Figura 13**

*Diagrama de valores promedio Attrakdiff para MOTIVATIC WEB*

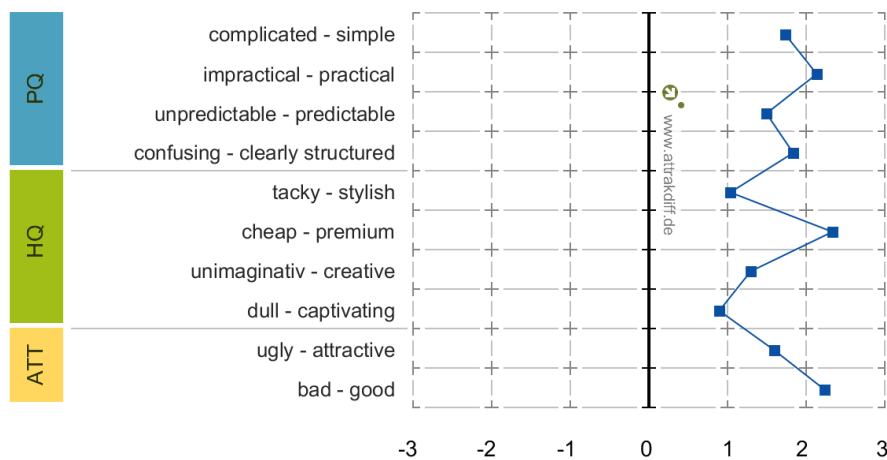


*Nota.* Datos obtenidos del software de pruebas Attrakdiff

En la descripción de pares de palabras, que se observa en la Figura 13, se presentan los valores promedio de los pares de palabras calificativos de interés, generalmente estas características son particularmente críticas o particularmente bien resueltas para un usuario.

**Figura 14**

*Descripción de pares de palabras Attrakdiff para MOTIVATIC WEB*



*Nota.* Datos obtenidos del software de pruebas Attrakdiff

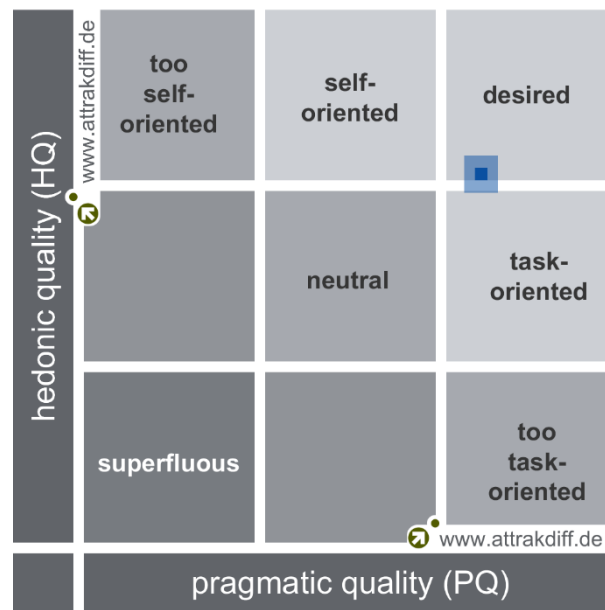
En contraste, de las 21 pruebas con estudiantes, el 43% de los encuestados está entre los 40 y 51 años, seguido de un 29% de encuestados entre 27 y 39 años, un 26% de encuestados entre

52 y 71 años y tan solo un 2% de encuestados menores de 26 años. Siendo relevante que un 66% de los encuestados cuentan con experiencia en el uso de herramientas de trabajo colaborativo como MOTIVATIC Web. Así como también, posterior al análisis de los datos se tiene como resultado para la evaluación de usabilidad y funcionalidad un valor aproximado de 72 puntos siendo Aceptable para los usuarios de estudio. A partir de los resultados, se presentan mejoras al equipo de desarrollo para dar paso a la siguiente fase de estudio (Apéndice F).

De igual forma que se ha venido desarrollando en las pruebas, se utiliza el software *Attrakdiff* que nos permite validar algunos elementos de usabilidad y con el que se obtiene que la App MOTIVATIC GO es deseable y orientada a las tareas.

### Figura 15

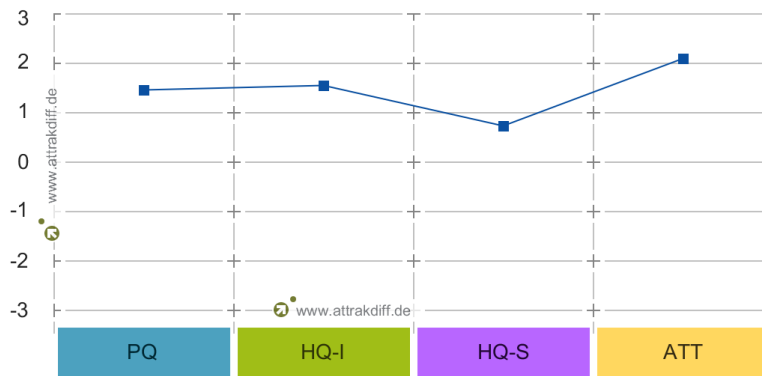
*Portafolio de respuestas para MOTIVATIC GO (Fase 2)*



*Nota.* Datos obtenidos del software de pruebas Attrakdiff

**Figura 16**

*Diagrama de valores promedio Attrakdiff para MOTIVATIC GO (Fase 2)*



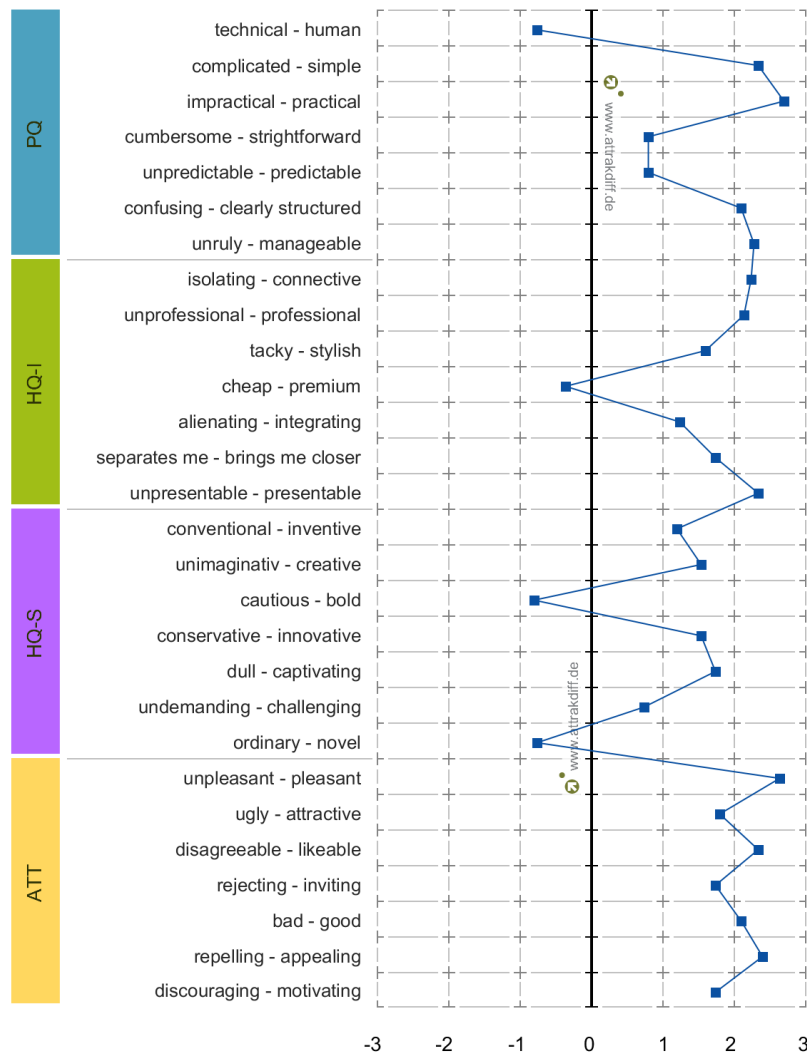
*Nota.* Datos obtenidos del software de pruebas Attrakdiff

A partir de la descripción de pares en versión completa, observable en la Figura 16, se identifican algunas características que permiten establecer puntos de mejora. En los resultados se encuentra que el software se percibe como más técnico, “barato”, cauteloso y ordinario, en otras palabras, el sistema no es llamativo ni despierta el interés de los usuarios debido a que parece una app como otras en el mercado.

En la fase 4, se realizan los ajustes obtenidos de las dos fases inmediatamente anteriores y se procede a la realización de una magistral a cargo de un profesional licenciado para la creación de un curso avalado llamado “Ciudadanía Global” que sería utilizando para la prueba final de validación. Esta fase permite el estudio de la integración entre la plataforma docente y la aplicación móvil, obteniendo en tiempo real el funcionamiento del software en conjunto. Esta validación se realiza junto con el equipo QA (*Quality Assurance*, por sus siglas en inglés) que arroja como Buena la integración de la plataforma y la aplicación móvil dando paso a las últimas pruebas.

