

Evaluación de los factores que inciden en la preferencia del uso de la herramienta gamificada desarrollada en el proyecto DIDACTIC

Andrés Felipe Cárdenas Parga

Trabajo de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial

Directora

Martha Liliana Torres Barreto

Doctora en estrategia y marketing de la empresa

Codirectora

Julieth Katherin Acosta Medina

Ingeniera Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2020

### **Dedicatoria**

Primeramente a Dios, por guiar mis pasos y permitirme concluir este camino de mi vida.

A mis amados padres, quienes lucharon arduamente y con mucho esfuerzo y dedicación me han apoyado a lo largo de toda mi vida. A ellos les dedico este gran triunfo y todos los demás que están por venir.

Papás, ¡lo logramos!

A mi hermanita Dani, quien con su motivación y alegría no me dejó decaer y a mi abuelita Ana quien hizo parte de toda mi infancia y nunca saldrá de mi corazón. Ellas junto con mi madre siempre serán las mujeres de mi vida.

Por último, a mis amigos, compañeros, profesores y demás personas que conocí en este camino, que me brindaron su mano cuando más lo necesité y me apoyaron con una voz de aliento para terminar con éxito esta etapa de mi vida.

### **Agradecimientos**

A mi estimada directora y profesora, Martha Liliana Torres Barreto, por su completo apoyo y dedicación con mi proceso educativo en este proyecto de grado y en mi vida universitaria. Gracias a su empatía y determinación, sus enseñanzas académicas y humanas permanecerán en mis recuerdos.

A mi codirectora, ingeniera Katherin Julieth Acosta, por su dedicación y total interés en este proyecto, sin ella este proceso no sería el mismo.

A todo el equipo del proyecto DIDACTIC, en especial al profesor Luis Eduardo Bautista y a los profesionales Mileidy Álvarez y Jhon Ayala, quienes con sus recomendaciones, gestión y apoyo hicieron tangible este proyecto.

## Tabla de contenido

Introducción .....	15
1.Planteamiento del problema.....	17
2.Justificación.....	19
3.Objetivos .....	20
3.1 Objetivo General .....	20
3.2 Objetivos Específicos.....	20
4. Metodología .....	21
4.1 Revisión de la literatura .....	21
4.2 Ejecución casos de prueba .....	21
4.2.1 Selección de los factores.. .....	21
4.2.2 Diseño del instrumento de medición.....	22
4.2.3 Validación del instrumento de medición.....	22
4.2.4 Selección de la muestra.....	22
4.2.5 Ejecución de los Casos de Prueba.....	23
4.2.5.1 Casos de Prueba .....	23
4.2.5.2 Tratamiento de Datos .....	23
4.3 Análisis estadístico multivariante .....	24
4.3.1 Análisis previo de los datos.....	24
4.3.2 Especificación del Modelo de Ecuaciones Estructurales.. .....	24
4.3.3 Análisis de Resultados. ....	25
4.3.3.1 Valoración de resultados.. .....	25
4.3.3.2 Comparación de resultados.. .....	25

4.4 Documentación.....	25
5. Revisión de Literatura.....	25
5.1 Análisis bibliométrico.....	25
5.2 Análisis preliminar de la literatura.....	31
5.2.1 Fundamentos de la gamificación.....	31
5.2.2 Factores estudiados en la literatura y metodología empleada.....	32
5.2.3 Aproximaciones al tamaño de muestra en la literatura encontrada.....	36
5.2.4 Principales hallazgos en la literatura.....	37
6. Marco de Referencia.....	39
6.1 Marco de antecedentes.....	39
6.2 Marco teórico.....	41
6.2.1 Herramientas de aprendizaje.....	41
6.2.2 Gamificación.....	41
6.2.3 Preferencia del uso.....	43
6.2.4 Estadística multivariante.....	44
6.2.4.1 Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM).....	44
6.2.4.2 Tipos de variables en los Modelos de Ecuaciones Estructurales.....	44
6.2.4.3 Diagrama de red (path diagram).....	45
6.2.4.4 Análisis Factorial.....	46
6.2.4.5 Análisis Factorial Exploratorio (AFE).....	46
6.2.4.6 Análisis Factorial Confirmatorio (AFC).....	47
6.2.5 Pasos para un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM).....	47
6.2.5.1 Especificación.....	48

6.2.5.2 Identificación.....	48
6.2.5.3 Estimación de parámetros. ....	49
6.2.5.4 Evaluación del ajuste.....	50
6.2.5.5 Reespecificación del modelo.....	52
6.2.5.6 Interpretación de resultados.. ....	52
7. Ejecución de los Casos de Prueba.....	52
7.1 Selección de los Factores .....	52
7.2 Diseño del Instrumento de Medición .....	56
7.3 Validación del Instrumento de Medición Piloto .....	57
7.3.1 Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ).. ....	58
7.3.2 Confiabilidad Compuesta (CR).....	61
7.3.3 Variación Promedio Extraída (AVE).....	62
7.4 Selección de la muestra.....	63
7.5 Ejecución de los Casos de Prueba.....	64
8. Análisis Estadístico Multivariante .....	65
8.1 Especificación del Modelo Conceptual.....	65
8.1.1 Utilidad.....	65
8.1.2 Conocimiento.. ....	66
8.1.3 Compromiso.....	67
8.1.4 Satisfacción.. ....	68
8.1.5 Motivación.. ....	69
8.1.6 Facilidad de uso.....	70
8.2 Análisis Previo de los datos .....	71

8.2.1 Análisis Descriptivo.....	71
8.2.2 Viabilidad del Análisis Factorial.....	75
8.2.2.1 Alfa de Cronbach.....	76
8.2.2.2 Medida de Adecuación Muestral Kayser, Meyer y Olkin (KMO).....	76
8.2.2.3 Prueba de esfericidad de Bartlett.....	77
8.2.3 Análisis Factorial Confirmatorio.....	77
9. Resultados .....	80
9.1 Especificación del Modelo.....	80
9.1.1 Modelo de Medida.....	83
9.1.2 Modelo Estructural.....	84
9.2 Identificación del Modelo .....	87
9.3 Estimación de Parámetros .....	88
9.4 Evaluación del Ajuste .....	93
9.5 Reespecificación del Modelo .....	95
9.5.1 Reespecificación del Modelo de Medida.....	97
9.5.2 Reespecificación del Modelo Estructural.....	97
9.6 Análisis de los Resultados.....	99
9.6.1 Valoración de los resultados.....	101
9.6.2 Comparación de los resultados.....	104
10. Artículo Publicable.....	105
11. Conclusiones .....	106
12. Recomendaciones.....	108
Referencias Bibliográficas .....	109

Apéndices.....117

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> Cumplimiento de Objetivos .....	16
<b>Tabla 2</b> Ecuación de búsqueda .....	26
<b>Tabla 3</b> Resultados obtenidos.....	27
<b>Tabla 4</b> Técnicas multivariantes usadas en el análisis de efectos de la gamificación.....	35
<b>Tabla 5</b> Medidas de Bondad de Ajuste.....	51
<b>Tabla 6</b> Resultados de la consulta a expertos .....	53
<b>Tabla 7</b> Cálculo de los pesos asociados a cada factor .....	54
<b>Tabla 8</b> Segmentación de Cuartiles .....	55
<b>Tabla 9</b> Eliminación de ítems según aspectos cualitativos .....	58
<b>Tabla 10</b> Alfa de Cronbach Encuesta Piloto .....	59
<b>Tabla 11</b> Comparación Alfa de Cronbach Encuesta Piloto.....	59
<b>Tabla 12</b> Instrumento de medición final .....	60
<b>Tabla 13</b> Fiabilidad del Instrumento de Medición Final .....	63
<b>Tabla 14</b> Tabla de frecuencia. Carrera Universitaria .....	72
<b>Tabla 15</b> Tabla de frecuencia. Nivel Académico .....	73
<b>Tabla 16</b> Alfa de Cronbach .....	76
<b>Tabla 17</b> Medida de adecuación y prueba de Bartlett .....	77
<b>Tabla 18</b> Varianza total explicada AFC .....	78
<b>Tabla 19</b> Notación en la especificación del modelo.....	82
<b>Tabla 20</b> Formulación Matemática Modelo de Medida .....	83
<b>Tabla 21</b> Notación de factores.....	84
<b>Tabla 22</b> Formulación Matemática Modelo Estructural .....	85

<b>Tabla 23</b> Estimación de parámetros .....	90
<b>Tabla 24</b> Bondad de Ajuste Modelo Teórico .....	94
<b>Tabla 25</b> Bondad de Ajuste Reespecificación del Modelo .....	96
<b>Tabla 26</b> Reespecificación Formulación Matemática Modelo Estructural .....	98
<b>Tabla 27</b> Estimadores Estandarizados Reespecificación del modelo.....	98
<b>Tabla 28</b> Evaluación de hipótesis Modelo Conceptual .....	100

**Lista de Figuras**

Figura 1. Citaciones según año de publicación .....	27
Figura 2. Países con mayor número de publicaciones .....	28
Figura 3. Áreas de estudio de las publicaciones .....	29
Figura 4. Aduna de palabras clave .....	30
Figura 5. Nube de palabras clave .....	30
Figura 6. Definición de gamificación.....	42
Figura 7. Convenciones diagrama de trayectoria.....	45
Figura 8. Comparación Análisis Factorial Exploratorio y Confirmatorio .....	47
Figura 9. Pruebas de Validación del instrumento de medición.....	57
Figura 10. Piezas gráficas para campaña publicitaria .....	65
Figura 11. Modelo conceptual propuesto.....	71
Figura 12. Diagrama de red.....	81
Figura 13. Nomenclatura Modelo Conceptual. ....	86
Figura 14. Grados de Libertad en AMOS. ....	88
Figura 15. Bootstrap en AMOS .....	90
Figura 16. Modelo Conceptual con estimación de parámetros .....	92
Figura 17. Modelo reespecificado.....	96

**Lista de Apéndices**

Apéndice A. Instrumento de medición piloto.....	56
Apéndice B. Instrumento de Medición Final.....	60
Apéndice C. Informe Análisis descriptivo.....	71
Apéndice D. Análisis Factorial Confirmatorio.....	77
Apéndice E. Matriz de Correlaciones.....	79
Apéndice F. Prueba de Normalidad Multivariante.....	89
Apéndice G. Iteraciones Realizadas en la Re especificación del Modelo.....	95
Apéndice H. Artículo Publicable.....	105

## Resumen

**Título:** Evaluación de los factores que inciden en la preferencia del uso de la herramienta gamificada desarrollada en el proyecto DIDACTIC\*

**Autor:** Andrés Felipe Cárdenas Parga \*\*

**Palabras Clave:** Gamificación, Herramientas gamificadas, Modelos de Ecuaciones

Estructurales, Preferencia de Uso, Estadística Multivariante.

### Descripción:

Actualmente, la gamificación se consolida como una nueva opción para la reducción de indicadores como el abandono estudiantil o la baja motivación en las aulas, comparada con herramientas tradicionales de enseñanza y aprendizaje. Las herramientas gamificadas buscan utilizar elementos de los juegos en entornos educativos con el fin de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. El presente trabajo de grado tiene como finalidad la evaluación, mediante el análisis multivariante, de los factores que inciden en la preferencia del uso de la herramienta gamificada desarrollada en el macroproyecto DIDACTIC, financiado por el Ministerio de Ciencias (Minciencias). Para dicho análisis se generó una revisión de la literatura, la cual fue la base para el diseño del Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM), además, se recolectó información por medio de casos de prueba ejecutados a 203 personas para evaluar la herramienta. El Modelo se ejecutó por medio del Software estadístico AMOS-SPSS y los resultados indican que los factores incidentes en la preferencia de uso de la herramienta gamificada DIDACTIC CITY son el Compromiso, la Satisfacción, la Motivación, el Conocimiento, la Facilidad de uso y la Utilidad de la herramienta, lo cual resulta ser un hallazgo similar a los encontrados en la revisión de literatura.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora: PhD. Martha Liliana Torres Barreto. Codirectora: Ing. Julieth Katherin Acosta Medina.

### Abstract

**Project title:** Evaluation of the factors that influence the preference of using the gamified tool developed in the project DIDACTIC\*

**Author:** Andrés Felipe Cárdenas Parga\*\*

**Keywords:** Gamification, Gamified Tools, Structural Equation Model, Preference for Use, Multivariate Statistics.

### Description:

In recent years, Gamification has consolidated itself as a new option for the reduction of such indicators as the student drop-out or low motivation in the classroom, compared with traditional tools of teaching and learning. Gamified tools seek use elements of the games in educational environments in order to improve teaching and learning processes. The present degree Project has purpose the assessment, by the multivariate analysis, factors that influence the choice of using the gamified tool developed in the macro project DIDACTIC, funded by the Ministry of Sciences (Minciencias). For this analysis, a review of the literature was generated which was the basis for the design of the Structural Equation Model (SEM), information was collected by means of test cases executed 203 people to evaluate the tool. The Model was executed using the AMOS-SPSS statistical software and the results indicate that the incidental factors in the use preference of the gamified DIDACTIC CITY tool are Engagement, Enjoyment, Motivation, Knowledge, Ease of Use and Utility of the tool, which turns out to be a similar finding to those found in the literature review.

---

\* Degree project

\*\* Faculty of Physic mechanical Engineering. Industrial and Business School. Director Martha Liliana Torres Barreto. Co-director Julieth Katherin Acosta Medina.

## Introducción

Se ha insistido en que las herramientas tecnológicas mejoran la satisfacción y el deseo de aprender (Gafni, Achituv, & Rachmani, 2017). De hecho, dichas herramientas han tenido un papel importante en la educación virtual, pues en su búsqueda por promover el desarrollo de procesos educativos a través del ciberespacio, han dejado de lado las limitantes de espacio y tiempo (Bonilla, 2016). Sin embargo, actualmente los entornos virtuales de aprendizaje tienen el desafío de mantener el compromiso de los estudiantes hasta el final de su programa educativo, situación que, si ya representa un reto en la modalidad presencial, lo es aún más en la virtualidad, alcanzando unos porcentajes de deserción del 60% para el caso de los programas educativos virtuales de Colombia (Ministerio de Educación Nacional, 2017).

Con el fin de reducir la deserción estudiantil, se han generado herramientas didácticas que afectan de manera significativa el panorama del estudiante, lo que contribuye a aumentar su probabilidad de culminar con éxito el programa educativo, considerando que el éxito del proceso educativo a través de escenarios en línea depende en gran medida de la aceptación que tengan los estudiantes al entorno virtual y al modelo educativo (Blanco Martínez & Anta Fernández, 2016). Bajo estas consideraciones, diferentes herramientas didácticas y pedagógicas, entre ellas la gamificación, están surgiendo para dar respuesta a estas situaciones. La gamificación es conocida como el proceso de utilización de los elementos del juego en otros contextos que no son necesariamente juegos (Deterding S., Dixon, Khaled, & Nacke, 2011), y en ese sentido, genera la motivación que el estudiante precisa para la aprehensión del conocimiento.

En ese contexto surge el proyecto DIDACTIC, financiado por Minciencias, que tiene como objetivo crear una plataforma didáctica motivacional que apoye los programas de formación

virtual y contribuya a la disminución de la deserción estudiantil. Este proyecto generará como uno de sus entregables una herramienta didáctica basada en gamificación que tiene como tema central el ejercicio de competencias ciudadanas. El presente trabajo de grado surge en un contexto complementario para la evaluación, por medio de estadística multivariante, de los factores que pueden afectar la preferencia del uso de la herramienta gamificada del proyecto DIDACTIC, denominada DIDACTIC CITY. Esta evaluación se realizará en las dimensiones de conocimiento, utilidad, satisfacción, entre otras, y servirá al equipo de proyecto para tomar decisiones sobre cambios, mejoras, rediseños, inclusión o exclusión de elementos que son determinantes para que un usuario de DIDACTIC CITY prefiera emplear esta herramienta en lugar de otras.

**Tabla 1***Cumplimiento de Objetivos*

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Cumplimiento</b>
Elaborar una revisión de la literatura sobre gamificación y los factores que afectan la preferencia de su uso dentro de los procesos de educación virtual.	Capítulo 5
Ejecutar casos de prueba para la evaluación de los factores que inciden en la preferencia para el uso de la herramienta gamificada del proyecto DIDACTIC.	Capítulo 7
Analizar por medio de métodos estadísticos multivariantes los resultados de los casos de prueba para la evaluación de la herramienta gamificada.	Numeral 9.6
Elaborar un artículo académico de carácter publicable donde se presenten los resultados de la investigación.	Apéndice G

## 1. Planteamiento del problema

En los últimos tiempos, la educación se ha enfrentado a cambios estratégicos en términos de adopción de nuevas metodologías y tecnologías. A esto se suman problemáticas como la deserción estudiantil, desafío clave para las Instituciones de Educación Superior, pues es una de las variables más críticas gracias a su dificultad de control (Bosco, 2013). Según Tinto (1989), la deserción se entiende como el fracaso individual en completar un determinado curso de acción para alcanzar una meta deseada. Desde la perspectiva de los funcionarios de las instituciones educativas, la deserción de los estudiantes representa un fracaso para la institución, pues esta no cumplió con el objetivo de ayudar al estudiante a lograr lo que originalmente se había propuesto al ingresar, es decir, obtener un título profesional. Por otro lado, desde una perspectiva nacional, el concepto de deserción comprende el abandono del estudiante del sistema educativo en general. En otras palabras, aunque actualmente la definición de deserción estudiantil continúa en discusión, existe consenso en precisarla como un abandono que puede ser explicado por diferentes categorías de variables: socioeconómicas, individuales, institucionales y académicas (Ministerio de Educación Nacional, 2017). En términos globales, Silva et al. (2019) estimaron que alrededor de un tercio de los estudiantes abandonan la universidad en su primer año, afirmando que esto puede explicarse por la falta de motivación para aprender debido a la forma de presentación de contenidos, a la ausencia de retos claros de aprendizaje y a la metodología de enseñanza.

Actualmente es válido afirmar que la deserción estudiantil no es el resultado de un solo factor, sino de la interacción de diferentes factores de tipo individual, académico, institucional y socioeconómico (Ministerio de Educación Nacional, 2017). Las universidades se centran en estudiar los determinantes de tipo institucional, ya que son variables que fácilmente pueden ser

mejoradas desde una perspectiva institucional como lo es la normatividad académica, los recursos universitarios, las relaciones con el profesorado y con los demás estudiantes y el grado de compromiso con la institución educativa (Castaño, Gallón, Gómez, & Vásquez, 2004). Sin embargo, diversos investigadores consideran que para contrarrestar el fenómeno del abandono en la educación superior se requiere adelantar programas y acciones de retención que, entre otros efectos, busquen incrementar los niveles de motivación del estudiante. En la modalidad virtual, hoy en día los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) están transformándose en cuanto a la manera de compartir conceptos, ya que además de otros aspectos, se están incorporando herramientas gamificadas que buscan implementar elementos del juego en entornos educativos (Blanco & Fernández, 2016).

De estos ejercicios, cuyo objetivo inicial es motivar a los estudiantes para aprender de formas diferentes, hace falta aún indagar sobre su utilidad, su impacto en el aprendizaje, la durabilidad de los conceptos en el tiempo, entre otros aspectos. Pero, incluso antes de indagar por estas cuestiones, es necesario conocer si los estudiantes prefieren entornos gamificados sobre opciones tradicionales de aprendizaje y qué factores inciden en su elección.

Como parte de la construcción de conocimiento, el presente trabajo de grado busca responder a la pregunta de investigación: ¿En qué medida los factores asociados a la utilidad de la herramienta gamificada, el conocimiento que se deriva de su ejercicio y la satisfacción que genera el juego inciden en la preferencia para el uso de DIDACTIC CITY? Se espera que los resultados de este trabajo sean referentes para el diseño mejorado no solo de la herramienta gamificada DIDACTIC CITY, sino de futuras herramientas gamificadas enmarcadas en entornos educativos virtuales o presenciales.

## 2. Justificación

Actualmente, la deserción estudiantil ha sido un reto por afrontar en los entornos tanto presenciales como virtuales de aprendizaje. Los indicadores de deserción en diferentes instituciones educativas han ido en constante incremento, lo cual obliga a los directivos del gremio a poner la lupa en diferentes esquemas o mecanismos que puedan estar generando esta deserción. En este contexto, la interacción entre estudiante y docente en escenarios virtuales de aprendizaje se presenta como un claro desafío en la comunicación de los mismos, pues el docente no debe ser un mero transmisor de conocimientos, sino que está llamado a ofrecer desafíos y alternativas de trabajo a sus alumnos con el objetivo de ayudarlos a construir conocimiento y posicionarse de una manera crítica, activa y creativa sobre determinados contenidos (González Castro, Manzano Durán, & Torres Zamudio, 2017). Hoy en día, en muchos lugares alrededor del mundo se están creando y usando entornos gamificados que demuestran mayores beneficios en el aprendizaje al incorporar conceptos de juegos dentro de un proceso de enseñanza (Deterding S. et al., 2011). Las metodologías de estas herramientas gamificadas coadyuvan a afrontar el desafío que actualmente enfrentan los sistemas de educación del país y del mundo.