**Figura 17**

*Descripción de pares de palabras Attrakdiff 2.0 para MOTIVATIC GO (Fase 2)*



*Nota.* Datos obtenidos del software de pruebas Attrakdiff

Finalmente, para la última fase se realiza la conceptualización de las pruebas de validación para la población de estudiantes de educación superior a nivel global. Entendiendo la complejidad del alcance de la muestra, se plantea como objetivo la realización de 150 pruebas entendiendo que para obtener una muestra significativa es necesario la diversidad de los usuarios de prueba. De las

pruebas ejecutadas se obtienen 136 pruebas realizadas, de las cuales 115 son válidas y en estas se obtienen los siguientes resultados preliminares:

De las 115 pruebas, el 82% de los encuestados está entre los 18 y 24 años, seguido de un 15% de encuestados entre 25 y 30 años, un 3% de encuestados mayor o igual a 31 años y, por último, un 0% de encuestados menores de 18 años. Con respecto al género de los encuestados, el 52% es de género femenino y el 48% de género masculino, aclarando que existía una tercera opción NS/NR de acuerdo con las normas éticas para el manejo de información sensible, sin embargo, ningún participante optó por seleccionarla.

En cuanto a la experiencia del jugador con diferentes herramientas gamificadas, un 49% de los encuestados dice tener alguna experiencia de gamificación, mientras que un 51% de los encuestados dice no tener una experiencia previa con la gamificación.

## **7.2. Especificación del Modelo Conceptual**

Con la intención de generar el modelo conceptual que será validado por medio del Análisis de redes y Heurísticas de usabilidad, se dispone a profundizar en la literatura para generar las hipótesis del modelo que se describen a continuación.

### **7.2.1. Análisis de Redes**

El análisis de redes sociales, denotado por SNA, ha surgido con un conjunto de técnicas para analizar estructuras sociales que dependen en gran medida de datos relacionales en una amplia gama de aplicaciones. Muchas aplicaciones de minería de datos en tiempo real consisten en un conjunto de registros/entidades que sólo enfatizan las asociaciones entre los atributos. El análisis teórico de grafos de redes complejas ha cobrado importancia para comprender, modelar y obtener más información sobre los aspectos estructurales y funcionales de la representación gráfica/red de tales asociaciones de datos. Es posible extraer información útil no trivial sobre las relaciones entre

los datos transaccionales modelando el conjunto de entidades, sus atributos y las relaciones entre estas entidades como redes. Han y Kamber (2005, como se citó en Alomari et al., 2020) han estudiado la minería de reglas de asociación. Una de las técnicas más importantes de minería de datos que tiene como objetivo extraer correlaciones importantes, patrones frecuentes y asociaciones entre conjuntos de entidades en las bases de datos de transacciones. La medida de la similitud entre las transacciones nos brinda una gran cantidad de conocimiento para identificar varias comunidades de transacciones relacionadas que exhiben un comportamiento común en aplicaciones específicas.

Usamos análisis de teoría de grafos de los datos relacionales recolectados para cuantificar el grado de relación entre pares de variables para medir selectivamente la precisión del sistema bajo estudio. Las 21 preguntas de la encuesta de evaluación heurística sobre la usabilidad de Motivatic que representan las entidades en los datos relacionales se utilizan para un análisis posterior. Usamos el coeficiente de correlación de Pearson que calcula la relación lineal entre dos variables como una medida de la fuerza de la correlación para la construcción de gráficos. Dadas dos variables  $x$  y  $y$ ,  $r$  se calcula como una razón de covarianza de las variables a sus desviaciones estándar donde  $n$  es el número de variables como se muestra en la ecuación (1). La correlación de los valores  $r$  en el rango  $-1$  a  $+1$  se evidencian como resultado del análisis de los gráficos en la Sección 8.2.3.

## 8. Resultados

De acuerdo con la metodología presentada, se presentan a continuación los resultados experimentales de las pruebas realizadas para la validación del software MOTIVATIC según el factor evaluado en cada una de estas.

### 8.1. Test de Utilidad

#### 8.1.1. Pre-test y Post-test

El instrumento de pre/post test tiene como objetivo evaluar la utilidad y/o satisfacción de usuario con la experiencia del software evaluado. Ahora bien, cada grupo de usuarios recibió una introducción y presentación oficial del software con el fin de generar expectativa e identificar a través del pretest los conocimientos previos y categorizar la influencia de la experiencia del usuario con herramientas TIC similares a MOTIVATIC GO.

#### Tabla 17

##### *Análisis de respuestas del pretest para Motivatic GO*

El usuario identificó correctamente el objetivo de Motivatic GO	Aceptable
El usuario identificó correctamente los tipos de mecánicas de juego presentes en Motivatic GO	Aceptable
El usuario identificó metodologías aplicadas en herramientas de ciberaprendizaje	No aceptable
El usuario cuenta con experiencia previa en herramientas de gamificación	No aceptable
El usuario identificó materiales/recursos utilizados en herramientas de ciberaprendizaje	No aceptable
El usuario percibe la utilidad de una herramienta gamificada como parte del proceso enseñanza-aprendizaje	Aceptable

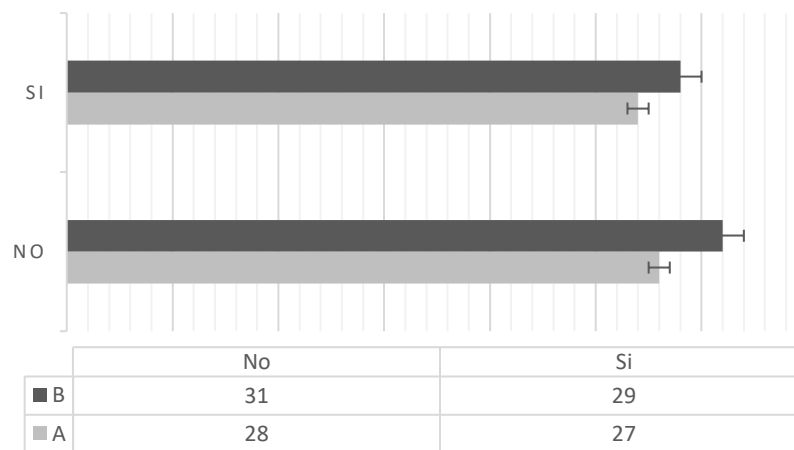
En ese orden de ideas, las preguntas de carácter cualitativas se analizan individualmente para lograr establecer posteriormente la aceptación de esta y los resultados se sintetizan en la

siguiente tabla, Tabla 17 que resume las preguntas que se realizaron en el instrumento, luego de analizarlas y dando un valor calificativo de aceptable/no aceptable. De este modo se identifica el grado de preparación que recibieron los participantes, previo al uso de la aplicación móvil.

Para la identificación del grado de experiencia del usuario se realiza una comparación en las respuestas del grupo de control (Grupo A) y el grupo de tratamiento (Grupo B) que se muestran en la Figura 18

**Figura 18**

*Experiencia de usuarios con herramientas gamificadas dividido por grupo de tratamiento*



Así como también, para aquellos usuarios con experiencia previa se analiza el tipo de herramientas de acuerdo con su usabilidad y se realiza una clasificación del nivel de competencia utilizando un cuadro guía para la obtención de respuestas, como se observa en la Figura 19. Se tomaron las respuestas y las valoraciones de cada usuario para analizar la experiencia promedio obteniendo los resultados de la Figura 20

**Figura 19**

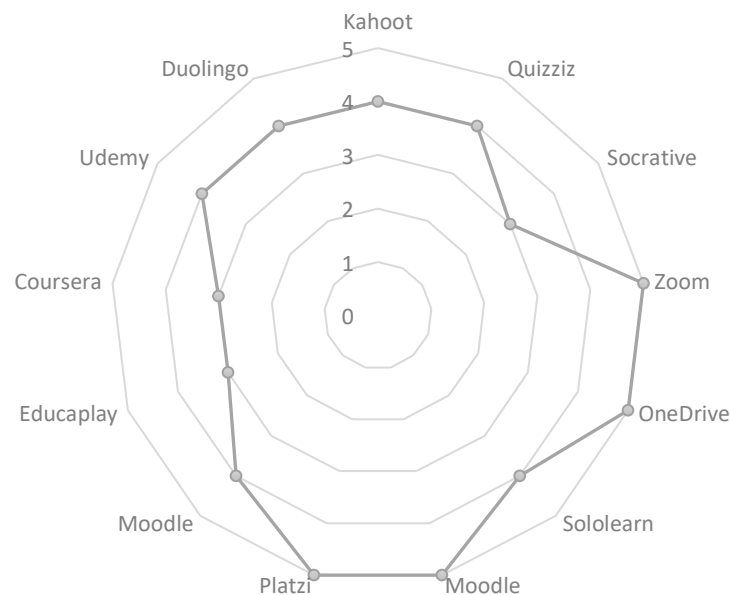
*Guía de clasificación de herramientas de ciberaprendizaje según la experiencia de usuario*

Categoría	Herramienta	Nivel de competencia
i. Gamificación	Socrative	3
ii. Trabajo colaborativo	Microsoft Teams	4
iii. E-learning	Moodle	5
iv. Otros	Udemy	4

Ejemplo: (Gamificación – Socrative – 3), (Trabajo colaborativo – Microsoft Teams – 4)

**Figura 20**

*Identificación del usuario del nivel de competencia de herramientas TICs desde la experiencia*



Los resultados previos y posteriores a la prueba del grupo de control (Grupo A) y el grupo de tratamiento (Grupo B) se analizan en la sección 10. Conclusiones, donde se evidencia el grado de incidencia del instructivo en las respuestas obtenidas en las pruebas.