En este orden de ideas, el proyecto de investigación titulado “DIDACTIC, Plataforma de didáctica motivacional basada en gamificación, como apoyo a los programas de formación virtual de la región de Antioquia” busca generar, entre sus resultados, una herramienta gamificada que intervenga los procesos de educación como apoyo a los programas virtuales del país. Gracias a lo anterior, se justifica la evaluación de los factores incidentes en la preferencia del uso de dicha herramienta para orientar al equipo directivo del proyecto acerca de la efectividad de esta y las posibles modificaciones para mejorarla.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Evaluar los factores que inciden en la preferencia para el uso de la herramienta gamificada desarrollada en el proyecto DIDACTIC.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Elaborar una revisión de la literatura sobre gamificación y los factores que afectan la preferencia de su uso dentro de los procesos de educación virtual.

Ejecutar casos de prueba para la evaluación de los factores que inciden en la preferencia para el uso de la herramienta gamificada del proyecto DIDACTIC.

Analizar por medio de métodos estadísticos multivariantes los resultados de los casos de prueba para la evaluación de la herramienta gamificada.

Elaborar un artículo académico de carácter publicable donde se presenten los resultados de la investigación.

## **4. Metodología**

El proyecto consta de cuatro fases secuenciales de la siguiente manera:

### **4.1 Revisión de la literatura**

En este punto se busca conocer investigaciones similares que evalúen diferentes herramientas gamificadas usadas en el ámbito educativo, así como el análisis de diversos factores que inciden en estas. Se utilizaron las bases de datos Scopus y Web of Science debido al importante reconocimiento internacional y al alto impacto de sus publicaciones (Chadegani et al., 2013). Además, se revisaron las referencias bibliográficas importantes para la investigación con el fin de complementar la información, es decir, se realiza una búsqueda basada en el principio de bola de nieve. Posteriormente, estos resultados son analizados con ayuda del software Vantage Point.

### **4.2 Ejecución casos de prueba**

#### ***4.2.1 Selección de los factores.***

A partir de la revisión de la literatura, se procedió a elaborar los constructos conformados por las variables de estudio. La selección se basó en una metodología cualitativa de consulta a expertos teniendo en cuenta los factores de estudio más frecuentes en los artículos citados en la revisión de literatura. Se realizaron discusiones acerca de cuáles son los factores más importantes en la gamificación y cuáles son relevantes para este proyecto de investigación.

#### ***4.2.2 Diseño del instrumento de medición.***

Una vez seleccionadas las variables a analizar, se procedió al diseño de los ítems a tener en cuenta en el instrumento de medición y sus escalas.

Para el diseño se tomaron en cuenta los siguientes factores: (1) el medio que se utilizará para recopilar los datos, (2) el esfuerzo que necesita el participante promedio para responder cada pregunta, (3) la redacción de cada pregunta, (4) el formato de las preguntas y sus escalas, (5) la precisión de la información que se necesita recoger, (6) la presentación visual y (7) el diseño, el cual debe estar alineado con el futuro plan analítico de datos.

#### ***4.2.3 Validación del instrumento de medición.***

Se ejecutó una prueba piloto del instrumento de medición con una premuestra de no menos de 50 encuestados correspondientes a estudiantes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander (EEIE-UIS). Lo anterior con el fin de generar las debidas correcciones en los ítems para garantizar una mayor validez y fiabilidad del instrumento, gracias al análisis de los parámetros pertinentes (confiabilidad compuesta, variación promedio extractada o Alfa de Cronbach).

#### ***4.2.4 Selección de la muestra.***

Con el fin de llevar a cabo el modelo de ecuaciones estructurales, la recolección de la información se realizó por medio del instrumento de medición que diligenciaron los participantes de los casos de prueba. Estos participantes fueron seleccionados mediante muestreo no aleatorio intencional o de conveniencia teniendo en cuenta factores como el entorno educativo que

representa la herramienta gamificada, la población objetivo y el tamaño de muestra que se explica en la sección 7.4.

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

Con las debidas correcciones generadas en el instrumento de medición a partir de los análisis de fiabilidad y validez, se procedió a ejecutar los casos de prueba. Estos se ejecutaron de manera virtual, mediante una prueba remota programada por los integrantes del equipo técnico del proyecto DIDACTIC. Esta prueba estuvo abierta durante un periodo de 1 mes.

**4.2.5.1 Casos de Prueba.** Un caso de prueba es un proceso de evaluación de los diferentes productos de un sistema en el que participan desarrolladores y usuarios (Aristegui, 2010). Los casos de prueba consistieron en una serie de etapas que tuvo como objetivo probar el primer prototipo de la herramienta gamificada con el fin de darla a conocer y evaluarla por medio del instrumento de medición. Para los efectos de este estudio, los casos de prueba están compuestos por dos etapas fundamentales; una primera etapa de acercamiento a la herramienta durante aproximadamente 30 minutos y una segunda etapa de diligenciamiento del instrumento de medición, ver sección 7.5

**4.2.5.2 Tratamiento de Datos.** Dado que en este proyecto se indagó sobre percepciones en torno a las variables identificadas en el constructo, se tuvo en cuenta la normatividad vigente y los principios éticos que rigen la investigación de acuerdo a las consideraciones éticas establecidas por el Comité de Ética en Investigación Científica de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI-UIS). Por esto, no se discriminó a ningún estudiante por aspectos étnicos o religiosos, la participación fue voluntaria y gratuita.

### **4.3 Análisis estadístico multivariante**

Una vez recolectada la información mediante los instrumentos de medición, se procedió a hacer un análisis descriptivo y multivariante. Se dispuso de herramientas como el software SPSS, Ms Excel y AMOS.

#### ***4.3.1 Análisis previo de los datos.***

Utilizando estadística descriptiva se procedió a generar un análisis de las principales medidas de tendencia central, así como el análisis de la muestra, su información demográfica, primeros hallazgos de interés y gráficos acerca de la tendencia de los datos.

#### ***4.3.2 Especificación del Modelo de Ecuaciones Estructurales.***

En este apartado se generó un modelo de ecuaciones estructurales mediante hipótesis respaldadas por la revisión de literatura y el marco de referencia, para posteriormente ser estudiadas mediante herramientas de la estadística multivariante con los pasos estipulados para su formulación.

Con el fin de evaluar las hipótesis planteadas y generar un modelo de ecuaciones estructurales que reflejen los factores que inciden en la preferencia para el uso de la herramienta gamificada DIDACTIC CITY, se buscó examinar el modelo conceptual propuesto mediante un Análisis Factorial Confirmatorio, buscando el mejor método para la estimación de los parámetros. Los estudios previos de los datos se realizaron por medio de pruebas como la esfericidad de Bartlett y la medida de adecuación muestral Kayser Meyer y Olkin (KMO), entre otras, y se buscó comparar el modelo conceptual resultado del Análisis Factorial Confirmatorio con el Modelo de Ecuaciones Estructurales según los datos recopilados de los casos de prueba.

### ***4.3.3 Análisis de Resultados***

**4.3.3.1 Valoración de resultados.** A partir del análisis estadístico, se procedió a identificar aquellos factores que inciden en la preferencia para el uso de la herramienta gamificada DIDACTIC CITY y la relación entre ellos.

**4.3.3.2 Comparación de resultados.** A partir de los resultados obtenidos se generó una comparación de los resultados encontrados en la revisión de literatura y se obtuvieron las conclusiones pertinentes.

## **4.4 Documentación**

En esta fase final, se realizó la consolidación de los resultados de la investigación en el presente documento y en un artículo académico de carácter publicable en el que se condensaron los resultados y hallazgos del presente trabajo.

## **5. Revisión de literatura**

### **5.1 Análisis bibliométrico**

Para la revisión de literatura, se escogieron Scopus y Web of Science como las dos bases de datos a utilizar en la búsqueda de artículos científicos, esto gracias a su trascendencia investigativa a lo largo del tiempo y a la importancia de los artículos allí publicados (Aghaei Chadegani et al., 2013). Para la investigación se generó la ecuación de búsqueda mostrada en la Tabla 2. Dicha

ecuación se basa en 12 palabras clave relacionadas con los temas de mayor interés que se desean abarcar en esta revisión. La presencia del término “gamif\*” en la ecuación tiene la finalidad de filtrar artículos relacionados con la gamificación, en este caso el término lleva la función asterisco (\*) para tener en cuenta palabras que tengan una terminación diferente como “gamification” o “gamified”.

Seguido de ello, el primer conjunto de palabras, las cuales son “education”, “learn\*” o “student”, tiene como objetivo seleccionar las investigaciones que se abordaron en un entorno educativo. El segundo conjunto de palabras, que contiene “factors”, “use\*”, “engagement”, “impact” o “test”, discrimina los artículos teniendo en cuenta los factores más relevantes a la hora de evaluar una herramienta. Por otro lado, el tercer conjunto de palabras, que contiene “statis\*”, “model” o “regression”, busca obtener un acercamiento estadístico para el análisis de los factores que afectan las herramientas didácticas.

## Tabla 2

### *Ecuación de búsqueda*

<p><b>SCOPUS = TITLE-ABS-KEY ( ( gamif* ) AND ( education OR learn* OR student ) AND ( factors OR use* OR engagement OR impact OR test ) AND ( statis* OR model OR regression ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) )</b></p>
<p><b>WEB OF SCIENCE = TEMA: (( gamif* ) AND ( education OR learn* OR student ) AND ( factors OR use* OR engagement OR impact OR test ) AND ( statis* OR model OR regression )) Refinado por: TIPOS DE DOCUMENTOS: (ARTICLE )</b></p>

Los resultados obtenidos con dicha ecuación se muestran en la Tabla 3, cabe resaltar que esta búsqueda se realizó con todos los años disponibles en cada base de datos (del 2001-2019 para Web of Science y de 1976- 2019 para Scopus), sin tener en cuenta restricciones de lenguaje, tipos de documento o áreas de interés.

**Tabla 3**  
*Resultados obtenidos*

Base de datos	Scopus	Web of Science
<b>Resultados encontrados</b>	254	295

De los resultados obtenidos se generó una depuración para finalmente seleccionar 42 artículos que fueron considerados los de mayor afinidad al tema, de los cuales 22 fueron obtenidos de la base de datos Scopus y 20 de la base de datos Web Of Science.

Un primer acercamiento a los artículos seleccionados muestra un crecimiento en las publicaciones a partir de la segunda década del siglo XXI, lo cual es congruente con la fecha de aparición del término gamificación (Deterding S. et al., 2011). Las publicaciones generadas según el respectivo año se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

**Figura 1**

*Citaciones según año de publicación. Adaptado del software Vantage Point.*

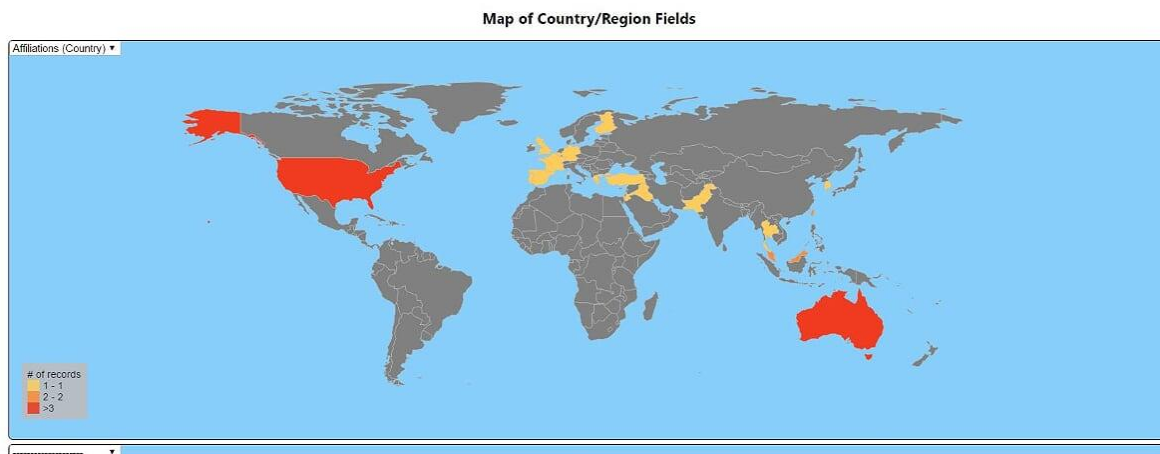


*Nota.* Adaptado del software Vantage Point.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, por su parte, muestra los países donde se publicaron los artículos estudiados. En el mapa se observa que Estados Unidos y Australia fueron los países con más publicaciones con un total de 10 y 3 artículos respectivamente, seguidos de países como Malasia y Taiwan con dos publicaciones. Esto se debe, posiblemente, a que en dichos países las publicaciones de Deterding se hicieron populares con el paso del tiempo, cautivando a diferentes investigadores en el hilo conductor del autor; además hay que tener en cuenta el desarrollo tecnológico de estos países y la puesta en marcha de diferentes tecnologías en entornos educativos.

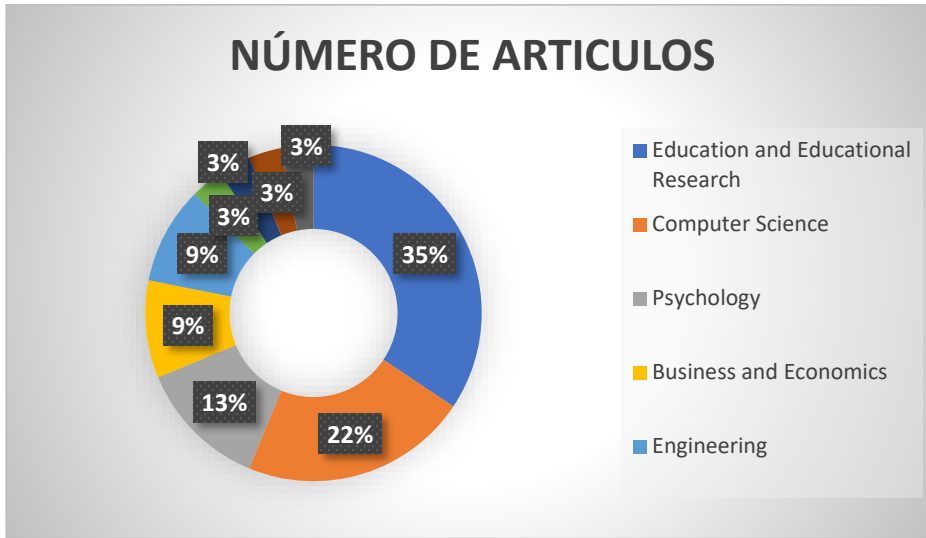
### Figura 2

*Países con mayor número de publicaciones.*



*Nota.* Adaptado del software Vantage Point.

Por otro lado, el área de estudio de estos artículos se describe en la Figura 3, donde se evidencia que un 35% de los artículos analizados tienen como área de estudio la educación, seguido de un 22% en ciencias de la computación y un 13% en el área de psicología.

**Figura 3***Áreas de estudio de las publicaciones.**Nota.* Adaptado del software Vantage Point.

Por último, teniendo en cuenta las palabras clave de los artículos estudiados, se dispuso a generar el gráfico de aduna con ayuda del software Vantage Point (Ver figura 4). El gráfico presenta las conexiones de palabras con respecto a los artículos analizados, de esta manera se puede observar como la palabra “gamification” tiene conexiones con la mayoría de palabras estudiadas como “technology”, “social networking”, “game”, “teaching”, “e-learning”, “motivation”, entre otras, debido principalmente a que las estrategias gamificadas se han implementado en los últimos años en entornos educativos virtuales con ayuda de los nuevos avances tecnológicos, incorporando redes sociales, lo que ha generado altas tasas de motivación en los estudiantes.

Igualmente, las palabras con mayor frecuencia son “education”, “gamification” y “e-learning” (Ver Figura 5).



## 5.2 Análisis preliminar de la literatura

### 5.2.1 *Fundamentos de la gamificación.*

Según diversos autores, el término gamificación es relativamente nuevo y potencializa su aparición en la literatura científica a partir del año 2011 (Deterding S. et al., 2011). Si bien es cierto que la gamificación actúa como una herramienta para mejorar el aprendizaje y que esta puede impartirse de manera presencial o virtual, diversos autores coinciden en afirmar que la gamificación debe actuar de la mano con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en escenarios como plataformas virtuales de e-learning (García, 2002; Kapp, 2012; Landers, 2014). Las raíces de la gamificación se originan en la industria de los medios digitales (Deterding S. et al., 2011) y comenzaron con el término "funware" (Tahashi, 2008). Zichermann (2010), Zichermann & Linder (2010) emplean por primera vez este término y lo definen como "el arte y la ciencia de convertir las interacciones cotidianas de sus clientes en los juegos que sirven a sus posturas de negocio" (p.25). Otra definición, según Riaz, Cuenen, Janssens, Brijs & Wets (2019), se centra en la repetición de los resultados deseados, de modo que el comportamiento deseado se convierte en un hábito.

Otros autores afirman que el concepto de gamificación fue introducido por primera vez por Nick Pelling en 2002, quien define este término como "aplicar un diseño de interfaz de usuario acelerado similar a un juego para hacer que las transacciones electrónicas sean agradables y rápidas" (p.23), por lo que lo llaman el padre de la gamificación (Andrews, 2013; Marczewski, 2012). Por el contrario, Gaggioli (2012) atribuye este concepto exclusivamente a Jesse Schell (2008). Por su parte, Zichermann (2010), autor del libro "Marketing basado en juegos", define el término gamificación como "el proceso de utilizar el pensamiento y la mecánica del juego para atraer al público y resolver problemas". Mientras que Karl Kapp, quien escribió el libro "La

gamificación del aprendizaje y las instrucciones", define gamificación como "el uso de la mecánica, la estética y el pensamiento basado en el juego para participar, motivar la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas" (2012, p.10).

En otras palabras, la aplicación del concepto de gamificación no crea juegos, sino que crea entornos similares a los juegos, pero con un propósito que no es en esencia el de jugar, sino el de aprender, ya que la gamificación utiliza una serie de elementos del juego para elevar el nivel de colaboración y participación entre los usuarios cuando realizan tareas, mejorando la motivación en el proceso educativo (Malas & Hamtini, 2016).

### ***5.2.2 Factores estudiados en la literatura y metodología empleada.***

Diversos estudios acerca de la gamificación han evaluado los efectos de usar herramientas gamificadas en entornos tanto educativos como empresariales, con el fin de incrementar la tasa de participación del usuario por medio de la motivación y compromiso que se adquiere con la herramienta. En la investigación de Silva, Rodrigues & Leal (2019), se involucra la teoría de "flujo" para estudiar los factores que inciden en dos herramientas gamificadas llamadas Accountingame y Marketingame, las cuales buscan apoyar los resultados de aprendizaje en los cursos impartidos de contabilidad y marketing para estudiantes de pregrado en una universidad en Portugal. La teoría de flujo se basa en un estado de ánimo caracterizado por una alta concentración y enfoque en las actividades que causan gran placer e intensa motivación intrínseca (Csikszentmihalyi, 1990). Los factores que intervienen en esta teoría se concentran en la claridad del juego, la retroalimentación, el desafío, la autonomía, la interacción social y el aprendizaje percibido. Por su parte, Fu, Su & Yu (2009), quienes también se basan en esta teoría para generar un instrumento de medición estándar en un curso de aprendizaje de pregrado llamado

“Introducción a la aplicación del software”, tienen en cuenta cuatro juegos de e-learning, en los que se miden estos mismos factores adicionando la inmersión, la concentración, el control de la herramienta y el género del usuario que participa en el juego. Otros autores tienen en cuenta factores en la gamificación como el compromiso, el desafío, la competencia, los objetivos, la autonomía del aprendizaje, la representación multimedia y la jugabilidad (Chung Ho Su, 2016). Estos factores están correlacionados con la motivación, la ansiedad de aprendizaje y la carga cognitiva de la herramienta para determinar el desempeño académico en el curso en el que se usa la herramienta gamificada (Chung Ho Su, 2016).

En este sentido, las investigaciones coinciden en la evaluación de un subconjunto de factores para las herramientas gamificadas, entre los cuales se mencionan la inmersión, el compromiso, la preferencia del uso, el conocimiento que brinda la herramienta, la motivación del jugador, la utilidad de la herramienta y el regocijo. Por tanto, la presente investigación se centrará en el estudio de algunos de estos factores de interés.