### 8.1.2. Encuesta UX

Para la validación de la experiencia de usuario (UX) se requiere tener en cuenta los factores que permiten la aceptación de este, utilidad, deseabilidad y usabilidad. En este apartado se realizó

inicialmente una validación del diseño de MOTIVATIC, entendiendo el principio de deseabilidad. Tal como se encuentra en la literatura, el diseño es indispensable en el proceso de desarrollar un producto digital, pero desde una orientación táctica, en otras palabras, el diseño debe ser tomado estratégicamente en la cadena de valor y no como un complemento paralelo.

Partiendo de la visión de Jordan (1998, como se citó en Aguirre et al., 2020) los productos placenteros de usar están relacionados con los beneficios hedónicos y emocionales dentro de la experiencia de uso, mientras que los desagradables carecen de cualidades hedónicas. En este orden de ideas, se solicitó apoyo del diseñador a cargo del equipo del proyecto raíz “Comunidad mundial de aprendizaje basada en gamificación y tic para la enseñanza profesional y ciudadanía global” para evaluar la aceptación de diseño gráfico de la interfaz con el objetivo único de lograr como resultado un producto eficiente en armonía y coherencia con MOTIVATIC.

Como parte del desarrollo del proyecto, en la fase 2 de validación se realizó un apartado de preguntas enfocado en la validación de aspectos gráficos de MOTIVATIC en la que participaron usuarios vinculados al proyecto raíz entre los que se encuentran estudiantes internacionales (Ver apéndice G). Esta prueba consistió en cuatro secciones con preguntas relacionadas con factores de: simplicidad, diversidad, color y destreza utilizando el software VisAWI para su respectivo análisis. Así como también fue de vital relevancia, la identificación previa del concepto gráfico diseñado para la etapa inicial de desarrollo del proyecto raíz MOTIVATIC. Ver Figura 21.

**Figura 21***Interfaz gráfica de Motivatic (2021)*

(a)

Logo



(b)

Interfaz de App móvil



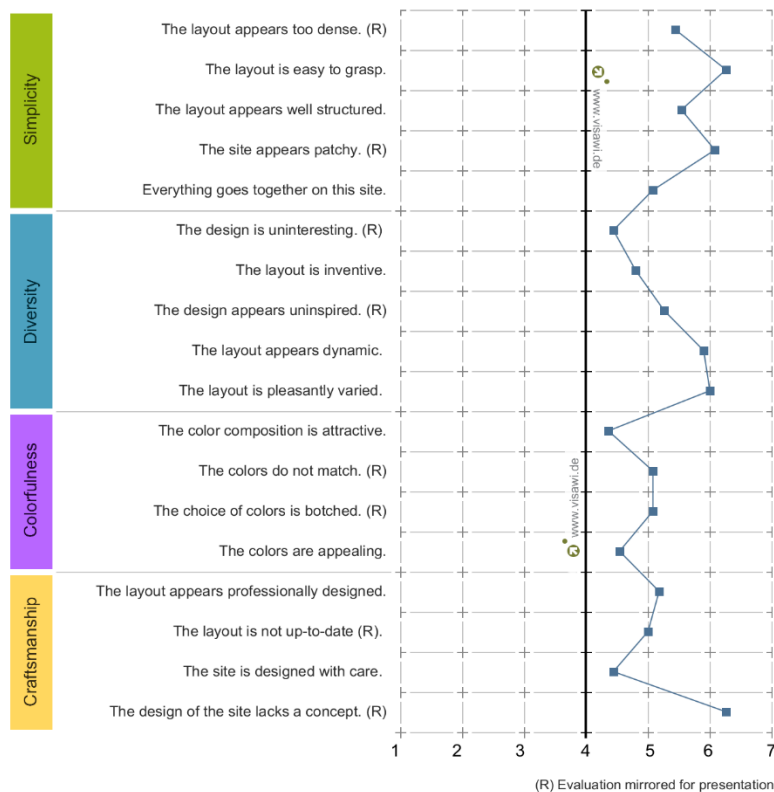
*Nota.* Tomado de grupo QA del proyecto raíz.

Como se puede observar en la Figura 22, los resultados nos indican que: (1) desde el punto de vista de simplicidad, la disposición de la aplicación es fácil de comprender y está bien estructurada, pero parece irregular y más densa debido a que se presentan problemas en los aspectos *responsive*, es decir, que no se ajusta correctamente en cualquier pantalla de los

dispositivos móviles; (2) en términos de diversidad, la interfaz se percibe agradablemente variada, dinámica y organizada sin embargo, se denota una sensación de carente inspiración y poco inventiva; (3) el análisis de colorimetría es el factor que presenta los números más bajos, entendiendo que la composición no es atractiva ni coherente así como se percibe una elección de colores improvisada y sin combinación; por último (4) el nivel de destreza tiene una aceptación profesional y conceptual, pero con un diseño sin cuidado y desactualizado.

**Figura 23**

*Descripción de las declaraciones VisAWI para MOTIVATIC GO (Fase 2)*



*Nota.* Datos obtenidos del software de pruebas *Attrakdiff*

A partir de esto, se realizan mejoras a la herramienta gamificada en términos de concepto gráfico como la tipografía, iconos, *layout*, color y entre otros aspectos de disposición entendiendo el contexto global en el que se desarrolla. La propuesta se presenta para la versión última de la

aplicación usada en la validación final de las pruebas con el fin de obtener una mejor aceptación en términos de experiencia de usuario. Ver Figura 24

### Figura 24

*Nueva Interfaz gráfica de Motivatic (2022)*

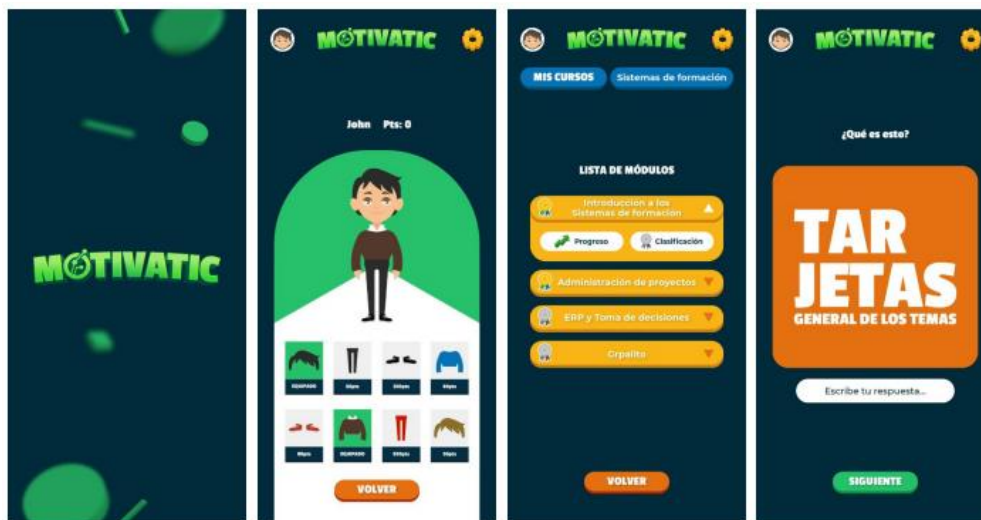
(a)

Logo



(b)

Interfaz de la App móvil



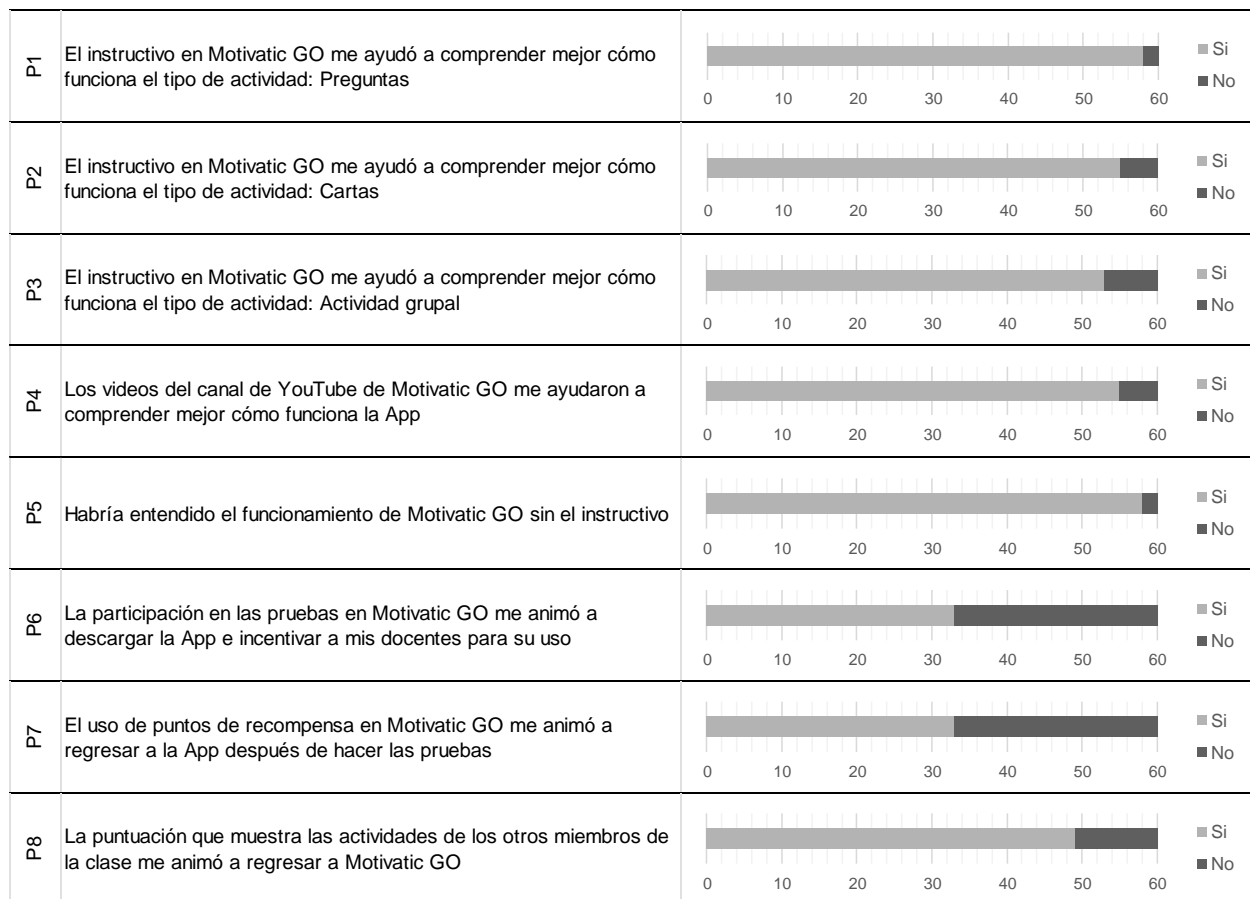
*Nota.* Tomado de grupo QA del proyecto raíz.

Tal como se ha mencionado previamente en la metodología, en la última fase de validación los participantes de la prueba se dividieron en dos grupos: el primero de control (Grupo A) y el segundo de tratamiento (Grupo B). Los participantes del grupo de tratamiento recibieron un

instructivo adicional con información que servía de guía para el uso y conceptualización de MOTIVATIC GO, por ende, se pretende evaluar el grado de influencia en la experiencia de usuario. Debido a esto, el *postest* para este grupo de usuarios contenía una sección con preguntas adicionales referentes que se analizará a continuación.

**Figura 25**

*Resultados sección 1 de prueba UI\_UX (Grupo B) de MOTIVATIC GO*


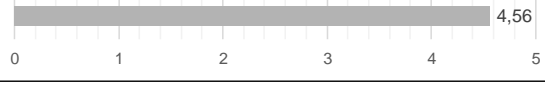

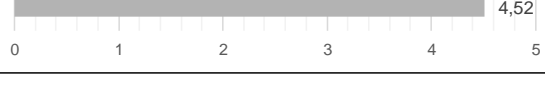
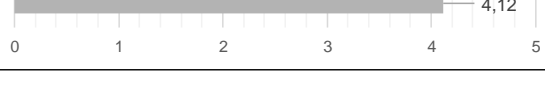

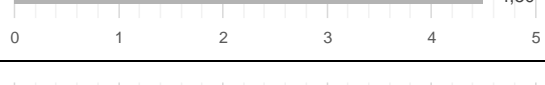
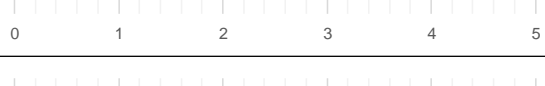
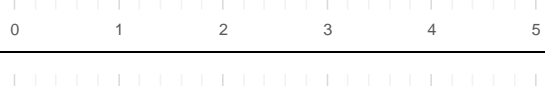

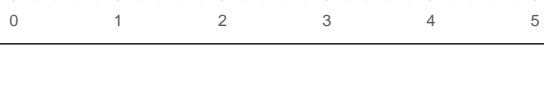


De acuerdo con los resultados mostrados en la Figura 25, la reacción general de los estudiantes fue positiva (P1 a P5), con una aceptación del material de 97%. Sin embargo, con dos preguntas (P6 y P7) se evidencian algunos problemas relacionados con las metodologías aplicadas que generan un nivel de motivación.

A diferencia de la primera sección, la siguiente sección de preguntas de la prueba, se realizó para los dos grupos de prueba, grupo de control y de tratamiento, y, los resultados de esta se muestran en la Figura 26. Estas se enfocaron en la percepción de usabilidad de la aplicación móvil.

**Figura 26**

*Resultados sección 2 de prueba UI\_UX (Grupo A y B) de MOTIVATIC GO*

P9	En general, estoy satisfecho con lo fácil que es usar la App Motivatic GO	 4,48
P10	Es fácil de usar la App Motivatic GO	 4,56
P11	Me siento cómodo usando la App Motivatic GO	 4,35
P12	Fue fácil aprender a usar la App Motivatic GO	 4,52
P13	Es fácil encontrar información (como ayuda en línea, mensajes en la página y documentación) que necesito en la App Motivatic GO	 4,12
P14	La interfaz de la App Motivatic GO es agradable	 4,33
P15	Me gusta usar la interfaz de la App Motivatic GO	 4,50
P16	La App Motivatic GO tiene todas las funciones y capacidades que espero que tenga	 4,30
P17	Creo que la App Motivatic GO me ayudó a obtener un mejor conocimiento	 4,43
P18	Recomendaría la App Motivatic GO a otros estudiantes	 4,32
P19	En general, estoy satisfecho con la App Motivatic GO	 4,22

La puntuación media del grupo de preguntas (P9-19) fue de 4,37. Y teniendo en cuenta que estos resultados positivos se encuentran en la etapa final de validación, en los que se mencionan aspectos como facilidad de uso, interfaz amigable y satisfacción; permite el planteamiento de una hipótesis de aceptación de la herramienta MOTIVATIC GO. Es válido mencionar que luego de evidenciar la puntuación de los dos grupos, si es evidente que el Grupo B, de tratamiento, fue el que obtuvo puntuaciones mayores en comparación con el Grupo A, de control.

## **8.2. Evaluación de Usabilidad**

### **8.2.1. Recorrido Cognitivo**

Para el recorrido cognitivo se plantea la participación de 15 usuarios escogidos de forma aleatoria frente a la muestra, sin embargo, se eliminan 4 respuestas por incumplimiento de protocolo presentando errores. Entre los usuarios se cuenta con estudiantes de Trabajo Social, en su mayoría entre tercer y quinto año; cada evaluación debía ser grabada en video para la revisión posterior a su ejecución. Durante el recorrido, el participante debía calificar cada tarea del instructivo utilizando una escala del 0 al 2. En el caso que el participante experimentara una dificultad externa, no lograra completar la tarea o seleccionara una respuesta incorrecta se le asignaría una calificación de 0. Si experimentara una dificultad moderada, se asignaría una calificación de 1, y si completara la tarea correctamente sin dificultades, se otorgaría una calificación de 2. En la sección 6.2.2.1. Recorrido Cognitivo., se mencionan las 9 tareas evaluadas de la herramienta de medición.