En cuanto a las técnicas y métodos usados por los autores para evaluar los diferentes factores asociados a las herramientas gamificadas, se mencionan métodos estadísticos que permiten evaluar relaciones entre los factores o una relación de causalidad entre estos y los efectos percibidos de las herramientas gamificadas en entornos de aprendizaje. Para esto, la literatura registra el uso de diversos instrumentos de medición con el fin de recopilar información y usarla para el análisis estadístico (Filippou, Cheong & Cheong, 2018; Fornell & Larcker, 1981; C. H. Su & Cheng, 2015; Chung Ho Su, 2016). Entre los instrumentos comúnmente utilizados se mencionan entrevistas y encuestas con ítems relacionados a cada factor que se miden según la escala de Likert. Los estudios coinciden en el cálculo de validez y fiabilidad de los instrumentos (Fornell & Larcker, 1981). Nunnally (1967), por ejemplo, afirma que cuanto más abstracta es una variable o factor, más difícil

es validarla. Por ello, Churchill (1979) recomienda dos estudios antes de usar la escala para cualquier investigación sustantiva. El primer estudio es solo para desarrollar las medidas y proporcionar alguna evidencia de fiabilidad y validez. El segundo estudio tiene el fin de probar las hipótesis de la investigación teniendo en cuenta un análisis cuantitativo. Churchill (1979) recomienda que se calcule el coeficiente Alfa de Cronbach y que se eliminen los elementos que no funcionan antes de aplicar el análisis estadístico. La fiabilidad es utilizada para evaluar la coherencia y la estabilidad de un cuestionario y se mide a través del Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ). Por su parte, la fiabilidad compuesta (CR) se usa para juzgar la consistencia interna, y muestra si la validez de un cuestionario puede medir realmente el objetivo de la investigación, y en qué grado la escala es válida (Chung Ho Su, 2016).

Una vez se tenga validada la escala, es necesario un tratamiento consistente de los datos. En diversas investigaciones, para analizar de forma adecuada la complejidad de los fenómenos psicológicos, se utilizan métodos multivariados. El número de técnicas multivariadas que se utilizan en las ciencias blandas es bastante amplio. Entre las más comunes se destacan la regresión múltiple, el análisis factorial, el análisis de la varianza y el análisis discriminante (Cupani, 2012). Sin embargo, estas técnicas solo representan una única relación entre variables dependientes e independientes (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 2001). Por otro lado, otras técnicas multivariadas son usadas para correlacionar constructos estudiados teniendo en cuenta las relaciones de dependencia en las que muchas de las mismas variables afectan a cada una de las variables dependientes, pero con efectos distintos (Hair et al., 2001). Este es el caso de los modelos de ecuaciones estructurales (Structural Equation Modeling, SEM), que también se han utilizado para analizar los efectos de algunos factores en las herramientas gamificadas. Según Kahn (2006), se puede pensar que el modelo de ecuaciones estructurales es una extensión de varias técnicas

multivariadas como la regresión múltiple y el análisis factorial. Además, esta técnica permite emplear múltiples medidas que representan el constructo y controlar el error de medición específico de cada variable (Cupani, 2012). De cualquier forma, las diferentes técnicas multivariantes se utilizan dependiendo del tratamiento de datos y de los objetivos de la investigación. En la Tabla 4 se muestran las técnicas estadísticas usadas con mayor frecuencia en estudios cuantitativos relacionados con la gamificación.

**Tabla 4**

*Técnicas multivariantes usadas en el análisis de efectos de la gamificación*

<b>Autores</b>	<b>Objetivo de la investigación</b>	<b>Técnicas Multivariantes</b>
<b>(Cózar-Gutiérrez &amp; Sáez-López, 2016)</b>	Analizar la aplicación del aprendizaje basado en juegos y la gamificación utilizando MinecraftEdu para estudiantes de educación primaria.	Test de Wilcoxon Prueba de señal Análisis Factorial Exploratorio (EFA) Análisis de Componentes Principales Método de rotación VARIMAX
<b>(Orhan Göksün &amp; Gürsoy, 2019)</b>	Investigar si la utilización de dos herramientas gamificadas (Kahoot y Quizziz) condujo a una diferencia en el rendimiento académico y la participación de los estudiantes.	Análisis Multivariante de la Varianza (MANOVA)
<b>(Van Der Heijden, 2004)</b>	Estudiar las diferencias en la aceptación del usuario para una herramienta gamificada estudiando la satisfacción, utilidad y facilidad de uso para evaluar la intención de uso.	Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM)
<b>(Love et al., 2016)</b>	Examinar la viabilidad (accesibilidad, compromiso e impacto) de agregar funciones de redes sociales y juegos y el acceso a través de teléfonos inteligentes a un programa de paternidad en desarrollo basado en evidencia, Triple P Online.	Análisis de la Varianza (ANOVA)
<b>(Filippou et al., 2018)</b>	Evaluar los factores que inciden en la preferencia del uso de una herramienta gamificada llamada QuickQuiz.	Análisis Factorial Confirmatorio (CFA) Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM) Mínimos Cuadrados Parciales (PLS) Regresión lineal

<b>Autores</b>	<b>Objetivo de la investigación</b>	<b>Técnicas Multivariantes</b>
<b>(C. H. Su &amp; Cheng, 2015)</b>	Implementar la solución mobile gamification learning system (MGLS) que abarca una serie de actividades de aprendizaje acerca de insectos, orientadas hacia la integración de elementos del juego en un curso de diseño, desarrollado para un ambiente de aprendizaje al aire libre.	Análisis de la Varianza (ANOVA)
<b>(Yang, Asaad, &amp; Dwivedi, 2017)</b>	Examinar el concepto gamificación en el contexto de marketing y sus efectos sobre la intención de la participación de los usuarios y la actitud hacia la marca.	Análisis Factorial Confirmatorio (CFA) Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM)

### *5.2.3 Aproximaciones al tamaño de muestra en la literatura encontrada.*

A pesar de que la elección de un tamaño de muestra para la toma de datos resulta tener un papel fundamental en la investigación de acuerdo con el método científico, los estudios analizados en la revisión de la literatura difieren en sus cálculos. Desde un acercamiento teórico, en general, los investigadores no proporcionan pautas para el tamaño de la muestra, y no existen parámetros definidos respecto al número de sujetos que se necesitan para evaluar la consistencia entre los elementos en una investigación de este tipo (Churchill, 1979). DeVellis (1991) afirma que, para un análisis estadístico multivariante con instrumentos de medición, 300 sujetos es un buen tamaño de muestra, mientras que Spector (1992) sugiere tamaños de muestra de 100 a 200. En cuanto a ítems, Nunnally (1967) afirma que diez temas por ítem es el mínimo para el análisis factorial, y Hinkin (1995) menciona proporciones de ítems a encuestados de 1: 4 a 1:10. DeVellis (1991) señala también que los tamaños de muestra pequeños pueden causar inestabilidad en las estimaciones de covarianza. La inestabilidad en la estructura de factores también es un resultado documentado para los tamaños de muestra pequeños. Asimismo, una muestra insuficiente puede ser incapaz de recuperar o revelar la verdadera estructura de factores de un conjunto de elementos intercorrelacionados.

#### ***5.2.4 Principales hallazgos en la literatura.***

En un estudio realizado en Taiwán en el que participaron 58 estudiantes universitarios de segundo año que tomaron un curso gamificado de inglés y tenían una experiencia mínima en el uso de dispositivos móviles para el m-learning, se encontró que los estudiantes sintieron que el m-learning les ofrecía la oportunidad de adquirir más información que en una clase tradicional y que esta herramienta apoyaba el aprendizaje colaborativo y ubicuo. Muchos estudiantes indicaron que el uso de dispositivos móviles junto con tareas basadas en juegos mejoró su motivación y se divertieron mucho más en el aprendizaje del inglés (Gafni et al., 2017).

Landers (2014) creó una red social en línea que fue utilizada para motivar a los estudiantes a completar pruebas online gamificadas de opción múltiple con el fin de mejorar su aprendizaje (Roediger & Karpicke, 2006). Al final del semestre, los estudiantes describieron su experiencia con la herramienta gamificada como divertida, agradable y gratificante. Los autores interpretan esto como un fuerte beneficio para el concepto de gamificación y sugieren más estudios para investigar los posibles beneficios del aprendizaje usando herramientas gamificadas.

En el estudio empírico realizado por Kuo & Chuang (2016), se aplicó la gamificación a un ejercicio en línea para promover contenido educativo. Desde el punto de vista de la organización, se logró el propósito de atraer primero a las personas y luego aumentar su compromiso y motivación, presentando una oportunidad para una fase de publicidad en difusión académica. En comparación con el aprendizaje o la capacitación basados en juegos, los autores mencionan la necesidad de más consideraciones de ingeniería y diseño personalizadas en la gamificación, con un enfoque en el equilibrio entre los esfuerzos, el tiempo dedicado y el valor de las recompensas cuando se implementa un sistema de estímulos (Wang & Sun, 2011). Por otro lado, en el estudio

de Chung Ho Su (2016), se desarrolló un software gamificado en un curso para estudiantes de ingeniería de software y se demostró que el diseño en la gamificación juega un papel fundamental, y debe hacerse hincapié en el aprendizaje de contenidos y desarrollo curricular. De ello se desprende que las estrategias gamificadas de enseñanza deben ser reforzadas con enfoques más creativos en la enseñanza de la ingeniería de software y deben ser adaptadas con el fin de amplificar el aprendizaje de los estudiantes en términos de la motivación, la carga cognitiva y el rendimiento académico.

El estudio de Silva et al. (2019) examinó el impacto de algunas características de los juegos, como la concentración, la claridad, la retroalimentación, el desafío, la autonomía, la interacción social y el aprendizaje percibido. Usando la escala gameFlow de Fu et al. (2009), se realizó un análisis cuantitativo recurriendo al software SPSS / AMOS 24 y aplicando un modelo de ecuaciones estructurales. Los resultados sugieren que el uso de juegos de negocios puede representar una herramienta útil para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, su nivel de competencia y sus habilidades para tomar decisiones gerenciales.

Del análisis preliminar de la literatura se puede concluir que (1) la gamificación es un término relativamente reciente, pero que su estudio está creciendo, hecho asociado al número de ejercicios gamificados no solo en el aula, sino también en entornos empresariales. (2) Entre los factores asociados a la gamificación que han sido más estudiados en la literatura se encuentran: Motivación, Facilidad de Uso, Satisfacción, Compromiso, Conocimiento, Utilidad, Inmersión, Interacción Social, Habilidades Personales, Beneficios Recíprocos, Participación Activa y Autonomía. (3) Para su estudio se han empleado metodologías que incluyen las técnicas multivariantes, con especial énfasis en los Análisis Factoriales Confirmatorios y Exploratorios (AFC y AFE, respectivamente) y los Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM). (4) En la literatura previa no

existe un consenso sobre el tamaño de la muestra analizada al evaluar diferentes factores asociados a la gamificación y tampoco se declara un valor óptimo de ítems a evaluar. No obstante, se sugieren muestras por encima de 100 individuos y una relación mínima de ítems-encuestados de 1:4 según el instrumento de medición a utilizar. (5) Entre los resultados más relevantes encontrados se señala el incremento en el aprendizaje de estudiantes que utilizaron las herramientas gamificadas, la motivación de los mismos por continuar con el proceso de aprendizaje y la preferencia de estas herramientas comparadas con métodos tradicionales.

## **6. Marco de Referencia**

### **6.1 Marco de antecedentes**

En la investigación titulada “*A Model to investigate preference for use of gamification in a learning activity*” por Filippou et al. (2018), se establece un modelo matemático mediante estadística multivariante como el análisis de ecuaciones estructurales. Por medio de este método los autores establecen la relación entre diferentes factores como el compromiso, la motivación, la inmersión, la diversión y el conocimiento para concluir si la herramienta didáctica estudiada (videojuego) genera una preferencia en el uso de los estudiantes.

Por otro lado, el trabajo titulado “*Engagement in the course of programming in higher education through the use of gamification*”, realizado por Rojas, Rincón, Mena, García & Ramirez (2019), analiza las consecuencias de utilizar la gamificación en cursos de programación universitarios por medio de desafíos virtuales durante el curso. Por medio de análisis estadístico, como la utilización del Alfa de Cronbach, diagramas de cajas y bigotes y estadística descriptiva, se analizaron los resultados de las encuestas diligenciadas por los estudiantes para la evaluación de dicha herramienta, la cual demostró ser representativa para la evaluación de las competencias de los estudiantes.

En el trabajo de grado titulado “Modelo de Ecuaciones Estructurales para el Estudio de la Percepción de los Estudiantes de Pregrado de Ingeniería Industrial con el Proyecto Educativo del Programa-PEP”, para aspirar al título de ingenieras industriales, Buitrago & Tovar (2017) formulan un Modelo de Ecuaciones Estructurales para el estudio de la percepción de los estudiantes de pregrado de Ingeniería Industrial con el Proyecto Educativo del Programa-PEP.

Este estudio cuantitativo se basó en el estudio de la percepción de los estudiantes, para ello se utilizó un instrumento de medición con el fin de recolectar la información y se definieron unos constructos que fueron analizados mediante la formulación de un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM). El modelo permitió conocer la percepción de los estudiantes a través de 15 variables latentes medidas por 40 variables observadas.

En el trabajo de grado “El uso de las técnicas de gamificación en la adquisición de vocabulario y el dominio de los tiempos verbales en inglés” para aspirar al título de Magister en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación, realizado por Rodríguez & Galeano (2015), se buscó evaluar la incidencia que tiene un videojuego educativo apoyado en técnicas de gamificación en el proceso de adquisición de vocabulario y dominio de los tiempos verbales en inglés en dos grupos de estudiantes de grado 5° de la Institución Educativa Sikuaní Ciudad Jardín Norte, en Bogotá Colombia. A la luz de los resultados obtenidos, tras las cinco sesiones de intervención con la herramienta gamificada (Dracolíngual), en un grupo experimental y uno de control, fue posible afirmar que sí existen diferencias significativas entre los puntajes obtenidos por el grupo gamificado, frente al no gamificado. Esto demuestra que, en efecto, el uso de las técnicas de gamificación en un videojuego incide positivamente en la adquisición de conocimiento, pues aumenta el dominio de vocabulario y tiempos verbales en inglés.

## **6.2 Marco teórico**

### ***6.2.1 Herramientas de aprendizaje.***

Durante su proceso de aprendizaje los estudiantes emplean diferentes estrategias para acceder al conocimiento, estas estrategias son herramientas que constituyen el sistema que mejor se adapta a las necesidades y posibilidades de los estudiantes en formación, y su efectividad dependerá de su diseño y correcta implementación (Palomo & Sánchez, 2006).

En ese sentido, las herramientas de aprendizaje buscan generar en el estudiante facilidades inherentes a la actividad educativa. Dichas herramientas han mostrado una evolución en los últimos años en entornos presenciales y virtuales de aprendizaje. Las plataformas e-learning, por ejemplo, constituyen tecnologías que a través de Internet facilitan un escenario para la enseñanza y aprendizaje. Esta herramienta se presta para la educación a distancia pues permite que docentes y estudiantes empleen instrumentos de comunicación virtual para intercambiar contenidos, de modo que resulte de mutuo beneficio (Verdezoto & Chávez, 2018).

Por otra parte, implementar la gamificación para generar motivación y compromiso en el estudiante involucra la aplicación de diferentes elementos del juego en estos contextos educativos, de tal modo que se construyen herramientas de aprendizaje denominadas herramientas gamificadas que, por su parte, pueden ser impartidas tanto de manera presencial como virtual.

### ***6.2.2 Gamificación.***

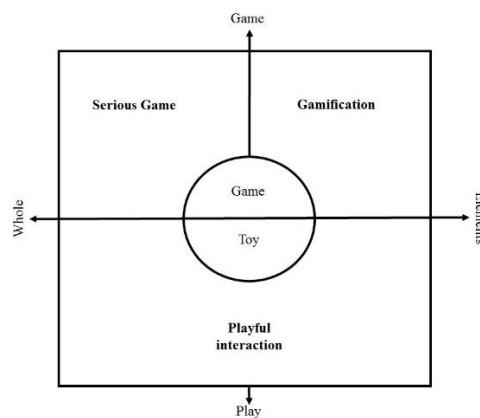
La idea de la gamificación ha generado un intenso debate público gracias a la polémica de la utilización de juegos en contextos de aprendizaje, así como en numerosos campos, incluidos la productividad, las finanzas, la salud, la educación, la sostenibilidad, las noticias y el entretenimiento multimedia (Kim & Lee, 2015).

Es importante mencionar que el núcleo de la definición es que un juego no se crea por sí solo, por el contrario, las herramientas gamificadas tienen en cuenta un proceso preexistente o un contexto (como una escuela o un curso educativo) y se basan en características tomadas de los juegos (Landers, 2014). El objetivo de la gamificación no es crear un juego, es transferir los elementos del juego en el mundo real para capturar sentidos similares sin salir de la realidad (Orhan Göksün & Gürsoy, 2019).

Entre los autores más importantes de la gamificación se encuentra Sebastian Deterding (2011), quien define la gamificación como “el uso de elementos del diseño del juego en contextos que no son necesariamente juegos” (p.2). En esta definición, Deterding (2011) diferencia la gamificación de los juegos serios y el diseño para interacciones lúdicas, como se ilustra en la Figura 6, pues afirma que la gamificación no se usa únicamente para juegos que buscan un fin interactivo, sino que, usando los elementos de dichos juegos (la acumulación de puntos, el escalado de niveles, la obtención de premios, clasificaciones, desafíos y misiones o retos, entre otros), busca otros propósitos como el de generar motivación, compromiso o *engagement* entre los usuarios.

### Figura 6.

*Definición de gamificación.*



*Nota.* Adaptado de Deterding et al., (2011).

Otros autores como Werbach & Hunter (2012) afirman que la gamificación se centra en refuerzos, los cuales desarrollan una repetición del comportamiento en la esfera de la educación. Estos pueden ser extrínsecos (premios/dinero) o intrínsecos (goce/diversión). Como Skinner (1938) ha señalado que solo se repiten las conductas que tengan resultados satisfactorios, la gamificación se centra en la repetición de los resultados deseados, de modo que el comportamiento deseado se convierte en un hábito (Riaz et al., 2019).

### ***6.2.3 Preferencia del uso.***

Hsu & Lu (2007) introdujeron el concepto de preferencia, lo definen como "el grado de sentimientos positivos de los usuarios acerca de participar, en este caso, en comunidades de juegos en línea" (p.7). Por otra parte, la lealtad hacia la herramienta gamificada es la intención de mantener el uso de un servicio, como por ejemplo un sitio web. La lealtad hacia el sitio web aumentará mientras que un cliente aumente el uso del servicio repetitivo.

Un estudio realizado por Bourgonjon, Valcke, Soetaert & Schellens (2010) modeló la aceptación de los videojuegos en estudiantes de un salón de clases. Esto se logró mediante la medición de la preferencia de los estudiantes por los videojuegos teniendo en cuenta los elementos que regían dicho videojuego. Otras investigaciones indican que la preferencia de una herramienta mide la efectividad de la misma. El efecto de los elementos proporcionados es la pieza clave con la cual el estudiante decidirá si prefiere una herramienta u otra y esto corresponderá a la efectividad de la actividad educativa (Filippou et al., 2018).

#### ***6.2.4 Estadística multivariante.***

El análisis multivariante (AM) es la rama de la estadística y del análisis de datos que estudia, analiza, representa e interpreta los datos que resultan de observar más de una variable estadística sobre una muestra de individuos (Coronados, Viltres & Vega, 2017). Este tipo de análisis estadístico se ha utilizado en diferentes investigaciones como se menciona en la revisión de la literatura, con el fin de definir los factores que inciden en las herramientas gamificadas estudiadas. En este estudio, la Estadística Multivariante se usará para encontrar las relaciones y correlaciones entre los factores que inciden en la preferencia del uso de la herramienta gamificada DIDACTIC CITY.

**6.2.4.1 Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM).** El modelo de ecuaciones estructurales (Structural Equation Modeling, SEM) permite examinar simultáneamente una serie de relaciones de dependencia, y es particularmente útil cuando una variable dependiente se convierte en variable independiente en posteriores relaciones de dependencia. Además, muchas de las mismas variables afectan a cada una de las variables dependientes, pero con efectos distintos (Hair et al., 2001). El software “Análisis de Estructuras Momentáneas” (Analysis of Moment Structures, AMOS), que fue creado por Arbuckle (2003), permite al usuario que especifique, vea y modifique el modelo de ecuaciones estructurales gráficamente por medio del uso de herramientas gráficas sencillas.

#### **6.2.4.2 Tipos de variables en los Modelos de Ecuaciones Estructurales**

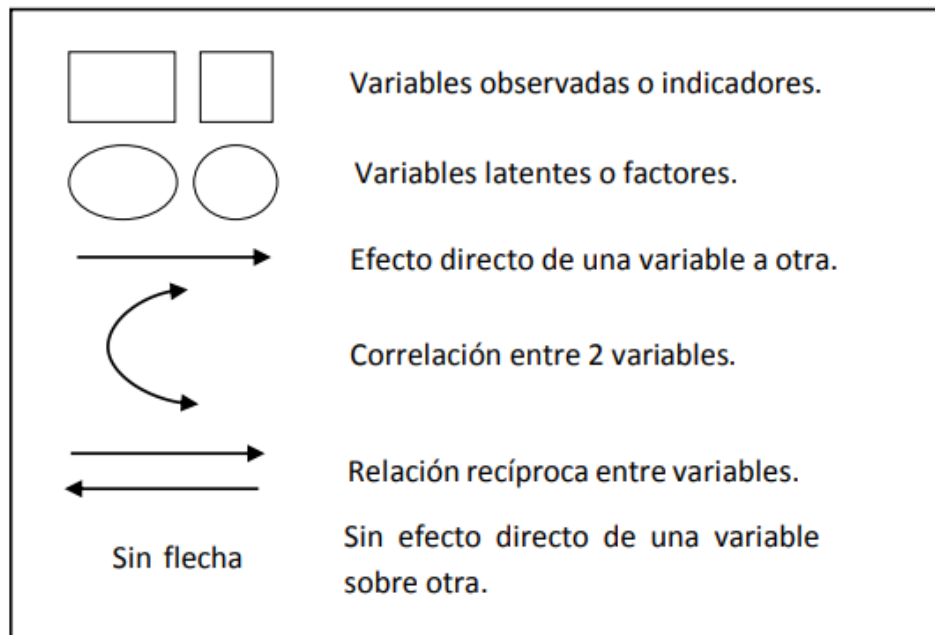
- **Variables observables:** son aquellas que pueden ser observadas o medidas de una manera directa.

- **Variables latentes o factores:** son aquellas que se infieren de las variables observadas y no pueden medirse directamente. Dentro de estas variables, se encuentran:
  - **Variables exógenas:** son variables independientes ya que no aportan información a otras variables.
  - **Variables endógenas:** son variables dependientes ya que aportan información a otras variables. Toda variable endógena debe ir acompañada de un error.
  - **Variable error:** son variables que declaran las varianzas asociadas a la medición de las demás variables.

**6.2.4.3 Diagrama de red (path diagram).** *El diagrama de red es una herramienta para visualizar las diferentes relaciones entre las variables dentro de un Modelo de Ecuaciones Estructurales. Para comprender los diagramas de red o trayectoria es necesario conocer las convenciones mostradas en la Figura 7.*

**Figura 7**

*Convenciones diagrama de trayectoria.*



*Nota.* Adaptado de Buitrago J. & Tovar L., (2017).

**6.2.4.4 Análisis Factorial.** El análisis factorial se utiliza para reducir y resumir los datos eliminando las dependencias o independencias de los mismos (Malhotra, 1997). De igual manera se utiliza para identificar los constructos que explican las correlaciones entre las variables observadas (Cuautle, 2010). El modelo general del análisis factorial está definido por la siguiente expresión:

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + e_i \quad (7)$$

Donde:

$X_i$ : es la  $i$ -ésima puntuación de la prueba  $i$  con media cero y varianza uno.

$F_1, F_2, \dots, F_m$ : son los  $m$  factores comunes no correlacionados, cada uno con media cero y varianza uno.

$a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}$ : son las cargas de los factores para la  $i$ -ésima prueba.

$e_i$ : es el factor específico a la  $i$ -ésima prueba que no está correlacionado con ningún factor común y tiene media cero y varianza uno.

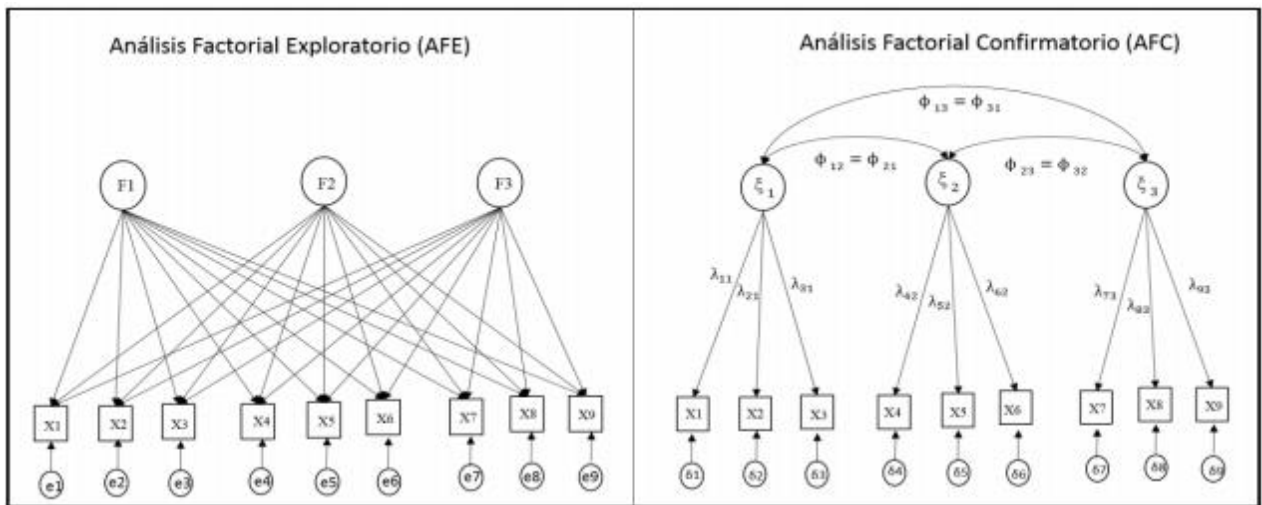
El análisis factorial se puede estudiar mediante dos métodos diferentes, el Análisis Factorial Confirmatorio (AFC) o el Análisis Factorial Exploratorio (AFE).

**6.2.4.5 Análisis Factorial Exploratorio (AFE).** El AFE permite generar estructuras de modelos teóricos e hipótesis que se puedan contrastar empíricamente, sin tener especificaciones previas del modelo ni considerar tanto el número de factores como la relación entre estos (Escobedo Portillo, Hernández Gómez, Estebané Ortega & Martínez Moreno, 2016). En otras palabras, este análisis no requiere hipótesis sobre cómo están relacionados los indicadores de un factor o variable latente.

**6.2.4.6 Análisis Factorial Confirmatorio (AFC).** El AFC, por su parte, permite generar las estructuras del análisis multivariante según una serie de hipótesis planteadas previamente por el investigador, de esta manera el análisis factorial confirma las deducciones del investigador teniendo en cuenta las especificaciones a priori y las restricciones hechas en el modelo de factores. Una comparación gráfica de los dos tipos de análisis factorial se muestra en la Figura 8.

**Figura 8**

*Comparación Análisis Factorial Exploratorio y Confirmatorio.*



*Nota.* Adaptado de Buitrago J. & Tovar L., (2017).

### 6.2.5 Pasos para un Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM).

Para la formulación y el análisis de un Modelo de Ecuaciones Estructurales, diferentes autores han establecido una serie de pasos a tener en cuenta en los SEM (Cupani, 2012; Escobedo María, Hernández, Estebané, & Martínez, 2016; Hair et al., 2001). A continuación, se menciona cada uno de ellos.

**6.2.5.1 Especificación.** En este primer paso, el investigador se centra en formular un modelo cuyas relaciones entre variables endógenas y exógenas son hipotéticas en consideración a un respaldo teórico que posteriormente se analizará con los resultados del modelo. Es importante tener en cuenta que toda relación entre variables que no especifica el investigador se considera con valor nulo en el modelo.

**6.2.5.2 Identificación.** Este paso es vital para el resultado del modelo, ya que con la identificación se determina si el modelo puede estimar todos los parámetros que se mencionan en él. Para ello es importante tener en cuenta la regla de los grados de libertad, ya que estos indicarán la parsimonia del modelo. Para el cálculo de los grados de libertad se debe considerar la diferencia entre el número de varianzas y covarianzas formulada en la ecuación 8 y los parámetros a estimar del modelo.

$$\frac{s(s+1)}{2} \quad (8)$$

Donde  $s$  es el número de variables observadas.

Según Cupani (2012), los modelos se pueden clasificar así:

- **Modelo Subidentificado:** suceden cuando los números de varianza y covarianza son menores que los parámetros a estimar, esto quiere decir que los grados de libertad del modelo son negativos ( $gl < 0$ ) lo que significa que se intentan estimar más parámetros de los que permite la información disponible.
- **Modelo identificado:** un modelo identificado sucede cuando los números de varianza y covarianza tienen exactamente el mismo valor, es decir, tiene exactamente cero grados de libertad ( $gl = 0$ ). Aunque esto ofrece un ajuste perfecto del modelo, la solución es única y no se puede generalizar.

- **Modelo Sobreidentificado:** un modelo es sobreidentificado cuando su número de varianza y covarianza es mayor que la cantidad de parámetros a estimar, es decir que los grados de libertad son positivos ( $gl > 0$ ). Al igual que otras técnicas multivariantes, el investigador se esfuerza por conseguir un ajuste aceptable con el mayor grado de libertad posible, esto asegura que el modelo sea tan generalizable como sea posible, lo cual es el objetivo de los Modelos de Ecuaciones Estructurales.

**6.2.5.3 Estimación de parámetros.** La estimación implica determinar los valores de los parámetros desconocidos y su respectivo error de medición. El proceso de estimación consiste en determinar cuáles serían los valores que deberían asumir los parámetros del modelo para obtener covariaciones que se asemejen a las covarianzas observadas en la muestra. Básicamente los diferentes métodos de estimación que se pueden utilizar comparten la misma lógica: obtener los valores de los parámetros que maximizan la igualdad entre las covarianzas pronosticadas por el modelo y las observadas en la muestra (Medrano & Muñoz-Navarro, 2017). Como en la regresión múltiple, diferentes investigadores estiman los coeficientes no estandarizados y estandarizados de los parámetros. Para estimar los parámetros desconocidos, los investigadores suelen utilizar programas especiales para el SEM, como el LISREL, AMOS y el EQS (Cupani, 2012). Dentro de las técnicas más usadas para la estimación de parámetros se encuentran:

- **Máxima verosimilitud (MV).** Es una de las técnicas ampliamente empleadas en la mayoría de los programas informáticos para la estimación de modelos estructurales debido a su eficiencia. Es una técnica no sesgada cuando se cumplen los supuestos de normalidad multivariada, especificación correcta del modelo y tamaño de la muestra considerable. Cuando no se cumple el criterio de la normalidad, se hace necesario el uso de técnicas de estimación alternativas.

- **Método de Mínimos Cuadrados No Ponderados (ULS).** Es una técnica de estimación de parámetros que no requiere ningún tipo de supuesto y produce resultados asintóticamente válidos para tamaño de muestras grandes. Para emplear este método de estimación se deben tomar como datos de partida la matriz de varianzas y covarianzas estandarizadas o matriz de correlaciones para arreglar el problema de la dependencia de las unidades de medida.
- **Mínimos cuadrados generalizados (GLS).** Este método guarda relación con el método de máxima verosimilitud ya que se deben cumplir los mismos criterios y se puede emplear bajo las mismas condiciones; sin embargo, se obtienen restricciones cuando el modelo aumenta y se vuelve complejo e inadecuado (Buitrago & Tovar, 2017).
- **Mínimos Cuadrados Parciales (PLS).** Este método reduce los predictores al número menor de componentes no correlacionados y realiza una regresión de mínimos cuadrados sobre estos componentes y no sobre los datos originales. Es importante mencionar que los predictores se pueden medir teniendo en cuenta el error, lo que hace la técnica más robusta a la incertidumbre de las mediciones.

Análisis de Componentes Principales (PCA). Este método consiste en estimar las puntuaciones factoriales mediante las puntuaciones tipificadas de los primeros k-componentes y la matriz de cargas factoriales mediante las correlaciones de las variables originales con dichos componentes.

**6.2.5.4 Evaluación del ajuste.** La evaluación o bondad de ajuste se refiere a la exactitud en los datos del modelo para determinar si es correcto y sirve para los propósitos del investigador.

Las medidas de calidad del ajuste pueden ser de tres tipos: (1) medidas absolutas del ajuste que evalúan el ajuste global del modelo, (2) medidas del ajuste incremental que comparan el modelo propuesto con otros modelos especificados por el investigador, o (3) medidas del ajuste de parsimonia, que ajustan las medidas de ajuste para ofrecer una comparación entre modelos con

diferentes números de coeficientes estimados. Estas medidas se pueden calcular por medio de indicadores que tienen niveles de ajuste aceptable para el ajuste del modelo. En la Tabla 5 se mencionan algunos de estos indicadores con su respectivo objetivo.

**Tabla 5**  
*Medidas de Bondad de Ajuste*

<b>Medida de Bondad de Ajuste</b>	<b>Niveles de ajuste aceptable</b>
<b>Medidas de ajuste Absoluto</b>	
Chi-Cuadrado/grados de libertad	< 3
Parámetro de No Centralidad (NCP)	Tomados de Chi-cuadrado
Índice de bondad de Ajuste (GFI)	Cercano a 1
Error de aproximación cuadrático medio (RMSEA)	< 0,05
Índice de Error Cuadrático Medio (RMR)	Cercano a 0
Índice de Validación Cruzada Esperada (ECVI)	Cercano a 1
<b>Medidas de ajuste incremental</b>	
Índice normado de ajuste (NFI)	>0,9
Índice No normalizado de ajuste o Tucker Lewis (NNFI/TLI)	≥0,9
Índice Ajustado de Bondad de Ajuste (AGFI)	≥0,9
Índice de bondad de ajuste (GFI)	≥0,9
<b>Medidas de ajuste de parsimonia</b>	
Índice de bondad de ajuste de Parsimonia (PGFI)	Entre 0,5 y 0,7
Índice de Ajuste Normado de Parsimonia (PNFI)	Cercano a 1
Chi-cuadrado normada	Entre 1 y 5
Criterio de información de Akaike (AIC)	Cercano a 0 indica parsimonia

Nota. Adaptado de Escobedo María et al., (2016)

**6.2.5.5 Reespecificación del modelo.** La reespecificación del modelo ayuda al investigador a saber si el primer modelo obtenido es el mejor, para lo que es necesario buscar métodos con el fin de mejorar el ajuste del mismo, añadiendo o eliminando los parámetros estimados del modelo original con sus justificaciones correspondientes.

Para tal caso, el valor del índice de modificación corresponde a la reducción del valor de chi-cuadrado, el cual se sugiere en un mínimo de 3,84 para ser significativo (Escobedo María et al., 2016).

**6.2.5.6 Interpretación de resultados.** La interpretación de los datos ayuda al investigador a establecer el modelo correcto y la aceptación o rechazo de las hipótesis, concluyendo con su investigación. Antes de tratar algunos enfoques para identificar las modificaciones del modelo, es aconsejable hacer tales modificaciones con cuidado y considerando las justificaciones teóricas antes que las empíricamente deseables.

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

Con el fin de recolectar la información necesaria para el respectivo análisis de la herramienta gamificada, se tuvieron en cuenta los siguientes pasos.

### **7.1 Selección de los Factores**

Antes de la ejecución de los casos de prueba, resulta importante determinar qué información se desea recolectar, para esto la revisión de la literatura facilita el panorama acerca de cuáles factores se deben estudiar. La selección de los factores a estudiar se realizó de la siguiente manera:

Primero se seleccionaron los factores más estudiados en la literatura. Estos fueron: Motivación, Facilidad de Uso, Satisfacción, Compromiso, Conocimiento, Utilidad, Interacción Social, Habilidades Personales, Beneficios Recíprocos, Participación Activa y Autonomía.

Después de esto, se aplicó una técnica cualitativa de preguntas a expertos. Dichos expertos hacen parte del proyecto DIDACTIC y se seleccionaron de acuerdo a los siguientes perfiles:

- Perfil Profesor con amplia experiencia en docencia.
- Perfil Investigador con amplia experiencia en investigación acerca de temas de gamificación.
- Perfil Programador con amplia experiencia en programación y desarrollo de videojuegos.
- Perfil Estudiante de educación virtual que juega con frecuencia videojuegos en línea.

Con la selección de las personas que cumplen con cada uno de los anteriores perfiles, se dispuso a generar la siguiente pregunta. Con base en su amplia experiencia, ¿en qué medida este factor afecta la preferencia para el uso de la herramienta gamificada DIDACTIC CITY?

La respuesta fue medida mediante una escala de Likert de 1 a 5 donde 1 representa “En total desacuerdo” y 5 representa “Muy de acuerdo”. Los resultados de esta consulta se evidencian en la Tabla 6 y los cálculos de los pesos asociados a cada uno de los factores, teniendo en cuenta que todos los perfiles se analizaron con la misma importancia (25%), se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 6**  
*Resultados de la consulta a expertos*

FACTOR	PERFIL DOCENCIA	PERFIL INVESTIGADOR	PERFIL PROGRAMADOR	PERFIL ESTUDIANTE
<b>Compromiso</b>	5	5	5	5
<b>Satisfacción</b>	5	5	5	5
<b>Interacción Social</b>	5	4	3	5
<b>Habilidades Personales</b>	4	4	3	3

FACTOR	PERFIL DOCENCIA	PERFIL INVESTIGADOR	PERFIL PROGRAMADOR	PERFIL ESTUDIANTE
<b>Motivación</b>	5	5	4	5
<b>Autonomía</b>	4	4	3	3
<b>Beneficios recíprocos</b>	4	3	2	4
<b>Facilidad de Uso</b>	5	5	4	5
<b>Conocimiento</b>	5	5	5	5
<b>Utilidad</b>	5	5	5	5
<b>Participación Activa</b>	3	3	2	4

**Tabla 7**

*Cálculo de los pesos asociados a cada factor*

FACTOR	PERFIL DOCENCIA	PERFIL INVESTIGADOR	PERFIL PROGRAMADOR	PERFIL ESTUDIANTE	PESO
<b>Compromiso</b>	1,25	1,25	1,25	1,25	5
<b>Satisfacción</b>	1,25	1,25	1,25	1,25	5
<b>Interacción Social</b>	1,25	1	0,75	1,25	4,25
<b>Habilidades Personales</b>	1	1	0,75	0,75	3,5
<b>Motivación</b>	1,25	1,25	1	1,25	4,75
<b>Autonomía</b>	1	1	0,75	0,75	3,5
<b>Beneficios recíprocos</b>	1	0,75	0,5	1	3,25
<b>Facilidad de Uso</b>	1,25	1,25	1	1,25	4,75
<b>Conocimiento</b>	1,25	1,25	1,25	1,25	5
<b>Utilidad</b>	1,25	1,25	1,25	1,25	5
<b>Participación Activa</b>	0,75	0,75	0,5	1	3

A continuación, se dispuso a dividir por cuartiles los resultados finales con el fin de establecer una segmentación de los factores más influyentes (Ver Tabla 8):

- Primer Cuartil. Corresponde a un porcentaje acumulado de hasta 25%. En este cuartil se encuentran los factores Conocimiento, Utilidad y Satisfacción, los cuales se categorizaron como variables de primer orden.

- Segundo Cuartil. Corresponde a un porcentaje acumulado de hasta 50%. En este cuartil se encuentran los factores Compromiso y Motivación, los cuales se categorizaron como variables de segundo orden.
- Tercer Cuartil. Corresponde a un porcentaje acumulado de hasta 75%. En este cuartil se encuentran los factores Facilidad de Uso, Interacción Social y Habilidades Personales, Sin embargo, gracias a que la herramienta gamificada DIDACTIC CITY no tiene elementos como partidas multijugador y es un videojuego que no requiere destrezas específicas para su uso, se suprimieron los factores Interacción Social y Habilidades Personales. La Facilidad de Uso se categorizó como una variable de tercer orden.
- Cuarto Cuartil. Corresponde a un porcentaje acumulado de hasta 100%. En este cuartil se encuentran los factores Autonomía, Beneficios Recíprocos y Participación Activa, los cuales se eliminaron por su bajo efecto.

De esta manera, los factores seleccionados para medir la Preferencia para el Uso de la herramienta gamificada DIDACTIC CITY fueron: Conocimiento, Utilidad, Satisfacción, Compromiso, Motivación y Facilidad de Uso.

**Tabla 8**  
*Segmentación de Cuartiles*

FACTOR	PUNTUACIÓN	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
<b>Conocimiento</b>	5	10,64%	10,64%
<b>Utilidad</b>	5	10,64%	21,28%
<b>Satisfacción</b>	5	10,64%	<b>31,91%</b>
<b>Compromiso</b>	5	10,64%	42,55%
<b>Motivación</b>	4,75	10,11%	<b>52,66%</b>
<b>Facilidad de Uso</b>	4,75	10,11%	62,77%
<b>Interacción Social</b>	4,25	9,04%	71,81%
<b>Habilidades Personales</b>	3,5	7,45%	<b>79,26%</b>
<b>Autonomía</b>	3,5	7,45%	86,70%

FACTOR	PUNTUACIÓN	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
<b>Beneficios recíprocos</b>	3,25	6,91%	93,62%
<b>Participación Activa</b>	3	6,38%	<b>100,00%</b>

## 7.2 Diseño del Instrumento de Medición

Teniendo en cuenta el apartado anterior, en el instrumento de medición se redactaron los ítems pertinentes a cada uno de los factores seleccionados. Para el diseño del instrumento se consideraron los ítems que miden cada factor según diversos autores que ya han medido estos mismos constructos (Ver apéndice A). Con un total de 35 preguntas se diseñó el instrumento de medición, adicionando información sociodemográfica del estudiante como su edad, género, carrera, nivel académico y una pregunta relacionada a la frecuencia de uso de videojuegos. Las preguntas se respondieron según escala de Likert de 5 categorías donde 1 es “totalmente en desacuerdo” y 5 “muy de acuerdo”. A continuación se menciona la cantidad de ítems por cada factor y su respectiva nomenclatura.