**Tabla 18***Resultados del recorrido cognitivo*

Participante													
$T_n^*$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\bar{x}_t^{**}$	$\bar{x}_g^{**}$
<b>T1</b>	2	1	2	1	0	1	1	2	1	2	2	1,364	1,455
<b>T2</b>	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1,545	
<b>T3</b>	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1,818	1,568
<b>T4</b>	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1,455	
<b>T5</b>	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1,727	
<b>T6</b>	2	2	1	1	2	0	2	1	1	0	2	1,273	
<b>T7</b>	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1,545	1,545
<b>T8</b>	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1,455	
<b>T9</b>	2	2	0	2	2	2	2	1	2	1	2	1,636	

\*  $T_1 - T_9 = \text{Tarea 1 a Tarea 9}$ \*\*  $\bar{x}_t = \text{promedio por tarea}, \bar{x}_g = \text{promedio por grupo de tareas}$ 

La información presentada en la Tabla 18 incluye las puntuaciones brutas del ejercicio efectuado en el recorrido cognitivo, las cuales se obtuvieron utilizando el método de pensar en voz alta. Además, se muestran las medias calculadas para estos valores, tanto por tarea (t) como por grupo (g), expresadas como promedios:

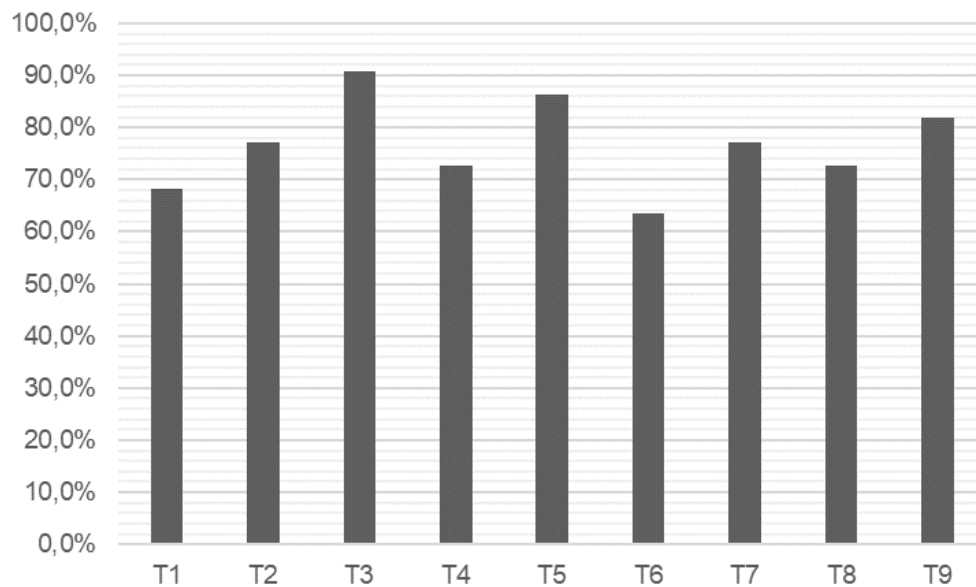
$$\bar{x}_t = \sum_{i=1}^9 x_i / t \quad (3)$$

$$\bar{x}_g = \sum_{i=1}^9 \bar{x}_t / g \quad (4)$$

Para estos resultados se calcula de igual forma, los valores porcentuales dividiendo dichos valores en el promedio máximo posible 2. Ver Figura 27

**Figura 27**

*Puntuaciones en porcentaje (%) de Recorrido cognitivo para prueba Motivatic GO*



Las tareas se analizan en grupos o categorías según el componente del sistema que se está evaluando. Sobre el sistema de descarga e instalación al dispositivo se agrupa la tarea 1 (T1) y tarea 2 (T2), permitiendo evaluar el nivel de éxito en la descarga y funcionamiento del software MOTIVATIC según el sistema operativo del móvil, iOS o Android.

El segundo grupo conformado por las tareas 3 a 6, permitieron evaluar la navegación y comprensión de las actividades y del sistema en general. Por último, se incluyeron las tareas 7 a 9 que permitieron evaluar el sistema de recompensa y motivación, es decir, la utilidad del software en términos de incentivo de gamificación. En este punto, es posible llegar a afirmar que las tareas 3, 7 y 9 presentaron mejores resultados siendo estas las de mayor facilidad para ejecutar. Sin embargo, no es claro predecir con precisión en que parte los participantes lucharon significativamente. En este orden de ideas, se calcula la tabla de frecuencia de doble entrada como se muestra en la Tabla 19 Cada una de las tareas del instructivo se agrega en función de las frecuencias de acuerdo con el nivel de dificultad (siendo 0, 1 y 2). Las entradas correspondientes

a las frecuencias de 3 niveles de dificultad se denominan frecuencias conjuntas y la suma de las filas y columnas se denominan frecuencias marginales.

**Tabla 19**

*Frecuencia de doble entrada para el recorrido cognitivo*

	Nivel de dificultad			$\Sigma$
	0	1	2	
<b>T1</b>	1	5	5	11
<b>T2</b>	0	5	6	11
<b>T3</b>	0	2	9	11
<b>T4</b>	0	6	5	11
<b>T5</b>	0	3	8	11
<b>T6</b>	2	4	5	11
<b>T7</b>	0	5	6	11
<b>T8</b>	0	6	5	11
<b>T9</b>	1	2	8	11
$\Sigma$	4	38	57	

Con los resultados del recorrido cognitivo (Ver Tabla 18) se realiza un análisis de varianza (ANOVA), cuyos resultados se observan a continuación. Así como también se puede encontrar el estudio completo realizado en el Apéndice G.

**Tabla 20**

*ANOVA del recorrido cognitivo*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
<b>Entre grupos</b>	1,29293	10	0,12929	0,36312	0,95918389	1,940044221
<b>Dentro de los grupos</b>	31,33333	88	0,35606			
<b>Total</b>	32,6263	98				

La intención de este análisis es evaluar la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales, estableciendo el grado de importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula

establece que todas las medias de la población, es decir las medias de los niveles de los factores son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

Para determinar la variación de las medias de los tres niveles de dificultad, se realiza una prueba *t post-hoc* (dos colas) tal como se muestra en la tabla 21. Se utiliza un intervalo de confianza del 95% partiendo de la hipótesis nula  $H_0$ , donde no existe diferencia entre las medias de los grupos de los niveles de dificultad y la hipótesis alternativa  $H_1$ , donde los valores de las medias de los grupos de los niveles de dificultad son significativamente diferentes. Encontrando que esta se rechaza para D0-D1 y D0-D2, sin embargo, se puede inferir que a pesar de que existe una diferencia entre las medias de los niveles de dificultad, estos cumplen con el propósito del estudio.

**Tabla 21**

*Validación estadística de las diferencias de medias para los 3 grupos de nivel de dificultad usando una prueba t*

<i>Grupos comparados</i>	<i>Diferencia de medias</i>	<i>Intervalo de confianza (95%)</i>	<i>Valor p</i>
<b>D0-D1</b>	3,7778	[2.29,5.26]	0,0000
<b>D1-D2</b>	2,1111	[-0.36,4.58]	0,0058
<b>D0-D2</b>	5,8889	[4.37,7.4]	0,0000

La investigación inicial de estas variables categóricas se realiza para medir cuantitativamente la asociación entre los niveles de dificultad. En contraste, se plantea realizar la prueba chi cuadrado debido a que nos permite medir asociaciones entre variables categóricas. Sin embargo, debido a que la muestra para esta prueba es pequeña y el 20% de las frecuencias estudiadas no es mayor a 5, el resultado no sería significativamente aceptable. Por último, se podría especular a partir de los resultados que, si bien existe diferencia entre los niveles de dificultad, sería posible encontrar que la mayoría de las tareas resultaron fáciles de realizar en términos de accesibilidad.

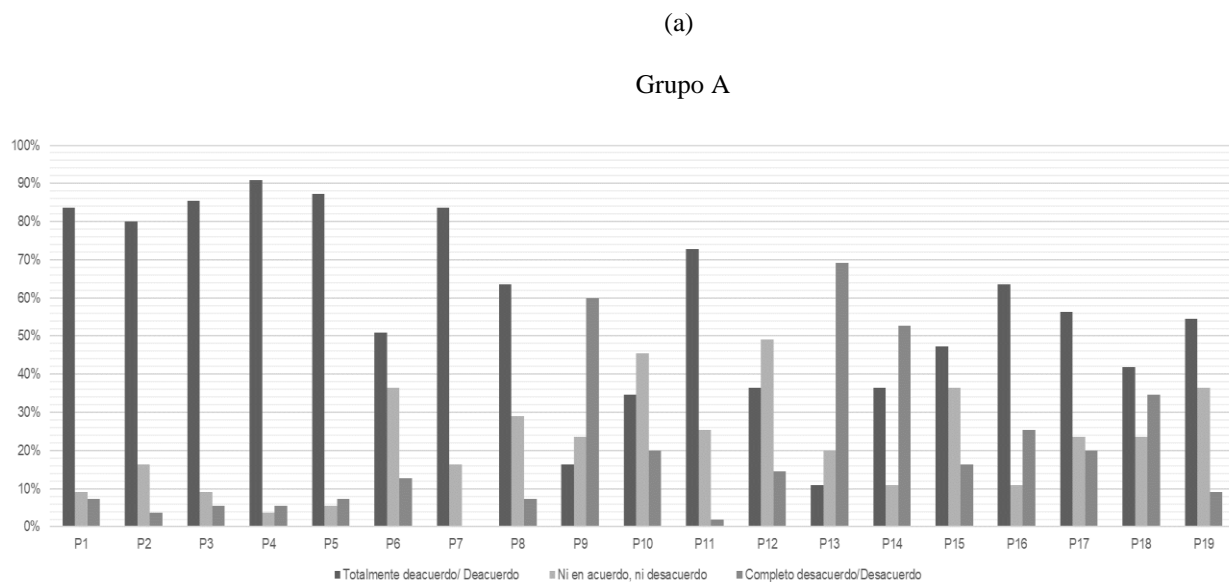
### 8.2.2. Evaluación Heurística

Para la evaluación de las heurísticas de Nielsen, se completaron 115 cuestionarios de los cuales 55 son del Grupo de control (A) y 60 son del Grupo de tratamiento (B). Las pruebas se desarrollaron de forma individual, utilizando una escala de Likert con valores entre el 1 (totalmente en desacuerdo), 3 (ni en acuerdo ni en desacuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo) para representar las respuestas de los estudiantes. Las respuestas se agruparon para facilidad de lectura en los resultados, estos se dan en porcentajes, como se observa en la .