6 preguntas relacionadas con el factor Facilidad de Uso (EoU).

5 preguntas relacionadas con el factor Satisfacción (ENJ).

6 preguntas relacionadas con el factor Compromiso (ENG).

7 preguntas relacionadas con el factor Motivación (M).

4 preguntas relacionadas con el factor Conocimiento (K).

3 preguntas relacionadas con el factor Preferencia para el Uso (P).

4 preguntas relacionadas con el factor Utilidad (U).

Con el fin de no generar sesgos en el diligenciamiento de la encuesta, estas preguntas se ordenaron de manera aleatoria según el método de Parcelización propuesto por Hall, Snell & Singer (1999). El instrumento de medición piloto se encuentra en el apéndice A.

### 7.3 Validación del Instrumento de Medición Piloto

Antes de realizar el análisis multivariante de la información detectada, Churchill (1979) recomienda un estudio previo para desarrollar las medidas y proporcionar alguna evidencia de fiabilidad y validez del instrumento de medición. Para analizar el instrumento de medición, se llevó a cabo un estudio piloto con estudiantes de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander (EEIE - UIS) con una muestra total de 65 encuestados, de los cuales 10 registros fueron descartados debido a que los participantes no respondieron en totalidad la encuesta o no terminaron de realizar la prueba (Ver Figura 9).

#### Figura 9

*Pruebas de Validación del instrumento de medición.*



Una vez hecha la prueba, aspectos como la evaluación de los usuarios y la retroalimentación de otros expertos hacia el instrumento de medición permitieron eliminar ciertos ítems que causaban ruido en la toma de datos (Ver Tabla 9).

**Tabla 9***Eliminación de ítems según aspectos cualitativos*

FACTOR	ÍTEM A ELIMINAR	CAUSA
Facilidad de Uso	EoU2	Similitud con el ítem EoU1
	EoU5	Similitud con el ítem EoU6
Motivación	M4	Los ítems miden solo una sección específica del juego, lo cual no es necesario.
	M5	
	M7	

Con estas modificaciones, se generó el análisis de la fiabilidad teniendo en cuenta el Alfa de Cronbach, ya que es uno de los indicadores más usados en la literatura para medir la fiabilidad de instrumentos de medición tipo encuesta.

### 7.3.1 Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ).

El coeficiente alfa ( $\alpha$ ), propuesto por Lee J. Cronbach en el año 1951, expresa el grado en el que los ítems miden la misma variable, es decir, la homogeneidad. De esta manera su objetivo se orienta a calcular la confiabilidad de un instrumento cuyos ítems o reactivos conformen un único dominio, esto es, una variable o rasgo único (Quero, 2010). Los investigadores Mendoza & Garza (2009) consideran que, como regla general, las confiabilidades no deben ser inferiores a 0,80. Sin embargo, otros autores expresan que siempre que el coeficiente sea superior a 0,6 este se considera aceptable (Hair et al., 2001).

Una fórmula con la que se calcula el coeficiente  $\alpha$  es la siguiente:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum_{k=1}^n \sigma_k^2}{\sigma_x^2} \right) \quad (5)$$

Donde n es el número de partes, k y h son partes sobre las que se calcula el estadístico y  $\sigma$  son las varianzas de cada ítem. Según lo anterior, se dispuso a evaluar el Alfa de Cronbach en el instrumento de medición propuesto cuyos resultados por cada constructo se evidencian en la Tabla 10.

**Tabla 10**  
*Alfa de Cronbach Encuesta Piloto*

<b>FACTOR</b>	<b>ALFA DE CRONBACH</b>	<b>MUESTRA n</b>
<b>Facilidad de Uso</b>	0,825	55
<b>Motivación</b>	0,825	55
<b>Satisfacción</b>	0,782	55
<b>Conocimiento</b>	0,767	55
<b>Preferencia para el Uso</b>	0,825	55
<b>Compromiso</b>	0,628	55
<b>Utilidad</b>	0,758	55

Nota. Adaptado de SPSS

La fiabilidad del instrumento indica una robustez aceptable gracias a que los valores de alfas son mayores a 0,6. Sin embargo, por medio del Software SPSS, se analizaron los escenarios donde se podría incrementar el Alfa de Cronbach eliminando algunos ítems. Los resultados de este ejercicio sugirieron eliminar 4 ítems con el fin de incrementar la fiabilidad del instrumento (Ver Tabla 11).

**Tabla 11**  
*Comparación Alfa de Cronbach Encuesta Piloto*

<b>FACTOR</b>	<b>ALFA CON TODOS LOS ÍTEMS</b>	<b>ALFA CON MODIFICACIONES EN EL CONSTRUCTO</b>	<b>MODIFICACIONES</b>
<b>Facilidad de Uso</b>	0,825	0,825	Ninguna
<b>Motivación</b>	0,825	0,825	Ninguna
<b>Satisfacción</b>	0,782	0,824	Eliminación ítem ENJ3
<b>Conocimiento</b>	0,767	0,781	Eliminación ítem K2
<b>Preferencia para el Uso</b>	0,825	0,825	Ninguna
<b>Compromiso</b>	0,628	0,733	Eliminación ítems ENG2, ENG3
<b>Utilidad</b>	0,758	0,758	Ninguna

De esta manera, el instrumento de medición obtuvo alfas de Cronbach superiores a 0,73, lo que refleja una confiabilidad robusta. Por consiguiente, la encuesta se redujo a un total de 26 preguntas.

A continuación se menciona la cantidad final de ítems por cada factor del instrumento.

4 preguntas relacionadas con el factor Facilidad de Uso (EoU).

4 preguntas relacionadas con el factor Satisfacción (ENJ).

4 preguntas relacionadas con el factor Compromiso (ENG).

4 preguntas relacionadas con el factor Motivación (M).

3 preguntas relacionadas con el factor Conocimiento (K).

3 preguntas relacionadas con el factor Preferencia para el Uso (P).

4 preguntas relacionadas con el factor Utilidad (U).

Con el fin de evitar sesgos en el diligenciamiento de la encuesta, estas preguntas se ordenaron de manera aleatoria según el método de parcelización propuesto por Hall et al. (1999). El instrumento de medición final se evidencia en la Tabla 12 y el Apéndice B.

**Tabla 12**

*Instrumento de medición final*

#	Nomenclatura	ÍTEM
1	ENJ4	Encuentro la experiencia de usar DIDACTIC CITY agradable.
2	M1	Me siento motivado para terminar completamente el videojuego.
3	P2	Si tuviera que votar, votaría por usar DIDACTIC CITY en cursos virtuales.
4	P1	Si pudiera escoger, elegiría un curso donde se usara esta herramienta.
5	EoU1	Capté fácilmente el funcionamiento del videojuego DIDACTIC CITY.
6	U2	DIDACTIC CITY me ayudaría a obtener mejores resultados en las pruebas SABER PRO.
7	ENG5	No tengo certeza de lo que me pueda encontrar en DIDACTIC CITY y eso me genera interés.
8	M6	DIDACTIC CITY absorbió completamente mi atención.
9	K1	DIDACTIC CITY incrementa mi conocimiento en competencias ciudadanas.
10	K3	Me siento interesado en aprender sobre competencias ciudadanas con DIDACTIC CITY.

#	Nomenclatura	ÍTEM
11	K4	Me siento motivado a usar los conocimientos adquiridos de competencias ciudadanas en la vida diaria.
12	ENG4	Siento curiosidad por conocer todos los niveles y opciones que tiene DIDACTIC CITY.
13	M2	DIDACTIC CITY mantiene constante mi entusiasmo.
14	ENJ5	Encuentro la experiencia de usar DIDACTIC CITY interesante.
15	ENG1	Las actividades que puedo hacer en DIDACTIC CITY mantienen mi interés.
16	U4	Encuentro a DIDACTIC CITY como una herramienta útil.
17	ENJ1	Me siento feliz a la hora de usar DIDACTIC CITY.
18	P3	Me siento entusiasta acerca de usar DIDACTIC CITY en cursos virtuales.
19	ENJ2	Me siento aburrido a la hora de usar DIDACTIC CITY.
20	EoU4	Considero sencillo subir de nivel en DIDACTIC CITY.
21	U1	Usar DIDACTIC CITY incrementa mi rendimiento en competencias ciudadanas.
22	U3	DIDACTIC CITY es más eficaz comparado con otros métodos de enseñanza y aprendizaje.
23	M3	Me siento motivado cuando puedo obtener reconocimientos en DIDACTIC CITY.
24	EoU3	La interacción con DIDACTIC CITY es clara y entendible.
25	ENG2	Las actividades de DIDACTIC CITY me animan a usar la herramienta frecuentemente.
26	EoU6	Considero DIDACTIC CITY fácil de usar.

Adicionalmente, existen otros indicadores de fiabilidad que resultan importantes para el análisis de la validez del instrumento de medición. Con el fin de realizar una evaluación profunda, se dispuso a estudiar la Confiabilidad Compuesta (CR) y la Variación Promedio Extractada (AVE).

### 7.3.2 Confiabilidad Compuesta (CR).

Desde la clásica teoría de la prueba, la fiabilidad (validez convergente) de cada medida y en un factor único puede ser demostrada como:

$$\rho_y = \frac{\lambda_y^2}{\lambda_y^2 + \text{Var}(\varepsilon_y)} \quad (2)$$

Dónde  $\lambda_y$  es la carga factorial del constructo  $y$  y  $Var(\varepsilon_y)$  es la varianza del error del constructo  $y$ . Así, la confiabilidad compuesta del constructo  $\eta$  es definida como:

$$\rho_\eta = \frac{(\sum_{i=1}^p \lambda_{yi})^2}{(\sum_{i=1}^p \lambda_{yi})^2 + \sum_{i=1}^p Var(\varepsilon_i)} \quad (3)$$

Dónde  $\lambda_{yi}$  es la carga factorial del constructo  $y$  para cada ítem  $i$  y  $Var(\varepsilon_i)$  es la varianza del error de cada ítem  $i$ . Un resultado mayor a **0,7** resulta ser satisfactorio para medir la fiabilidad del constructo (Alarcón & Sanchez, 2015).

### 7.3.3 Variación Promedio Extraída (AVE).

Ahora bien, para examinar más a fondo la varianza compartida en el modelo de medición, es útil ampliar  $\rho_y$  para incluir varias mediciones. Aunque  $\rho_y$  indica la fiabilidad de una medida única y  $\rho_\eta$  la confiabilidad del constructo, ninguno mide la cantidad de varianza que es capturada por el constructo en relación a la cantidad de variación debido a errores de medición. La variación promedio extraída (AVE)  $\rho_{vc(\eta)}$  proporciona esta información y puede calcularse como

$$\rho_{vc(\eta)} = \frac{\sum_{i=1}^p \lambda_{yi}^2}{\sum_{i=1}^p \lambda_{yi}^2 + \sum_{i=1}^p Var(\varepsilon_i)} \quad (4)$$

Si  $\rho_{vc(\eta)}$  es inferior a 0,50, la varianza debido a errores de medición es mayor que la varianza capturada por el constructo  $\eta$ , y es cuestionable tanto la validez de los indicadores individuales ( $y$ ) como la construcción ( $\eta$ ). Es importante mencionar que el  $\rho_{vc(\eta)}$  es una medida más conservadora de  $\rho_\eta$ . Sobre la base de  $\rho_\eta$ , el investigador puede llegar a la conclusión de que la validez convergente de la construcción es la adecuada, aunque más del **50%** de la varianza es debido a un error (Fornell & Larcker, 1981).

En la Tabla 13 se evidencian los resultados de los anteriores indicadores, los cuales superan, en la mayoría de los casos, los requerimientos planteados anteriormente. De esta manera, se concluye

que el instrumento de medición a utilizar tiene una validez y fiabilidad confiable, por lo que se dispone de su uso para la recolección de la información necesaria en el análisis multivariante.

**Tabla 13**

*Fiabilidad del Instrumento de Medición Final*

<b>FIABILIDAD</b>	<b>ALFA DE CRONBACH (<math>\alpha</math>)</b>	<b>FIABILIDAD COMPUESTA (CR)</b>	<b>VARIACIÓN PROMEDIO EXTRACTADA (AVE)</b>
<b><i>Meta</i></b>	0,8	0,7	0,5
<b>Facilidad de Uso</b>	0,823	0,889	0,666
<b>Motivación</b>	0,829	0,887	0,663
<b>Satisfacción</b>	0,824	0,884	0,657
<b>Conocimiento</b>	0,781	0,874	0,699
<b>Preferencia para el Uso</b>	0,825	0,896	0,742
<b>Compromiso</b>	0,733	0,840	0,570
<b>Utilidad</b>	0,758	0,887	0,588

#### 7.4 Selección de la muestra

Para la recopilación de datos de este proyecto se usó la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, de tipo casual o fortuito, dado que la muestra se integró por voluntarios o unidades muestrales que se obtuvieron de forma casual. Sus resultados permitieron al equipo del proyecto captar información acerca de un cierto grupo de sujetos, sobre el fenómeno a estudiar.

Cabe mencionar que la población objetivo corresponde a estudiantes de educación virtual de carreras técnicas, tecnológicas y profesionales en Colombia. Dado que la exactitud de las encuestas por muestreo no depende del porcentaje de la totalidad de elementos que haya sido consultada, sino del número absoluto de estos, una muestra demasiado grande implica un despilfarro de recursos y una muy pequeña disminuye la utilidad de los resultados (Cochran, 1980). Por este motivo, este estudio consideró una muestra de no menos de 200 elementos muestrales. Un tamaño

de muestra a partir de 200 encuestados suena razonable para el análisis de ecuaciones estructurales, teniendo en cuenta autores como Spector (1992), que sugiere muestras de 100 a 200 encuestados, y Hinkin (1995), que menciona proporciones de ítems a encuestados de 1:4 hasta 1:10.

### **7.5 Ejecución de los Casos de Prueba**

Con las debidas correcciones generadas en el instrumento de medición a partir de los análisis de validez y fiabilidad, la ejecución de los casos de prueba se llevó a cabo mediante una campaña en redes sociales (Facebook e Instagram) entre el 15 de abril y el 15 de mayo del año 2020. Con el fin de obtener un tamaño de muestra razonable, esta campaña fue ejecutada con el apoyo del equipo de comunicaciones del proyecto DIDACTIC. Esta consistió en la creación de piezas gráficas para publicar en redes sociales con el fin de atraer el público necesario para este estudio, por medio de un sorteo que generó una atracción mayor en la población objetivo. La pauta publicitaria tuvo como finalidad llegar a jóvenes estudiantes universitarios de educación virtual mayores de 18 años (Ver Figura 10).

En este sentido, los casos de prueba constaron de las siguientes etapas: una primera etapa en la que el estudiante, después de firmar el consentimiento informado, procede a un acercamiento a la herramienta DIDACTIC CITY. Cuenta con aproximadamente 30 minutos de exposición a la herramienta gamificada, durante los cuales debe realizar una serie de tareas y cumplir unas misiones específicas diseñadas por el equipo del proyecto DIDACTIC. Posteriormente, una segunda etapa donde el sujeto procede al diligenciamiento del instrumento de medición por medio de Google Forms (5 minutos). De esta manera, cada individuo incurre en un tiempo promedio de 35 minutos. Es importante mencionar que la prueba remota fue diseñada con el fin de seguir estos

pasos de manera virtual y que los integrantes del equipo técnico del proyecto programaron la prueba de tal forma que el sujeto de prueba pueda ejecutar el juego de la manera más ágil posible.

**Figura 10**

*Piezas gráficas para campaña publicitaria.*



*Nota.* Adaptado de Proyecto DIDACTIC.

## 8. Análisis estadístico Multivariante

### 8.1 Especificación del Modelo Conceptual

Con la intención de generar el modelo conceptual que será validado por medio del Análisis Factorial Confirmatorio y la formulación del Modelo de Ecuaciones Estructurales, se dispone a profundizar en la literatura para generar las hipótesis del modelo que se describen a continuación y se evidencian en la Figura 11.

#### 8.1.1 Utilidad.

La utilidad percibida se define como el grado en el que una persona cree que el uso de un sistema en particular podría mejorar su rendimiento en una actividad específica (Landers & Armstrong, 2017). En la investigación de Van Der Heijden (2004), se confirma que la utilidad

percibida es la más fuerte predictora de aceptación del usuario a un entorno. La definición de utilidad percibida se centra en la atención a un beneficio externo gracias a la interacción sistema-usuario; por lo tanto, la construcción se centra en la motivación extrínseca. Así, para herramientas gamificadas, se puede esperar que la motivación extrínseca sea la dominante predictora de las intenciones de uso.

Los estudiantes desean que sus experiencias de aprendizaje sean relevantes y útiles, por lo que si se encuentran con una herramienta de aprendizaje útil, son más propensos a tener una preferencia por el uso de la misma (Prensky, 2010). Por lo anterior se propone la hipótesis:

*H1. La utilidad de la herramienta gamificada afecta positivamente la preferencia para el uso de la misma.*

### **8.1.2 Conocimiento.**

Entre los requisitos que debe cumplir una herramienta gamificada, se encuentra que esta debe aumentar el nivel de conocimiento y las habilidades del jugador mientras cumple su objetivo educativo (Fu et al., 2009). Para esto, es necesaria una retroalimentación que le permita al jugador determinar la brecha entre la etapa actual de conocimiento y el conocimiento requerido cuando se finaliza la tarea del juego.

Filippou et al. (2018) argumentaron que la mejora del conocimiento y la utilidad son factores que van de la mano y que el propósito principal de la educación es el conocimiento, por lo tanto, una herramienta de aprendizaje solo puede ser útil si permite la mejora del conocimiento. Por otro lado, los estudiantes mostrarán una mayor preferencia por los objetos de aprendizaje que abordan sus cambiantes mentalidades; aquellas herramientas que permiten la interacción, el pensamiento crítico, el control y la experimentación (Prensky, 2001).

Por lo anterior, se plantea la hipótesis de que las oportunidades de aprendizaje percibidas que derivan en conocimiento tendrán un impacto positivo en la preferencia por los videojuegos. Además, dado que teóricamente el concepto de oportunidades de aprendizaje está relacionado con la utilidad (Bourgonjon et al., 2010), se puede plantear la presunción de que las oportunidades de aprendizaje afectarán positivamente la utilidad también. Por lo anterior se proponen las hipótesis:

*H2: El conocimiento de la herramienta gamificada afecta positivamente la preferencia para el uso de la misma.*

*H3: El conocimiento de la herramienta gamificada afecta positivamente la utilidad de la misma.*

### **8.1.3 Compromiso.**

Según Wichadee & Pattanapichet (2018), el compromiso se refiere al grado en el que un alumno exhibe una participación dinámica, con alto grado de atención y entusiasmo cuando se involucra en el proceso de aprendizaje. Ab Rahman, Ahmad & Rabaah Hashim (2018) clasificaron el compromiso del estudiante en cuatro factores: el compromiso de habilidades, representado por la habilidad mostrada por los estudiantes; el emocional, representado por los sentimientos; el de participación, representado por las actividades realizadas por los estudiantes en el aprendizaje, y el basado en el rendimiento, representado por el resultado de las evaluaciones realizadas por los estudiantes.

Según Filippou et al. (2018), el compromiso se produce cuando los alumnos obtienen satisfacción y compromiso con el juego, lo que genera una conexión con la mecánica del mismo y les permite disfrutar de la experiencia gamificada. Por otro lado, Landers & Armstrong (2017) definen el compromiso como el grado en el que una persona ha formulado planes conscientes para

realizar o no realizar alguna conducta futura en relación con el juego. Si este grado es alto, la persona utilizará en mayor medida la herramienta, sintiendo que su utilidad aumenta. Por lo anterior se propone la hipótesis:

*H4: El compromiso de la herramienta gamificada afecta positivamente la utilidad de la misma.*

#### **8.1.4 Satisfacción.**

La satisfacción se define como el grado en el que la actividad se percibe como agradable o placentera (Davis, 1989). La satisfacción es la principal explicación de lo que se hace una y otra vez sin un objetivo anticipado. Diversas definiciones mencionan que la satisfacción y la diversión son parte del proceso de aprendizaje a la hora de utilizar nuevas herramientas y, por tanto, los estudiantes están más dispuestos a aprender. Por otro lado, en términos simples, un cerebro disfrutando funciona más eficientemente, ya que cuando a los usuarios les gusta aprender, aprenden mejor.