*Figura 28.*

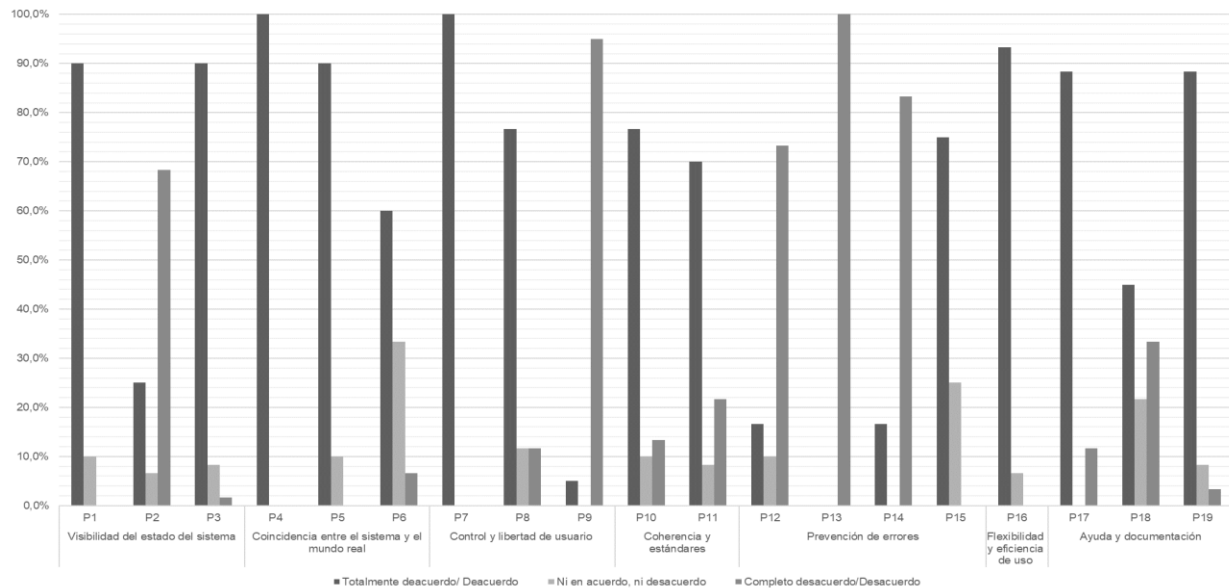
### Figura 28

*Resultados prueba heurísticas de Nielsen*



(b)

## Grupo B



Los participantes presentaron una aceptación alta ante la prueba, en términos de usabilidad se tiene este resultado para los tres primeros aspectos evaluados: visibilidad del estado del sistema (P1 a P3), coincidencia entre el sistema y el mundo real (P4 a P6) y control y libertad de usuario (P7 a P9). Cabe resaltar que la pregunta 9 cuyo resultado se determina como “En completo desacuerdo/En desacuerdo” hace referencia a la aparición de mensajes de diálogo innecesarios, para lo cual dicha respuesta evidencia un resultado positivo. Para el apartado de coherencia y estándares (P10 y P11) no hay predominancia por ninguna respuesta, lo que indica un resultado indiferente que no incide directamente con el uso de la aplicación sino más arraigado a la experiencia individual. Cuando hablamos de prevención de errores y eficacia (P12 a P16), los resultados se inclinan hacia una interfaz satisfactoria con una tasa baja de error funcional. La parte

de ayuda y documentación (P17 a P19) presentó el mismo comportamiento inmediatamente anterior.

Se calculan las medianas para determinar las tendencias centrales. Estos cálculos se pueden ver en la Tabla 22

**Tabla 22**

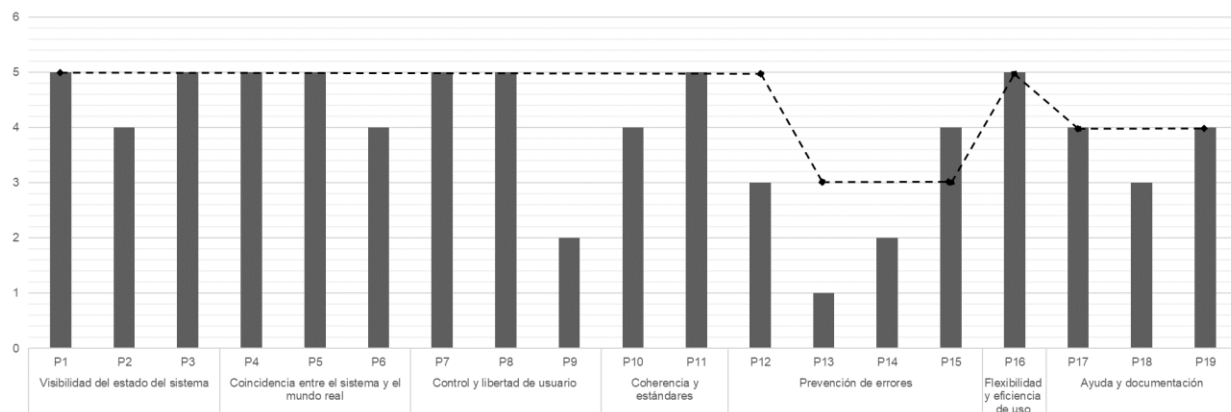
*Medianas por pregunta y por grupo de Heurísticas*

Pregunta (P)	Visibilidad del estado del sistema			Coincidencia entre el sistema y el mundo real			Control y libertad de usuario			Coherencia y estándares		Prevención de errores			Flexibilidad y eficiencia de uso		Ayuda y documentación		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Por pregunta	5	4	5	5	5	4	5	5	2	4	5	3	1	2	4	5	4	3	4
Por grupo	5			5			5			5		3			5		4		

En general, el software evaluado obtuvo una calificación favorable, con puntajes promedio de 16 preguntas calificados como superiores a 3 o aceptables. Estas preguntas representan las 7 categorías establecidas por Nielsen. En 2 preguntas la calificación obtenida fue neutral, P12 y P18. Ahora bien, en la Figura 29, las medidas de tendencias central se registran para la evaluación heurística por preguntas y grupos de preguntas (Ver

**Figura 29**

*Medianas Prueba de Heurísticas por preguntas y grupos*



En este punto, se modela gráficamente como una red las heurísticas a partir de los resultados con el objeto de identificar la correlación entre los aspectos de la evaluación. Los resultados de identificar patrones significativos de correlaciones entre las respuestas a las 21 preguntas se presentan en la siguiente sección.

### **8.2.3. Análisis de Red**

Partiendo de la encuesta de evaluación heurística sobre la usabilidad del software MOTIVATIC, se analizan las 19 preguntas de la prueba UX para los 115 participantes como se puede observar en la Sección 8.2.2. Con el análisis de redes se pretende modelar los datos relacionales como una red para estudiar las percepciones de los estudiantes sobre la herramienta de gamificación con respecto a las preguntas formuladas. La red de encuestas basada en tareas se crea modelando las preguntas de la encuesta de evaluación heurística como nodos (vértices), y estableciendo conexiones entre ellos mediante la medida de correlación de Pearson entre los vectores de respuesta agregados para cada pregunta, que actúan como bordes (enlaces).

La prueba de validación se construye como un gráfico completo ponderado no dirigido, es decir que cada nodo (que representa cada pregunta) está conectado a los otros nodos de la red en ambas direcciones. Así como también el peso en los bordes entre cada nodo representa el nivel de correlación entre las respuestas para esas preguntas. De igual forma, se realiza una subred estadísticamente significativa utilizando la red principal con la cual se calcula una matriz de valores  $p$  ( $p$ -val) para probar la hipótesis de no correlación entre las respuestas a las preguntas según sea el caso (por ejemplo, se evalúa  $H_0$  para el nodo  $i, j$ ).

Por medio del modelo de redes se busca evaluar dos hipótesis  $H_0$  y  $H_1$ , siendo:

$H_0 =$  No existe una correlación significativa entre los dos elementos,

$H_1 =$  Existe una correlación significativa entre los dos elementos

Para establecer si existe o no una correlación estadísticamente significativa entre las respuestas de los usuarios frente a las preguntas de usabilidad entendiendo finalmente, el grado de relevancia en la funcionalidad del software desarrollado para el proyecto. De esta forma se puede establecer puntos de mejora de acuerdo con los resultados obtenidos. Cada elemento de *p-val* es el valor-p para el elemento correspondiente de *r* (Ver sección 3.4. Análisis de Diseño y Funcionalidad); en ese orden de ideas si el valor p es pequeño ( $p\text{-val} < 0,05$ ) entonces la correlación *i:j* no es estadísticamente significativo y se elimina la red entre los nodos, mientras que si el valor p es grande ( $p\text{-val} > 0,9$ ) entonces la correlación *i:j* es estadísticamente significativo y se mantiene la red. Para entender adecuadamente el análisis, a continuación, se presenta un ejemplo.