Si los estudiantes se divierten al completar una actividad, es más probable estar con una mente disipada, lo que aumenta la capacidad de aprender (Prensky, 2003). Dado que la satisfacción motiva la continuación del trabajo y del estudio, si el jugador experimenta o no la satisfacción debe verse como un criterio clave para determinar la efectividad de un juego y la preferencia del mismo (Fu et al., 2009). De lo anterior se deduce la hipótesis:

*H5: La satisfacción de la herramienta gamificada afecta positivamente la preferencia para el uso de la misma.*

### ***8.1.5 Motivación.***

Las teorías de la motivación proponen que los individuos están motivados en la medida en que su comportamiento conduzca a los resultados deseados (Robbins, 2005). La motivación es un resultado de la interacción entre una situación y un individuo; se basa en un deseo de cambio que es impulsado mediante diferentes escenarios (C. H. Su & Cheng, 2015). La motivación es considerada como el elemento esencial del aprendizaje exitoso, ya que los alumnos tienden hacia el aprendizaje constante cuando se sienten motivados (Prensky, 2003). Según Chung Ho Su (2016), la motivación se refiere a la selección de los esfuerzos realizados para experiencias y objetivos, siendo el interés, la correlación, la expectativa y el resultado cuatro factores imprescindibles en la determinación de la motivación.

En general, hay dos tipos de motivación humana: intrínseca y extrínseca. La motivación extrínseca implica hacer algo por las recompensas externas, como dinero, elogios u otros tangibles. Por otro lado, la motivación intrínseca impulsa comportamientos que resultan en logros y en una percepción interna, como el compromiso, el placer u otros sentimientos positivos. Tradicionalmente, la motivación incrementa el grado en el que un alumno demuestra su atención y entusiasmo al utilizar la herramienta gamificada, lo cual se traduce en el compromiso. De lo anterior se deduce la hipótesis:

*H6: La motivación de la herramienta gamificada afecta positivamente el compromiso de la misma.*

Ahora bien, Filippou et al. (2018) afirman que el propósito principal de la educación es el conocimiento y, según Deterding S. et al. (2011), la gamificación propone mecanismos para la mejora del conocimiento gracias a que, mediante herramientas que aumentan la motivación del

estudiante, el conocimiento puede mejorar. Por lo tanto, la motivación y el conocimiento son factores estrechamente ligados en la gamificación. De lo anterior se deduce la hipótesis:

*H7: La motivación de la herramienta gamificada afecta positivamente el conocimiento de la misma.*

#### **8.1.6 Facilidad de uso.**

Se define como "el grado en que una persona cree que usar un sistema en particular estaría libre de esfuerzo" (Davis, 1989, p.10). De hecho, el concepto de facilidad de uso suele complicarse aún más porque tanto el aprendizaje como el juego deben ser, entre otras cosas, "agradablemente frustrantes". Los juegos demasiado fáciles o demasiado difíciles alejarán a los estudiantes, esto enfatiza la necesidad de considerar la facilidad de uso como una variable crítica al estudiar la aceptación de videojuegos en un contexto de aprendizaje (Bourgonjon et al., 2010).

Si una herramienta es sencilla de usar, permite al usuario concentrarse en el uso del sistema para el fin previsto, en lugar de centrar su atención en cómo operarlo (Krug, 2014). De esta manera, la facilidad de uso percibida es beneficiosa para la aceptación inicial de una innovación y es esencial para la adopción y el uso continuo (Davis, 1989). La facilidad de uso percibida se ha demostrado empíricamente como un componente crítico del proceso de adopción de una herramienta gamificada (Landers & Armstrong, 2017). De lo anterior se deducen las hipótesis:

*H8: La facilidad de uso de la herramienta gamificada afecta positivamente la utilidad de la misma.*

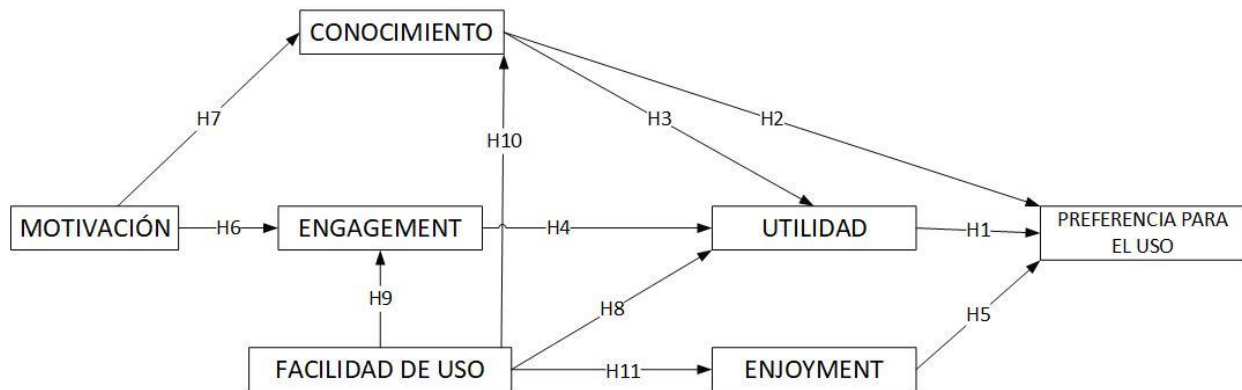
*H9: La facilidad de uso de la herramienta gamificada afecta positivamente el compromiso de la misma.*

*H10: La facilidad de uso de la herramienta gamificada afecta positivamente el conocimiento de la misma.*

*H11: La facilidad de uso de la herramienta gamificada afecta positivamente la satisfacción de la misma.*

### Figura 11

*Modelo conceptual propuesto.*



*Nota.* Adaptado de Microsoft Visio.

## 8.2 Análisis Previo de los datos

Con el fin de obtener un estudio previo de los datos, se procede a analizar la muestra mediante un análisis descriptivo y un análisis de viabilidad factorial.

### 8.2.1 Análisis Descriptivo.

Con un total de 203 pruebas ejecutadas, se procede a consolidar esta información en el software SPSS Statistic con el fin de generar un análisis descriptivo que considere las medias, modas, varianzas, frecuencias e histogramas (Ver apéndice C). Teniendo en cuenta la escala de Likert con 5 posibles respuestas donde 1 es “en completo desacuerdo”, 2 “en desacuerdo”, 3 “ni de acuerdo ni en desacuerdo”, 4 “de acuerdo” y 5 “en completo acuerdo”, la generación de los resultados más importantes se comenta a continuación.

De las 203 pruebas, el 80,3% de los encuestados está entre los 18 y 25 años, seguido de un 13,8% de encuestados entre 25 y 40 años, un 3,9% de encuestados entre 40 y 60 años y tan solo un 2% de encuestados mayores de 60 años. Con respecto al género de los encuestados, el 46,8% es de género femenino, 50,7% de género masculino y un 2,5% perteneciente a otros géneros o identidades sexuales.

En cuanto a la experiencia del jugador con diferentes videojuegos, un 15,3% de los encuestados dice no tener alguna experiencia de juego, un 27,1% de los encuestados dice ser “nivel principiante (1-2 horas al día)”, un 35% de los encuestados dice ser “nivel intermedio (2 - 3 horas al día)” y un 22,7% de los encuestados dice ser “nivel experto (3 o más horas al día)”. Con respecto a la carrera universitaria, la carrera con más concurrencia fue Ingeniería Industrial con un 32%, seguido de Tecnología en Desarrollo de Software con un 14,8% y Derecho con 10,8% (Ver Tabla 14).

**Tabla 14**

*Tabla de frecuencia. Carrera Universitaria*

<b>Carrera</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Administración de Empresas</b>	1	0,5	0,5
<b>Administración de Empresas Turísticas</b>	2	1	1,5
<b>Agronomía</b>	5	2,5	3,9
<b>No estudia actualmente</b>	6	3	6,9
<b>Diseño industrial</b>	7	3,4	10,3
<b>Economía</b>	1	0,5	10,8
<b>Especialización en Programación</b>	2	1	11,8
<b>Derecho</b>	22	10,8	22,7
<b>Ingeniería de sistemas</b>	3	1,5	24,1
<b>Ingeniería Industrial</b>	65	32	56,2
<b>Ingeniería Zootrónica</b>	2	1	57,1
<b>Licenciatura en Educación Infantil</b>	2	1	58,1
<b>Otro</b>	46	22,7	80,8
<b>Publicidad y Mercadeo Digital</b>	5	2,5	83,3
<b>Tecnología en Agrimensura y Catastro</b>	1	0,5	83,7

<b>Carrera</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>Tecnología en Desarrollo de Software</b>	30	14,8	98,5
<b>Trabajo Social</b>	3	1,5	100
<b>Total</b>	203	100	

Nota. Adaptado de SPSS Statistic

Por último, en el nivel académico, el 29,6% de los participantes afirma estar en octavo semestre, seguido de un 11,8% que afirma estar en primer semestre y un 11,3% que afirma estar en séptimo semestre (Ver Tabla 15).

**Tabla 15**

*Tabla de frecuencia. Nivel Académico*

<b>Semestre</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
<b>1</b>	24	11,8	11,8
<b>2</b>	13	6,4	18,2
<b>3</b>	16	7,9	26,1
<b>4</b>	12	5,9	32
<b>5</b>	11	5,4	37,4
<b>6</b>	11	5,4	42,9
<b>7</b>	23	11,3	54,2
<b>8</b>	60	29,6	83,7
<b>9</b>	10	4,9	88,7
<b>10</b>	13	6,4	95,1
<b>Otro</b>	10	4,9	100
<b>Total</b>	203	100	

Nota. Adaptado de SPSS Statistic

Teniendo en cuenta la agrupación de las preguntas del factor Facilidad de Uso, el 48,3% de los encuestados afirma “captar fácilmente el funcionamiento de DIDACTIC CITY”, con una desviación estándar de 1,072. Igualmente, un 38,9% dice estar de acuerdo respecto a que “La interacción con DIDACTIC CITY es clara y entendible”, con una desviación estándar de 1,161. Por último, un 42,9% de los encuestados considera “fácil de usar a DIDACTIC CITY”, con una desviación estándar de 0,955.

En cuanto al factor Satisfacción, el 40,9% de los encuestados afirma “Sentirse feliz” a la hora de usar DIDACTIC CITY, con una desviación estándar de 0,980. En el mismo sentido, un 48,3% de los encuestados afirma estar de acuerdo con la afirmación “Encuentro la experiencia de usar DIDACTIC CITY agradable”, con una desviación estándar de 0,917. En el mismo sentido, un 44,8% de los encuestados concuerda con la frase “Encuentro la experiencia de usar DIDACTIC CITY interesante”, con una desviación estándar de 0,946.

Mencionando algunas preguntas del factor Compromiso, el 45,3% de los encuestados afirma estar de acuerdo con la afirmación “Las actividades que puedo hacer en DIDACTIC CITY mantienen mi interés”, con una desviación estándar de 0,94. Un 45,3% de los encuestados afirma estar de acuerdo con la afirmación “Las actividades de DIDACTIC CITY me animan a usar la herramienta frecuentemente”, con una desviación estándar de 0,975. Un 44,8% de los encuestados afirma estar en completo acuerdo con la afirmación “Siento curiosidad por conocer todos los niveles y opciones que tiene DIDACTIC CITY”, con una desviación estándar de 1,008. Un 36% de los encuestados afirma concluir “No tengo certeza de lo que me pueda encontrar en DIDACTIC CITY y eso me genera interés”, con una desviación estándar de 1,181.

En cuanto a las preguntas del factor Motivación, el 37,9% de los encuestados “se siente completamente motivado para terminar completamente el videojuego”, con una desviación estándar de 1,048. Por su parte, un 36,9% de los encuestados dice estar en acuerdo con la frase “DIDACTIC CITY mantiene constante mi entusiasmo”, con una desviación estándar de 1,031. En una última pregunta de dicho factor, un 37% de los encuestados afirma estar de acuerdo con la afirmación “DIDACTIC CITY absorbió completamente mi atención”, con una desviación estándar de 1,014.

Según el factor Conocimiento, el 37,9% de los encuestados afirma estar en completo acuerdo cuando se le pregunta si se siente motivado para terminar completamente el videojuego, con una desviación estándar de 1,048. Con respecto al interés en aprender competencias ciudadanas con DIDACTIC CITY, un 43,3% de los encuestados afirma estar de acuerdo, con una desviación estándar de 0,925. Por último, un 42,4% de los encuestados, con una desviación estándar de 0,962, afirma sentirse motivado a usar los conocimientos adquiridos de competencias ciudadanas en la vida diaria.

Con respecto al factor Preferencia del Uso, un 44,8% de los encuestados coincide al estar de acuerdo con la frase “Si pudiera escoger, elegiría un curso donde se usará esta herramienta”, con una desviación estándar de 0,987. De la misma manera, un 44,8% de los encuestados, con una desviación estándar de 0,946, afirma estar de acuerdo cuando se le pregunta si se siente entusiasta acerca de usar DIDACTIC CITY en cursos virtuales.

Por último, según el factor Utilidad, el 43,3% de los encuestados afirma estar de acuerdo con la afirmación “Usar DIDACTIC CITY incrementa mi rendimiento en competencias ciudadanas”, con una desviación estándar de 0,954. Un 40,4% de los encuestados concuerda en que “DIDACTIC CITY me ayudaría a obtener mejores resultados en las pruebas SABER PRO”, con una desviación estándar de 1,023. Por último, un 40,4% de los encuestados, con una desviación estándar de 0,951, afirma encontrar a DIDACTIC CITY como una herramienta útil.

### ***8.2.2 Viabilidad del Análisis Factorial.***

Para identificar la viabilidad de los datos recogidos en un análisis factorial, existen diferentes pruebas estadísticas con el fin de concluir si es razonable pensar en un análisis factorial con los datos recolectados. A continuación, se contemplan algunas pruebas de adecuación y viabilidad.

**8.2.2.1 Alfa de Cronbach.** Una vez importados los datos al software estadístico SPSS Statistic, se calcula el Alfa de Cronbach para determinar la fiabilidad del instrumento de medición (Ver Tabla 16), teniendo en cuenta investigadores como Mendoza & Garza (2009), que consideran como regla general que las fiabilidades no deben ser inferiores a 0,80. Según los resultados de SPSS, es válido inferir que dicho instrumento presenta excelentes medidas de fiabilidad.

**Tabla 16**  
*Alfa de Cronbach*

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0,952	0,957	26

Nota. Adaptado de SPSS Statistic

**8.2.2.2 Medida de Adecuación Muestral Kayser, Meyer y Olkin (KMO).** Esta medida contrasta si las correlaciones parciales entre las variables son suficientemente pequeñas. Los valores pequeños indican que el análisis factorial puede no ser la mejor decisión, dado que las correlaciones entre los pares de variables no pueden ser explicadas por otras variables. Los valores menores que 0,5 indican que no debe utilizarse el análisis factorial con los datos muestrales que se están analizando (De la Fuente, 2011). Además, Kaiser propuso en 1974 el siguiente criterio para decidir sobre la adecuación del análisis factorial de un conjunto de datos:

- $0,9 \leq KMO \leq 1,0$  = Excelente adecuación muestral.
- $0,8 \leq KMO \leq 0,9$  = Buena adecuación muestral.
- $0,7 \leq KMO \leq 0,8$  = Aceptable adecuación muestral.
- $0,6 \leq KMO \leq 0,7$  = Regular adecuación muestral.
- $0,5 \leq KMO \leq 0,6$  = Mala adecuación muestral.
- $0,0 \leq KMO \leq 0,5$  = Adecuación muestral inaceptable.

**8.2.2.3 Prueba de esfericidad de Bartlett.** Esta prueba contrasta la hipótesis nula de que la matriz de correlaciones es una matriz identidad, pues en este caso no existirían correlaciones significativas entre las variables y el modelo factorial no sería pertinente. Esta prueba se encarga de evaluar las hipótesis:

Ho: La matriz de correlaciones es una matriz identidad donde  $|R| = 1$

H1: La matriz de correlaciones no es una matriz identidad donde  $|R| \neq 1$

Donde R es el determinante de la matriz de correlaciones.<sup>1</sup>

La medida de adecuación KMO está entre 0,9 y 1, siendo un resultado de excelente adecuación muestral (Ver Tabla 17). Por otro lado, con la prueba de esfericidad de Bartlett se rechaza la hipótesis nula gracias a un nivel de significancia  $< 0,05$ , con lo cual se concluye que la matriz de correlaciones no es una matriz identidad y que los datos recopilados mediante el instrumento de medición son factibles para generar el análisis factorial.

**Tabla 17**

*Medida de adecuación y prueba de Bartlett*

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	Aprox. Chi-cuadrado	Grados de Libertad	Nivel significancia
<b>0,951</b>	4260,008	325	0,000

Nota. Adaptado de SPSS Statistic

### ***8.2.3 Análisis Factorial Confirmatorio.***

Para la ejecución del AFC, se utilizó el software estadístico SPSS, en el que se incorporó un análisis factorial con 7 factores extraídos, los cuales equivalen a los encontrados en la literatura. Los resultados de este análisis se presentan en el Apéndice D. De estos cálculos sobresale la varianza total explicada del 77,938%. Esto revela que los factores que se componen de las variables

observadas explican en aproximadamente un 78% la varianza total de los resultados, como se evidencia en la Tabla 18.

**Tabla 18**  
*Varianza total explicada AFC*

Componente	Auto valores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	13,69	52,652	52,652	13,69	52,652	52,652
2	1,857	7,142	59,794	1,857	7,142	59,794
3	1,281	4,927	64,722	1,281	4,927	64,722
4	1,148	4,414	69,136	1,148	4,414	69,136
5	0,842	3,239	72,375	0,842	3,239	72,375
6	0,745	2,865	75,241	0,745	2,865	75,241
7	0,701	2,698	77,938	0,701	2,698	77,938
8	0,587	2,257	80,195			
9	0,541	2,082	82,277			
10	0,501	1,926	84,203			
11	0,426	1,637	85,84			
12	0,41	1,576	87,416			
13	0,392	1,509	88,925			
14	0,349	1,342	90,267			
15	0,327	1,258	91,525			
16	0,318	1,223	92,747			
17	0,279	1,073	93,82			
18	0,245	0,943	94,763			
19	0,238	0,915	95,678			
20	0,217	0,836	96,514			
21	0,189	0,727	97,241			
22	0,182	0,699	97,94			
23	0,163	0,626	98,566			
24	0,135	0,517	99,084			
25	0,122	0,471	99,554			
26	0,116	0,446	100			

Nota. Método de Extracción: Análisis de Componentes Principales. Nota. Adaptado de SPSS.

Por otro lado, la matriz de correlaciones presentada en el Apéndice E expresa en general una alta correlación entre variables. Sin embargo, la variable del constructo Satisfacción ENJ2 (“me siento aburrido a la hora de jugar DIDACTIC CITY”) resalta por sus bajas cargas factoriales. En este sentido, suena tentador eliminar dichas variables del análisis, lo cual se realizará en etapas posteriores.

## **9. Resultados**

### **9.1 Especificación del Modelo**

El proceso de revisión de la literatura dio lugar a las hipótesis que se presentan en la Figura 11. A su vez, a partir de las mismas se plantea el Modelo de Ecuaciones Estructurales que es graficado como un diagrama de red y programado en el software estadístico AMOS (Ver Figura 12). Este modelo tiene un total de 7 constructos o variables latentes, 5 de ellas son variables endógenas (Preferencia De Uso, Compromiso, Satisfacción, Conocimiento y Utilidad) y 2 variables exógenas (Facilidad de Uso y Motivación). Estos constructos están explicados por 26 variables observadas producto de las preguntas incorporadas en el instrumento de medición.

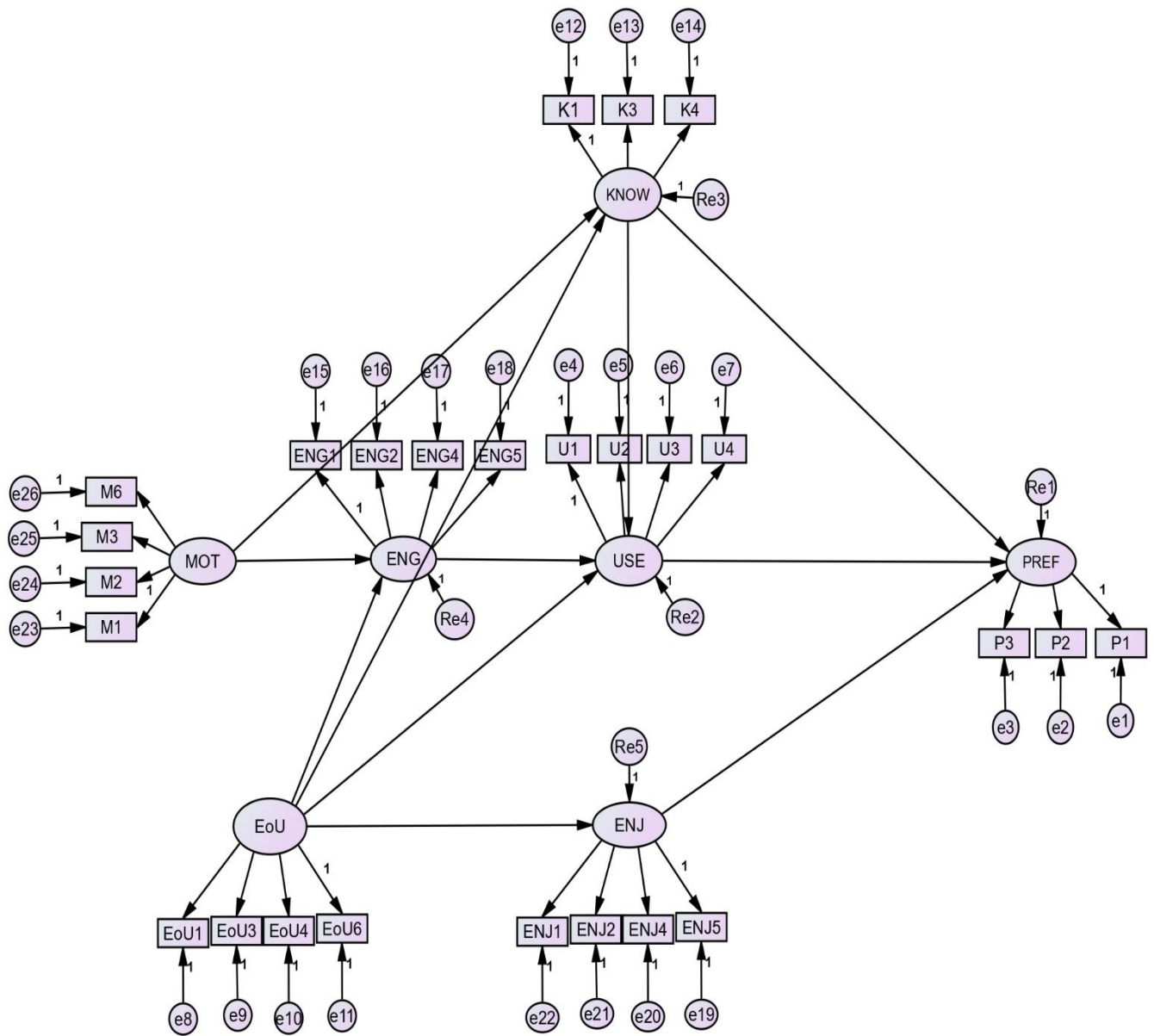
**Figura 12**

Diagrama de red.

MODELO SEM FACTORES INCIDENTES EN LA PREFERENCIA DE USO DE DIDACTIC CITY

AUTOR: Andrés Felipe Cárdenas Parga

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER



Nota. Adaptado de AMOS.

Una vez establecido el diagrama de red, se procede a la formulación matemática del modelo.

En la Tabla 18 se presenta la notación a utilizar según García Veiga (2011).

**Tabla 19**

*Notación en la especificación del modelo*

Notación	Nombre	Descripción
$\Phi$	Fi	Covarianzas entre cada par de variables exógenas $\gamma$ .
$\delta$	Delta	Es un vector “q x 1” de errores de medición para las variables observadas de los constructos exógenos $\gamma$ .
$\varepsilon$	Épsilon	Es un vector “p x 1” de errores de medición para las variables observadas de los constructos endógenos $\beta$ .
$\lambda_x$	Lambda - x	Es una matriz “q x k” de coeficientes de variables exógenas
$\lambda_y$	Lambda - y	Es una matriz “p x m” de coeficientes de variables endógenas
$\zeta$	Dseda	Es un vector “q x 1” de errores o términos de perturbación. Indican que las variables endógenas no son perfectamente predichas por las ecuaciones estructurales.
$\xi$	Xi	Vector “q x 1” de variables latentes exógenas.
$\eta$	Eta	Vector “p x 1” de variables latentes endógenas.
$\gamma$	Gamma	Matriz “p x q” de cargas factoriales que relacionan las variables exógenas $\xi$ con las variables endógenas $\eta$ . Indican que una unidad de cambio en la variable exógena $\xi_i$ resulta en un cambio en $\eta_i * \gamma_i$ unidades, manteniendo todas las demás variables constantes.
$\beta$	Beta	Es una matriz “q x q” de coeficientes que relacionan las variables latentes endógenas entre sí. Cada $\beta_{ij}$ indica una unidad de cambio en la variable endógena $\eta_i$ , manteniendo todas las demás variables constantes.

Nota. Adaptado de García Veiga (2011).

En la formulación matemática se resalta la formulación de un modelo de medida y de un modelo estructural. En un modelo de medida se representa las relaciones de las variables latentes con sus variables observadas, y en un modelo estructural se describe la interrelación entre las variables exógenas y endógenas (Cupani, 2012).

**9.1.1 Modelo de Medida.**

Teniendo en cuenta que el objetivo fundamental del modelo de medida es corroborar la idoneidad de los ítems seleccionados en la medición de los constructos de interés, a continuación se formalizan las relaciones entre variables observadas y constructos según la relación entre variables exógenas (Ecuación 6) y la relación entre variables endógenas (Ecuación 7) (García Veiga, 2011). Ver Tabla 19.

$$x = \lambda_x \xi + \delta \quad (6)$$

$$y = \lambda_y \eta + \epsilon \quad (7)$$

**Tabla 20***Formulación Matemática Modelo de Medida*

<b>Formulación matemática</b>	
$P1 = \lambda_{P1} * \eta_1 + \epsilon_1$	$ENG5 = \lambda_{ENG5} * \eta_4 + \epsilon_{14}$
$P2 = \lambda_{P2} * \eta_1 + \epsilon_2$	$ENJ1 = \lambda_{ENJ1} * \eta_5 + \epsilon_{15}$
$P3 = \lambda_{P3} * \eta_1 + \epsilon_3$	$ENJ2 = \lambda_{ENJ2} * \eta_5 + \epsilon_{16}$
$U1 = \lambda_{U1} * \eta_2 + \epsilon_4$	$ENJ4 = \lambda_{ENJ4} * \eta_5 + \epsilon_{17}$
$U2 = \lambda_{U2} * \eta_2 + \epsilon_5$	$ENJ5 = \lambda_{ENJ5} * \eta_5 + \epsilon_{18}$
$U3 = \lambda_{U3} * \eta_2 + \epsilon_6$	$EoU1 = \lambda_{EoU1} * \xi_1 + \delta_1$
$U4 = \lambda_{U4} * \eta_2 + \epsilon_7$	$EoU3 = \lambda_{EoU3} * \xi_1 + \delta_2$
$K1 = \lambda_{K1} * \eta_3 + \epsilon_8$	$EoU4 = \lambda_{EoU4} * \xi_1 + \delta_3$
$K3 = \lambda_{K3} * \eta_3 + \epsilon_9$	$EoU6 = \lambda_{EoU6} * \xi_1 + \delta_4$
$K4 = \lambda_{K4} * \eta_3 + \epsilon_{10}$	$M1 = \lambda_{M1} * \xi_2 + \delta_5$
$ENG1 = \lambda_{ENG1} * \eta_4 + \epsilon_{11}$	$M2 = \lambda_{M2} * \xi_2 + \delta_6$
$ENG2 = \lambda_{ENG2} * \eta_4 + \epsilon_{12}$	$M3 = \lambda_{M3} * \xi_2 + \delta_7$

---

**Formulación matemática**


---

$$ENG4 = \lambda_{ENG4} * \eta_4 + \varepsilon_{13}$$

$$M6 = \lambda_{M6} * \xi_2 + \delta_8$$


---

Donde,

**Tabla 21**

*Notación de factores*

Notación	Factor
$\eta_1$	Preferencia de uso
$\eta_2$	Utilidad
$\eta_3$	Conocimiento
$\eta_4$	Compromiso
$\eta_5$	Satisfacción
$\xi_1$	Facilidad de Uso
$\xi_2$	Motivación

**9.1.2 Modelo Estructural.**

El submodelo estructural es aquel componente del modelo general que describe las relaciones causales entre las variables latentes (García Veiga, 2011). Para la formulación matemática, habrá tantas ecuaciones estructurales como variables endógenas (Ver Tabla 21). La estructura que sigue este tipo de ecuaciones de los submodelos estructurales se expresa mediante la ecuación 8.

$$\eta = \beta\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (8)$$

**Tabla 22***Formulación Matemática Modelo Estructural*

Formulación matemática
$\eta_1 = \beta_{13}\eta_3 + \beta_{12}\eta_2 + \beta_{15}\eta_5 + \zeta_1$
$\eta_2 = \beta_{23}\eta_3 + \beta_{24}\eta_4 + \gamma_{21}\xi_1 + \zeta_2$
$\eta_3 = \gamma_{32}\xi_2 + \gamma_{31}\xi_1 + \zeta_3$
$\eta_4 = \gamma_{42}\xi_2 + \gamma_{41}\xi_1 + \zeta_4$
$\eta_5 = \gamma_{51}\xi_1 + \zeta_5$

Con base en esta formulación y en la nomenclatura utilizada en esta sección, la Figura 13 representa el diagrama de red con la notación correspondiente.

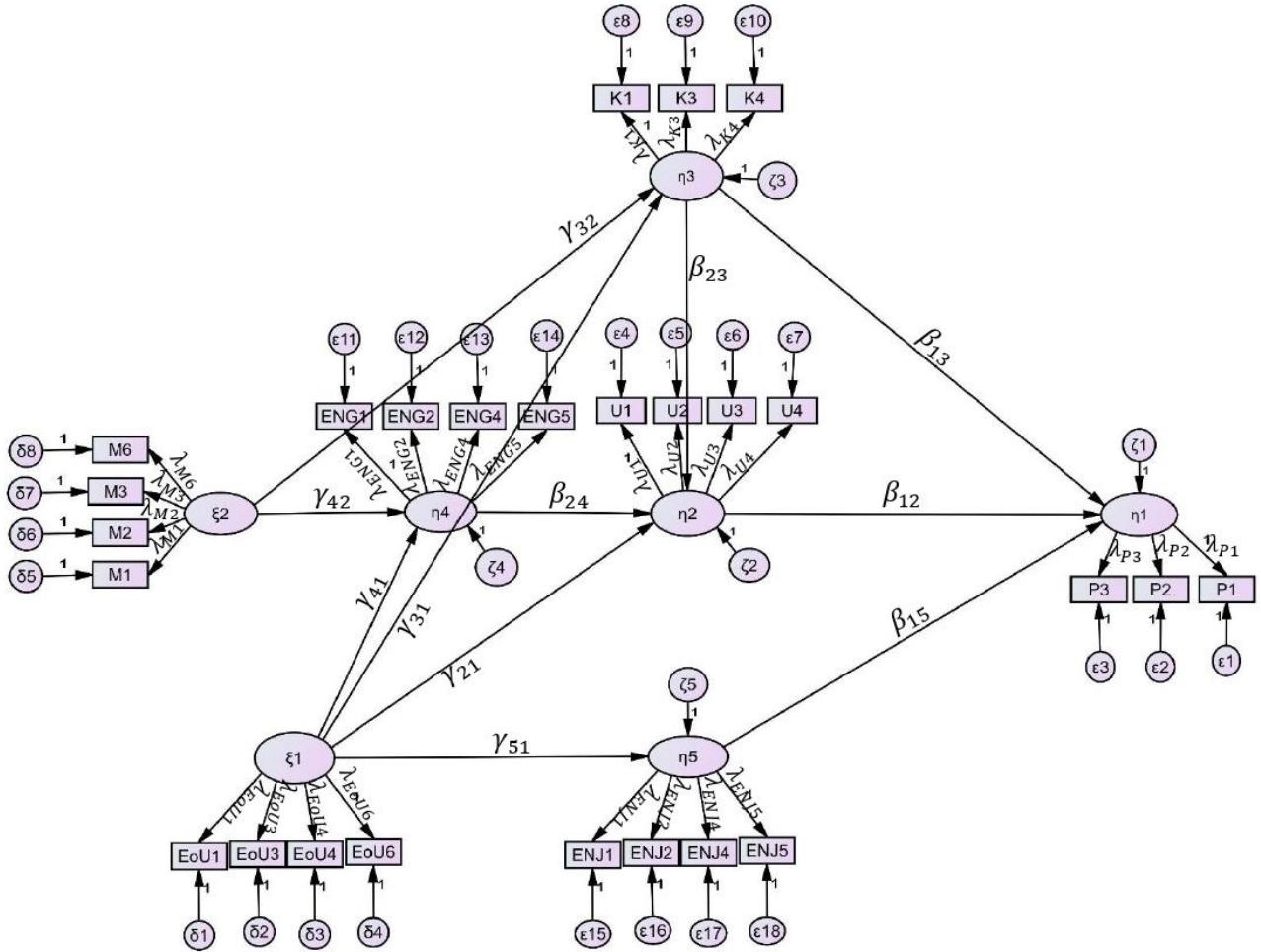
Figura 13

Nomenclatura Modelo Conceptual.

MODELO SEM FACTORES INCIDENTES EN LA PREFERENCIA DE USO DE DIDACTIC CITY

AUTOR: Andrés Felipe Cárdenas Parga

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER



Nota. Adaptado de AMOS.

## 9.2 Identificación del Modelo

En este paso se busca identificar el modelo por medio de los grados de libertad. Para esto se debe calcular el número de elementos conocidos de la matriz de covarianza de la siguiente manera:

$$\frac{s(s + 1)}{2} \quad (9)$$

Donde  $s$  es el número de variables observadas.

$$\frac{26(26 + 1)}{2} = 351$$

Es decir, el modelo propuesto tiene 351 elementos en su matriz de varianza-covarianza. Por otro lado, según Rourke & Hatcher (1995), así se calcula la cantidad de parámetros a estimar:

- Una variable observada de cada constructo se fija en 1, esto para todos los constructos.
- El coeficiente de regresión entre el error y la variable observada se fija en 1.
- El coeficiente de regresión entre el error residual y la variable endógena se fija en 1.
- La varianza de las variables exógenas son parámetros libres a estimar.

Con estas reglas, los parámetros libres a estimar se describen a continuación:

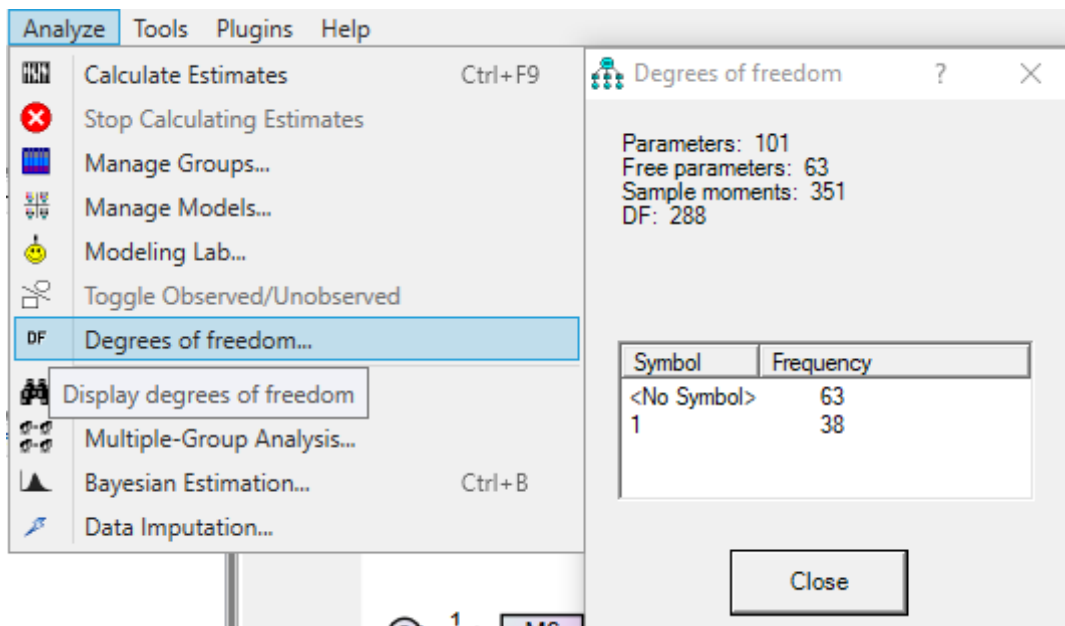
- 26 errores de cada variable observada.
- 19 cargas factoriales (en realidad son 26 cargas factoriales menos 7 que se fijan en 1).
- 11 coeficientes de regresión (uno para cada hipótesis).
- 5 varianzas de las variables dependientes.
- 2 varianzas de las variables independientes.

De esta forma, con un total de 63 parámetros libres a estimar, se concluye que el modelo propuesto está sobreestimado ( $gl > 0$ ), ya que la cantidad de parámetros a estimar (63) es menor

que la cantidad de elementos de la matriz de varianza-covarianza (351), con un total de 288 grados de libertad (351 – 63). Para corroborar los cálculos, por medio del software AMOS se procede a revisar los grados de libertad del modelo, entrando en la ruta “Analyze” y posteriormente “Degrees of Freedom” (Ver Figura 14). En resumen, mientras más grados de libertad, más parsimonioso es el modelo. Así, cuando un modelo es parsimonioso se ajusta bien a los datos y el investigador puede demostrar que las asociaciones entre variables observadas y latentes son más importantes (Escobedo Portillo et al., 2016).

**Figura 14**

*Grados de Libertad en AMOS.*



Nota. Adaptado de AMOS.

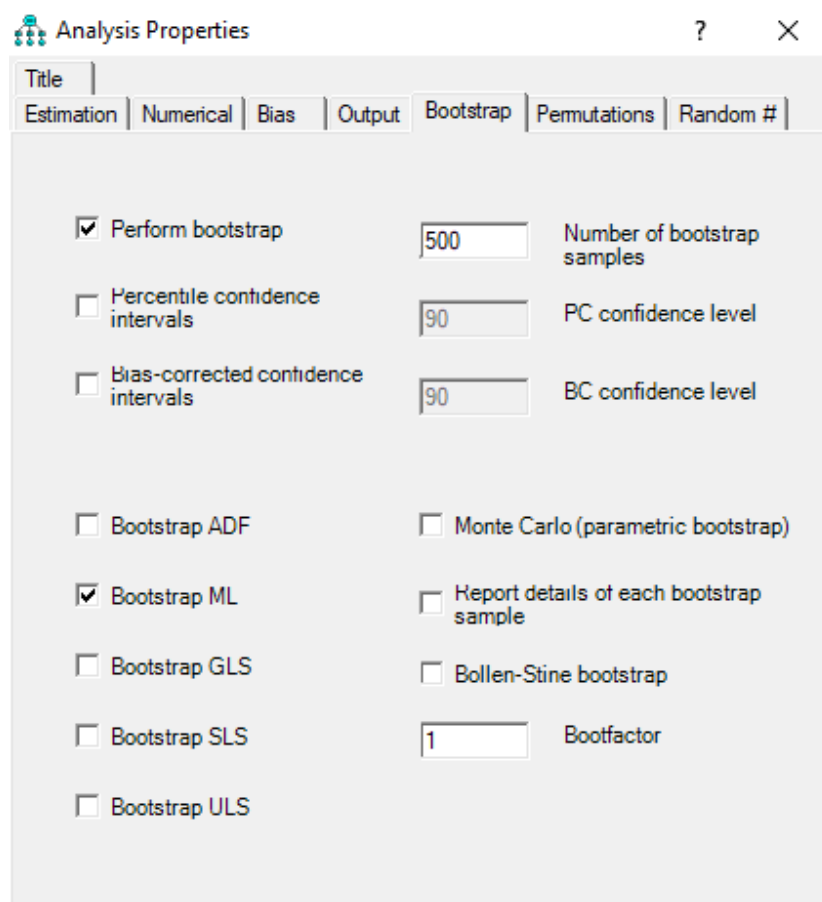
### 9.3 Estimación de Parámetros

Una vez identificado el modelo, se procede a generar la estimación de sus parámetros. Para esto es importante mencionar cuál método de extracción de factores se utilizó. Como ya se mencionó

con anterioridad, comúnmente son usados distintos métodos para la extracción de factores en los Modelos de Ecuaciones Estructurales; para este trabajo de investigación se selecciona el método de Máxima Verosimilitud (ML).

Si bien es cierto que este método es el más común para la extracción de parámetros gracias a que es una técnica asintóticamente insesgada, eficiente y que genera resultados consistentes, trabajar con distribuciones no normales puede afectar notablemente los análisis del SEM, ya que este método de estimación se basa en el supuesto de normalidad multivariada (De la Fuente, 2011). Sin embargo, este método es robusto al incumplimiento de la normalidad cuando las comunalidades del análisis factorial son mayores a 0.6 (De la Fuente, 2011). Se recomienda complementar los análisis con Bootstrap, para ello, en el output de AMOS se debe seleccionar la opción Bootstrap y, posteriormente, se debe especificar la cantidad de muestras que se utilizarán para el remuestreo y el intervalo de confianza deseado (Medrano & Muñoz-Navarro, 2017; Monge Badilla, Cruz, & López, 2014). La literatura recomienda utilizar entre 500 y 1000 replicaciones de Bootstrap y utilizar intervalos de confianza corregidos al 90% (Cheung & Lau, 2008).