Situación A, tenemos que para  $n_{i,j}$

$$r = 0,1889 \text{ y } \text{valor } p_{(\text{dos colas})} = 0,7354,$$

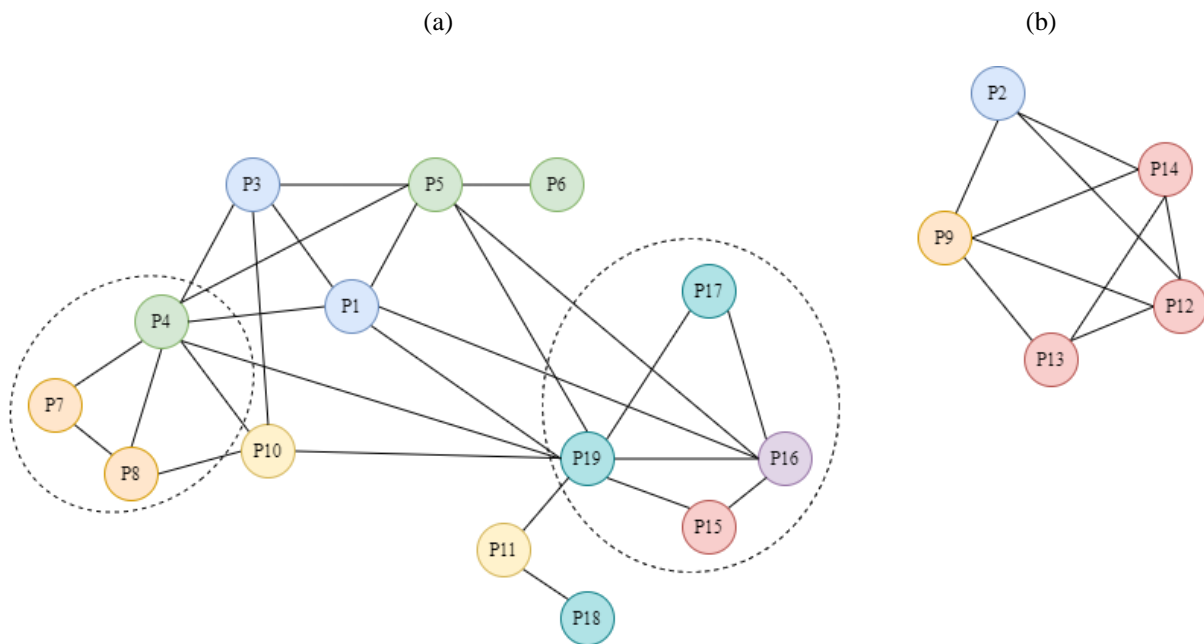
entonces según los estándares normales, la asociación entre las respuestas a las dos preguntas no se consideraría estadísticamente significativa y se eliminaría el enlace.

Situación B, tenemos que para  $n_{i,j}$

$$r = 0,9948 \text{ y } \text{valor } p_{(\text{dos colas})} = 0,0365,$$

entonces según los estándares normales, la asociación entre las respuestas se consideraría estadísticamente significativa y se conservaría el borde.

La red de la prueba de evaluación heurística se subdivide en grupos de preguntas que reflejan las correlaciones estadísticas más notables entre las preguntas, como se puede observar en la Figura 30

**Figura 30***Resultados de prueba de heurísticas estadísticamente significativas*

Cada nodo se clasifica por color en los respectivos grupos de preguntas, así como también se utilizan camarillas (o grupo cerrado que indica el número  $k$  de nodos con una asociación en común) que indica un mayor nivel de relación entre los nodos. En la primera camarilla de 3 nodos se encuentran las preguntas P4 (Coincidencia entre el sistema y el mundo real), P7 y P8 (Control y libertad de usuario) con una fuerte correlación, al igual que la segunda camarilla de 4 nodos en la que se agrupan las preguntas P15 (Prevención de errores), P16 (Flexibilidad y eficiencia de uso), P17 y P19 (Ayuda y documentación). Para cada subred hay un nodo predominante de relación, siendo este el caso de P4 y P19 para cada una de las camarillas creadas; los nodos que cuentan con una correlación directa con el nodo principal presentan por consecuencia una correlación entre los nodos pertenecientes al grupo. Por ejemplo, los nodos P1, P3, P5, P10 y P19 tienen un enlace con el nodo P4 y, por ende, también tienen una relación estadísticamente significativa con P7 y P8. Por otro lado, para las preguntas P2 (Visibilidad del estado del sistema), P9 (Control y libertad de

usuario), P12, P13 y P14 (Prevención de errores) la correlación significativa existe únicamente entre estos nodos, lo que quiere decir que están levemente conectadas y representan respuestas variables.

Por el contrario, las respuestas a la pregunta P2 (Visibilidad del estado del sistema) son muy diferentes a las de la P6 (Coincidencia entre el sistema y el mundo real) con una correlación de  $-0,68$  que indica una proporción considerable de estudiantes que valoran una alta visibilidad del software pero que no cumplen los estándares frente al mundo real. La correlación negativa sucede de forma predominante en la pregunta P6 (Coincidencia entre el sistema y el mundo real) frente a las preguntas: P9 ( $-0,84$ ), P12 ( $-0,81$ ) Y P13 ( $-0,86$ ); esto significa que los estudiantes que observan una alta coincidencia entre el sistema y el mundo real no están de acuerdo con el control y libertad de usuario, así como tampoco en la prevención de errores del software.

En general, se observa que la mayoría de las respuestas obtenidas de los estudiantes relacionan positivamente los factores evaluados encontrando una coherencia aceptable entre los resultados. Además, esto significa que no se encontraron respuestas diversas sin percepciones comunes significativas o sin relación alguna. El análisis completo se puede observar en el Apéndice J.

### **9. Artículo Publicable**

Con el objetivo de generar un documento de carácter investigativo, se realizó un artículo de investigación con el título “Metodología de validación para herramientas gamificadas en entornos educativos: Caso de estudio”, el cual menciona la metodología de una herramienta gamificada y los factores que influyen en la inserción al mercado, dado que a lo largo del tiempo ha sido materia de investigación en entornos educativos de carácter presencial y virtual. Dicho

artículo fue sometido a la Revista de Tecnología - Journal of Technology ISSN 1692-1399, Universidad El Bosque.

### **10. Conclusiones**

Con esta investigación se logró validar el diseño y la funcionalidad de la herramienta gamificada MOTIVATIC, partiendo de la etapa final de desarrollo hasta la integración de la plataforma web y la app móvil, incluyendo su puesta en marcha previa a la inserción al mercado. Además de esto, desde la revisión de literatura se pudo plantear la relevancia del producto en las comunidades educativas de educación superior abriendo campo al desarrollo e innovación en las herramientas gamificadas que pueden fortalecer las metodologías de enseñanza-aprendizaje. Lo anterior, permitiendo el planteamiento de nuevas estrategias educativas que involucren las TICs, e innovando en el modelo de pruebas de validación como método factible de calidad.

En este orden de ideas, los resultados indican que el uso de MOTIVATIC en entornos educativos mejoraría el nivel de comprensión, retención y producción de conocimientos. En los resultados del *pre-test* es evidente que el uso de técnicas de gamificación promueve la motivación en el proceso de aprendizaje, obteniendo un alto nivel de aceptabilidad entre los estudiantes. De igual forma, el post test permitió validar que el usuario encuentra a MOTIVATIC GO como una aplicación útil, dinámica y amigable con el usuario. Encontrando que el instructivo de apoyo para el Grupo B (Grupo de tratamiento) no afectó significativamente los resultados de los usuarios, esto implica que el sistema es fácil de entender.

La prueba UX permitió ampliar los criterios de utilidad, agregando nuevos criterios relacionados con el funcionamiento de un sistema de ciberaprendizaje como el aprendizaje colaborativo y la gamificación. Los resultados obtenidos demuestran que el software MOTIVATIC es útil (prueba de software) y usable (prueba funcional) en alineación con el objetivo

de proyecto raíz. El análisis experimental detallado y más pragmático nos ayuda a comprender cómo aprenden los usuarios con estos tipos de mecanismos de aprendizaje. Así como, el nivel de dificultad requerido para cada una de las dinámicas aplicadas.

A través del análisis de redes, se estableció un nivel de efectividad y usabilidad aceptables para MOTIVATIC. Los resultados evidenciaron un desempeño general positivo en la app móvil, validando la aceptación en las mejoras realizadas en la etapa previa siendo estas en relación al diseño, funcionalidad y utilidad. Por otro lado, después de la investigación y análisis de las grabaciones de los usuarios se encontraron algunas dificultades como que: (1) la actividad grupal fue la menos aceptada, principalmente porque su desarrollo no incluye dinámicas de juego; (2) la función de recuperar contraseña tarde en enviar el correo de validación, lo que disminuye el tiempo de reacción y motivación del usuario de seguir en la app; (3) la información de apoyo no es tan atractiva, por lo que pocos usuarios con preguntas obtienen respuesta inmediata a sus inquietudes; y (4) si bien el nivel de dificultad de las preguntas es establecido por los docentes, algunos usuarios evidenciaron la necesidad alcanzar otro nivel de dificultad. De acuerdo con lo mencionado, se plantean algunas propuestas del modelo para mejorar el grado de motivación del usuario en la sección de recomendaciones.

Finalmente, se puede concluir que se logró alcanzar con el objetivo principal del proyecto dando paso a la última fase del proyecto raíz: aprobación y lanzamiento del software. De igual forma, el protocolo de pruebas diseñado sirve de apoyo para futuros estudios de validación enfocados en herramientas que apliquen metodologías de gamificación.

## **11. Recomendaciones**

Para el proyecto MOTIVATIC se recomienda una evaluación periódica que permita el desarrollo de actualizaciones del software, tanto para la plataforma web como para la app móvil.

Esto con el fin de entender las nuevas necesidades del usuario, así como también, para estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías de la innovación y siguiendo con los estándares de motivación en herramientas gamificadas con metodologías STEM.

De forma puntual, se recomienda para la siguiente versión de MOTIVATIC GO una adaptación de la actividad grupal con un enfoque colaborativo dentro del sistema de modo que, se aplique dinámicas de juego entre los usuarios. Por otro lado, se requiere un análisis de rendimiento o un *speed test* que permita solucionar problemas relacionados con la velocidad de respuesta. En este sentido, se podrían desarrollar nuevas y mejores funciones para las actividades que se crean en el software MOTIVATIC Web como, por ejemplo, la posibilidad de que los docentes clasifiquen el nivel de dificultad de los *insights* aplicados en las 3 dinámicas de juego.

Otra recomendación relevante está dirigida a la creación de un canal de soporte directo que permita al usuario obtener respuesta casi inmediata a preguntas recurrentes. También, es necesario identificar y mejorar los canales de promoción del producto para llegar a un mayor número de instituciones con interés de uso para sus docentes y estudiantes. Eso con el objetivo, de incentivar el uso de la gamificación como estrategia global de aprendizaje y así, abriendo diferentes ramas de estudios a futuro sobre la incidencia de las nuevas metodologías en el futuro del modelo educativo.

**Referencias Bibliográficas**

- Abraira, V. (2001). El índice kappa. *Unidad de Bioestadística Clínica. Hospital Ramón y Cajal. Madrid.*
- Aguirre, E., Ferrer, M., Bustos, B. A., & Méndez, R. E. (2020). UX Design: una metodología para el diseño de proyectos. *Espacios, 41(05)*, 9.
- Alomari, H. W., Ramasamy, V., Kiper, J. D., & Potvin, G. (2020). A User Interface (UI) and User eXperience (UX) evaluation framework for cyberlearning enviroments in computer science and software engineering education. *Heliyon.*
- Austillo Castro, M. E., Pinto Cotto, R., Arboleda Briones, M. J., & Anchundia, Z. (2018). Vista de Aplicación de las Tic como herramienta de aprendizaje en la Educación Superior. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 585-598. Obtenido de <https://click.endnote.com/viewer?doi=10.26820%2Frecimundo&token=WzMzNTY0MTUsIjEwLjI2ODIwL3JlY2ltYW5kbyJd.B1EjeIizPvQmMxavF5qQEex2a0U>
- Cabero Almenara, J. (1998). Nuevas tecnologías, comunicación y educación. *Comunicar: revista científica iberoamericana de comunicación y educación.*
- Cambridge Dictionary.* (s.f.). Obtenido de <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/>
- Carmines, E., & Zeller, R. (1987). Reliability and Validity Assessment. *Sage.*
- Clarke, P. J., Davis, D., King, T. M., Pava, J., & Jones, E. L. (2014). Integrating testing into software engineering courses supported by a collaborative learning environment. 18:1-18:33.
- De Benito, B., Pérez, A., & Salinas, J. (2008). *Metodologías centradas en el alumno para el aprendizaje en red.* Editorial Síntesis.
- Deming, W. E. (1997). *Sampling Techniques* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining Gamification. *5th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. New York. doi:<http://dx.doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Ergonomics of Human-system Interaction. (2010). *Part 210: Humancentred Design for Interactive Systems*. International Organization for Standardization.
- ESCONTRELA MAO, R., & STOJANOVIC CASAS, L. (2004). La integración de las TIC en la educación: Apuntes para un modelo pedagógico pertinente. *Revista de Pedagogía*, 25, 481-502. Recuperado el 2022
- Gothelf, J., Seiden, J., & O'Reilly, M. (2019). *Lean UX: Designing great products with Agile teams*.
- Gros Salvat, B., & Silva Quiroz, J. (2005). LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO COMO DOCENTE EN LOS ESPACIOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Han, J. (2015). *Minería de datos: conceptos y técnicas*. San Francisco, CA, EE. UU.: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Hassenzahl, M., Diefenbach, S., & Goeritz, A. (2010). Needs, affect, and interactive products - Facets of user experience. *Interacting with Computers*, 353–362. doi:[10.1016/j.intcom.2010.04.002](https://doi.org/10.1016/j.intcom.2010.04.002)
- Hetzl, B. (1993). *The Complete Guide to Software Testing*. A Wiley-QED Publication.
- International Organization for Standardization. (1998). *Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDT's) - Part 11: Guidance on usability (ISO 9241-11)*.

- Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction. Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco, Estados Unidos: Pfeiffer.
- Kumar Singh, D., & Singh, D. (2019). Software Testing. En D. S. Kumar Singh, & D. A. Singh, *Software Testing*. Hazratganj, Lucknow - India: Vandana Publications.
- Labrador Piquer, M., & Andreu Andrés, M. (2008). *Metodologías Activas*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 159-174.
- Marczewski, A. (2015). Game thinking and motivational design. En *Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification* (págs. 65-80). CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Medium. (2021). Obtenido de [https://medium.com/@Jia\\_Le\\_Yeoh/different-types-of-functional-testing-2c1099fda9f0](https://medium.com/@Jia_Le_Yeoh/different-types-of-functional-testing-2c1099fda9f0)
- Mera Paz , J. A. (2016). Software quality testing process analysis. *Ingeniería Solidaria*, 12(20). doi:<https://doi.org/10.16925/in.v12i20.1482>
- Navarro, L., & Salazar, J. (2007). Análisis de redes sociales aplicado a redes de investigación en ciencia y tecnología. *Síntesis Tecnológica*, 3(2), 69-86. doi:<http://dx.doi.org/doi:10.4206/sint.tecnol.2007.v3n2-03>
- Newman, M. (2010). *Networks: An Introduction*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors*, 249-256.
- Olivo-Franco, J. L., & Corrales, J. (2020). De los entornos virtuales de aprendizaje: hacia una nueva praxis en la enseñanza de la matemática. *Revista Andina de Educación*, 8-19.
- Radigan, D. (s.f.). *Atlassian*. Obtenido de <https://www.atlassian.com/es/agile/scrum/backlogs>

- Ramirez Barajas, G., & Sierra Torrecilla, R. (2021). *Modelo conceptual de una herramienta de trabajo colaborativo para profesores en el marco del proyecto "Comunidad mundial de aprendizaje basada en gamificación y tic para la enseñanza profesional y ciudadanía global-MOTIVATIC"*.
- Salinas, M. I. (s.f.). *Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente*. Pontificia Universidad Católica Argentina.
- Sánchez Ludeña, E. (2019). La educación STEAM y la cultura market. *Journal of Parents and Teachers*, 45-51.
- Silva Quiroz, J., & Maturana Castillo, D. (ene/abr de 2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación educativa*, 17, 15. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-26732017000100117](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732017000100117)
- Silva, J., Gros, B., Garrido, J., & Rodriguez, J. (s.f.). Estándares en tecnologías de la información y la comunicación para la formación inicial docente: situación actual y el caso chileno. *Revista Iberoamericana de Educación*, 17. Obtenido de <https://rieoei.org/historico/deloslectores/1391Silva.pdf>
- Simonson, M., & Thompson, A. (1997). *Educational computing foundations*. OH: Merrill.
- Soriano Rodríguez, A. M. (2014). Diseño y validación de instrumentos de medición. 2, *Editorial Universidad Don Bosco*, 19-40.
- Stiles, M. (2000). De los ambientes virtuales de aprendizaje a las comunidades de aprendizaje en línea. *Revista Digital Universitaria*, 1-15.
- Suárez Pazos, M. (2005). Algunas reflexiones sobre la investigación-acción colaborativa en Educación. *Revista Candidus*, 2.

Toledo Inclán, E. (s.f.). *9Brain*. Obtenido de <https://9brains.es/mapa-de-gamificacion/>

Universidad de Málaga. (s.f.). *Concordancia: Calcular el Índice kappa*. Obtenido de <https://www.bioestadistica.uma.es/app/kappa/>