Debido a lo anterior, se realiza el test de normalidad (Ver Apéndice F) en el que se encontró que la muestra recolectada no cumple con el principio de normalidad multivariada. Sin embargo, se realizó el cálculo de comunalidades (Ver Apéndice D) y se encontraron comunalidades mayores a 0,6, por lo que se procedió a realizar el análisis con Bootstrap con un remuestreo de 500 replicaciones e intervalos de confianza del 90% (Ver Figura 15).

**Figura 15***Bootstrap en AMOS.*

*Nota.* Adaptado de AMOS.

Como resumen de los resultados de la estimación de parámetros, se relacionan la Tabla 22 y la

Figura 16.

**Tabla 23***Estimación de parámetros*

Matriz	Parámetro	Estimación estandarizada	Valor-p
$\gamma$	$\gamma_{32}$	0,794	***
	$\gamma_{42}$	1,017	***
	$\gamma_{41}$	0,131	0,001
	$\gamma_{31}$	0,121	0,037
	$\gamma_{21}$	0,073	0,027

Matriz	Parámetro	Estimación estandarizada	Valor-p
$\beta$	$\gamma_{51}$	0,514	0,728
	$\beta_{23}$	0,609	***
	$\beta_{24}$	0,397	***
	$\beta_{12}$	1,666	***
	$\beta_{15}$	0,1	0,033

Matriz	Parámetro	Estimación estandarizada	Valor-p	Matriz	Parámetro	Estimación estandarizada	Valor-p
	$\beta_{13}$	-0,793	0,006		$\zeta_4$	-0,032	0,035
$\lambda_x$	$\lambda_{P1}$	0,812	***	$\epsilon$	$\zeta_5$	0,539	***
	$\lambda_{P2}$	0,829	***		$\epsilon_1$	0,277	***
	$\lambda_{P3}$	0,884	***		$\epsilon_2$	0,253	***
	$\lambda_{U1}$	0,799	***		$\epsilon_3$	0,158	***
	$\lambda_{U2}$	0,699	***		$\epsilon_4$	0,301	***
	$\lambda_{U3}$	0,685	***		$\epsilon_5$	0,5	***
	$\lambda_{U4}$	0,859	***		$\epsilon_6$	0,487	***
	$\lambda_{K1}$	0,881	***		$\epsilon_7$	0,214	***
	$\lambda_{K3}$	0,888	***		$\epsilon_8$	0,209	***
	$\lambda_{K4}$	0,803	***		$\epsilon_9$	0,17	***
	$\lambda_{ENG1}$	0,872	***		$\epsilon_{10}$	0,313	***
	$\lambda_{ENG2}$	0,666	***		$\epsilon_{11}$	0,194	***
	$\lambda_{ENG4}$	0,78	***		$\epsilon_{12}$	0,505	***
	$\lambda_{ENG5}$	0,501	***		$\epsilon_{13}$	0,373	***
	$\lambda_{ENJ5}$	0,905	***		$\epsilon_{14}$	1,016	***
	$\lambda_{ENJ4}$	0,808	***		$\epsilon_{18}$	0,163	***
	$\lambda_{ENJ2}$	-0,11	0,138		$\epsilon_{17}$	0,293	***
$\lambda_{ENJ1}$	0,813	***	$\epsilon_{16}$	1,975	***		
$\lambda_y$	$\lambda_{M1}$	0,79	***	$\epsilon_{15}$	0,325	***	
	$\lambda_{M2}$	0,832	***	$\delta_5$	0,413	***	
	$\lambda_{M3}$	0,743	***	$\delta_6$	0,328	***	
	$\lambda_{M6}$	0,803	***	$\delta_7$	0,393	***	
	$\lambda_{EoU6}$	0,794	***	$\delta_8$	0,364	***	
	$\lambda_{EoU4}$	0,543	***	$\delta$	$\delta_4$	0,337	***
	$\lambda_{EoU3}$	0,535	***		$\delta_3$	0,931	***
	$\lambda_{EoU1}$	0,763	***		$\delta_2$	0,962	***
$\xi$	$\xi_2$	0,685	***	$\delta_1$	0,481	***	
	$\xi_1$	0,575	***				
$\zeta$	$\zeta_1$	0,03	0,215				
	$\zeta_2$	0,027	0,003				
	$\zeta_3$	0,257	***				

Nota. En la columna de Valor-P, los valores descritos con 3 asteriscos (\*\*\*) representan valores p menores de 0,001. Adaptado de AMOS.

MODELO SEM FACTORES INCIDENTES EN LA PREFERENCIA DE USO DE DIDACTIC CITY

AUTOR: Andrés Felipe Cárdenas Parga

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

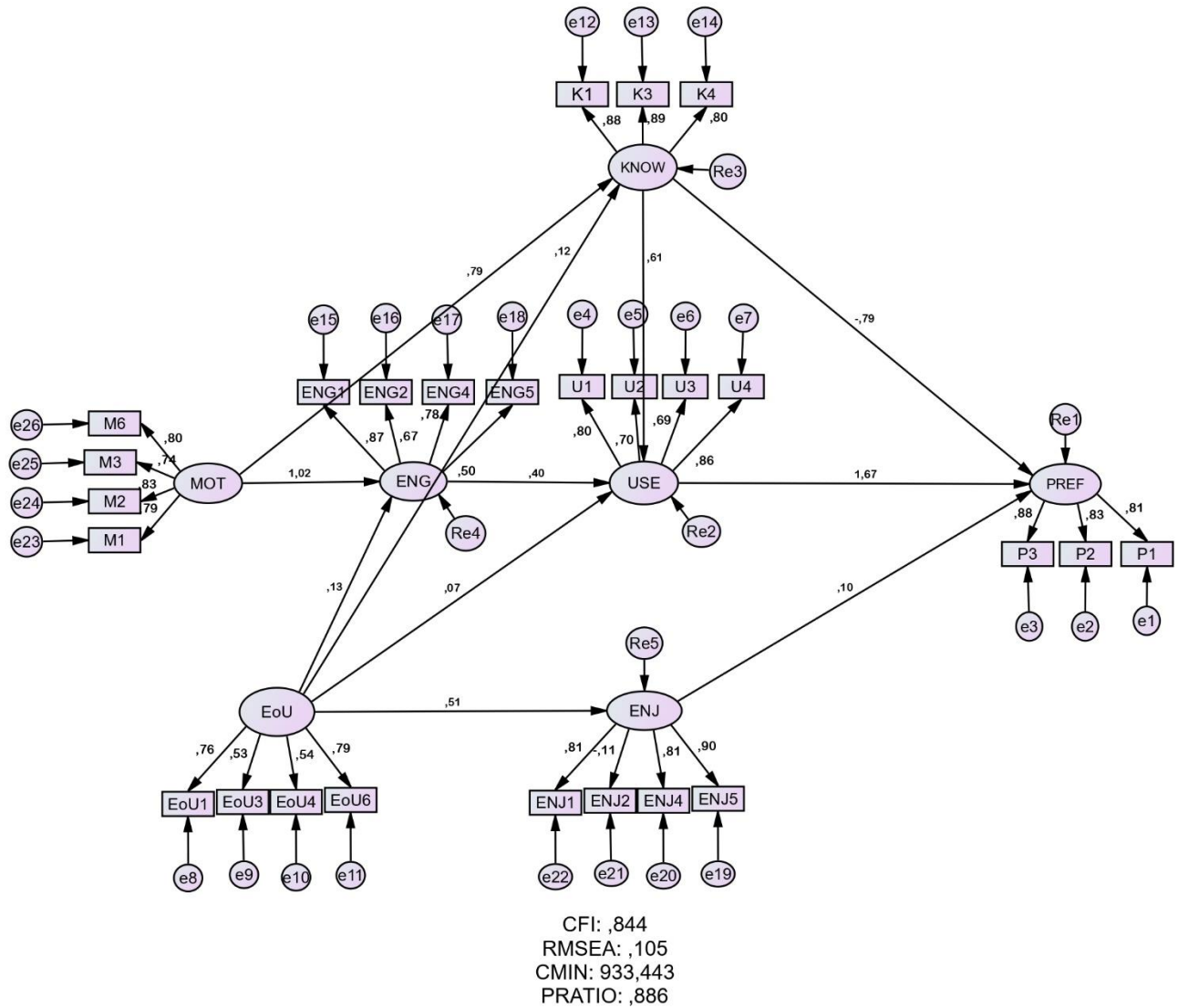


Figura 16. Modelo Conceptual con estimación de parámetros. Adaptado de AMOS.

#### 9.4 Evaluación del Ajuste

Una vez hecha la estimación de los parámetros del modelo conceptual, resulta importante evaluar la bondad del ajuste para comprobar las medidas de ajuste absoluto, medidas de ajuste incremental y las medidas de ajuste de parsimonia del modelo teórico.

Como un primer acercamiento, se mencionan las medidas de ajuste absoluto que se encargan de determinar el grado en el que el modelo general predice la matriz de correlaciones. Para esto se calculan indicadores como el chi-cuadrado, que resulta ser el único índice que posee una prueba de significación estadística asociada y resulta especialmente útil cuando deben compararse modelos rivales. De esta manera, si se tienen dos modelos teóricos que presentan un ajuste aceptable, autores como Escobedo María et al. (2016), Medrano & Muñoz-Navarro (2017) se inclinan por el que posea menores valores de  $\chi^2$ . Sin embargo, diferentes autores aconsejan tener en cuenta otros estimadores como la relación entre el chi-cuadrado y los grados de libertad, ya que permite ponderar el tamaño muestral. De acuerdo con la literatura, valores inferiores a tres indican un buen ajuste (Medrano & Muñoz-Navarro, 2017). Por otro lado, el Error de Aproximación Cuadrático Medio (RMSEA) representa el ajuste con el valor de la población y no con el de la muestra. Si el RMSEA es menor o igual a 0,05, indica un error de aproximación del modelo con la realidad (Escobedo María et al., 2016).

Como un segundo acercamiento, se mencionan las medidas de ajuste incremental. Estas medidas comparan el modelo propuesto con otro existente en el que las correlaciones entre las variables implicadas son nulas, llamado generalmente modelo nulo. Entre los principales indicadores se mencionan el índice normado de ajuste (NFI), el índice Tucker-Lewis (TLI) y el índice comparativo del modelo (CFI), que comparan el modelo propuesto y el modelo nulo considerando un valor aceptable si es mayor a 0,90 (Hu & Bentler, 1999).

Como último acercamiento, se presentan las medidas de ajuste de parsimonia que relacionan la calidad de ajuste del modelo con el número de coeficientes estimados necesarios para conseguir el nivel de ajuste. Entre los indicadores más importantes se encuentran el PRATIO y el Índice de bondad de ajuste de parsimonia (PCFI), que son índices comparativos en los que las magnitudes consideradas aceptables son las cercanas a 1. Otros ejemplos son el Índice de ajuste normado de parsimonia (PNFI), el cual relaciona los constructos con la teoría que los sustenta (entre más cerca esté de 1,0, es mayor su relación), y el criterio de información de Akaike (AIC), que es una medida comparativa entre modelos con diferente número de constructos. Los valores cercanos a 0 indican un mejor ajuste y una mayor parsimonia (Escobedo María et al., 2016; Rourke & Hatcher, 1995).

Con base en lo anterior, por medio del software AMOS se calcularon los diferentes indicadores de bondad de ajuste del modelo, encontrando que la mayoría de ellos no satisfacen las metas propuestas por la literatura. Por lo anterior, resulta razonable rechazar el modelo propuesto, ya que este no tiene un ajuste significativo con la muestra recolectada para evaluar la herramienta gamificada DIDACTIC CITY (Ver Tabla 23).

**Tabla 24**  
*Bondad de Ajuste Modelo Teórico*

	<b>Indicadores</b>	<b>Modelo Teórico</b>	<b>Meta</b>
<b>Medidas de Ajuste Absoluto</b>	Chi-cuadrado	933,443	<b>Menor Posible</b>
	Chi-cuadrado/gl	3,2411	<b>&lt; 3</b>
	RMSEA	0,105	<b>&lt;0,05</b>
<b>Medidas de Ajuste Incremental</b>	CFI	0,844	<b>≥0,9</b>
	TLI	0,824	<b>≥0,9</b>
	NFI	0,791	<b>≥0,9</b>
<b>Medidas de Ajuste de Parsimonia</b>	PRATIO	0,886	<b>Cercano a 1</b>
	PCFI	0,748	<b>Cercano a 1</b>
	PNFI	0,701	<b>Cercano a 1</b>
	AIC	1059,443	<b>Menor Posible</b>

Nota. Adaptado de AMOS.

### 9.5 Reespecificación del Modelo

Teniendo en cuenta que la bondad de ajuste del modelo teórico no es la adecuada, se dispone a realizar la reespecificación del modelo teórico. En este apartado se analizan los posibles cambios que podría tener el modelo para que se acople adecuadamente con las medidas de bondad de ajuste. Para esto se realizó una serie de iteraciones para ajustar las diferentes relaciones causales entre constructos, dichas iteraciones fueron basadas en dos criterios.

Un primer criterio surge del apartado del output del software AMOS, denominado “Modification Indices”, el cual calcula las posibles relaciones que reducirían el índice Chi-Cuadrado de manera significativa. Estas posibles relaciones deben ser coherentes, es decir, no deben agregarse relaciones sin un sustento teórico (Escobedo Portillo et al., 2016). Un segundo criterio teniendo en cuenta los valores p de las relaciones entre constructos que calcula el software AMOS en su apartado “Estimates”. Con base en este apartado, se tuvieron en cuenta dos caminos para la eliminación de relaciones; un primer criterio que elimine relaciones con valores p mayores de 0,01 y otro camino que elimine relaciones con valores p mayores de 0,05. Las diferentes iteraciones se evidencian en el Apéndice G.

Una vez realizadas las iteraciones pertinentes, se evaluó el sustento teórico y la bondad del ajuste del nuevo modelo descrito en la Figura 17. Como se evidencia en la Tabla 24, la comparación de los índices del modelo teórico con el nuevo modelo deja ver una reducción significativa en el Índice Chi-Cuadrado y un acercamiento de los demás índices a la meta teórica.

Debido a lo anterior, se concluye que el modelo representado en la Figura 17 es el modelo que mejor explica la relación entre los factores que inciden en la preferencia del uso de la herramienta gamificada desarrollada en el proyecto DIDACTIC.

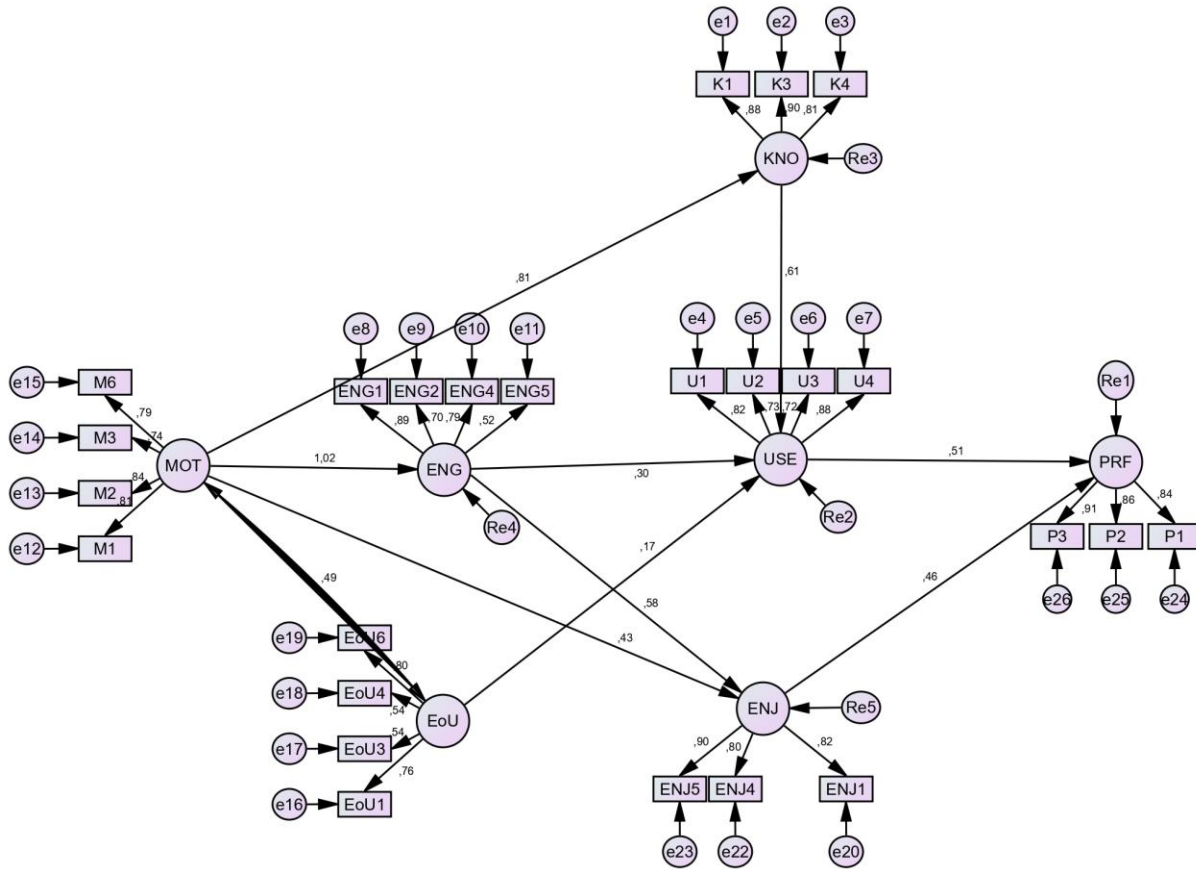
Figura 17

Modelo re especificado.

MODELO SEM 2.2 FACTORES INCIDENTES EN LA PREFERENCIA DE USO DE DIDACTIC CITY

Autor: Andrés Felipe Cárdenas Parga

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER



CFI: ,938  
 RMSEA: ,069  
 CMIN: 520,443  
 PRATIO: ,883

Nota. Adaptado de AMOS.

Tabla 25  
 Bondad de Ajuste Reespecificación del Modelo

	Indicadores	Modelo Teórico	Modelo reespecificado	Meta
Medidas de Ajuste Absoluto	Chi-cuadrado	933,443	520,443	Menor Posible

	<b>Indicadores</b>	<b>Modelo Teórico</b>	<b>Modelo reespecificado</b>	<b>Meta</b>
	Chi-cuadrado/gl	3,2411	1,964	<b>&lt;3</b>
	RMSEA	0,105	0,069	<b>&lt;0,05</b>
<b>Medidas de Ajuste Incremental</b>	CFI	0,844	0,938	<b>Cercano 1</b>
	TLI	0,824	0,93	<b>≥0,9</b>
	NFI	0,791	0,882	<b>≥0,9</b>
<b>Medidas de Ajuste de Parsimonia</b>	PRATIO	0,886	0,883	<b>Cercano 1</b>
	PCFI	0,748	0,829	<b>Cercano 1</b>
	PNFI	0,701	0,779	<b>Cercano 1</b>
	AIC	1059,443	640,443	<b>Menor Posible</b>

Nota. Adaptado de AMOS

### ***9.5.1 Reespecificación del Modelo de Medida.***

Teniendo en cuenta el Modelo Teórico descrito en la sección 9.1.1, para la reespecificación se considerarán las mismas ecuaciones descritas en la Tabla 18, con la excepción de la relación entre la pregunta ENJ2 y el constructo Satisfacción ( $ENJ2 \leftarrow ENJ$ ), pues fue eliminada en las iteraciones realizadas en el apéndice H. Por lo anterior, se puede concluir que el modelo de medida se mantiene constante a excepción de la ecuación 9.

$$ENJ2 = \lambda_{ENJ2} * \eta_5 + \varepsilon_{16} \quad (9)$$

### ***9.5.2 Reespecificación del Modelo Estructural.***

A continuación, se describen las ecuaciones del modelo estructural en la reespecificación del modelo teórico teniendo en cuenta el diagrama de red mostrado en la Figura 17 y las notaciones mencionadas en la Tabla 18 y Tabla 20.

**Tabla 26***Reespecificación Formulación Matemática Modelo Estructural*

Formulación matemática	
$\eta_1$	$= \beta_{12}\eta_2 + \beta_{15}\eta_5 + \zeta_1$
$\eta_2$	$= \beta_{23}\eta_3 + \beta_{24}\eta_4 + \gamma_{21}\xi_1 + \zeta_2$
$\eta_3$	$= \gamma_{32}\xi_2 + \zeta_3$
$\eta_4$	$= \gamma_{42}\xi_2 + \zeta_4$
$\eta_5$	$= \beta_{54}\eta_4 + \gamma_{52}\xi_2 + \zeta_5$

De esta manera, el cálculo de los estimadores estandarizados del nuevo modelo se presenta en la Tabla 26 teniendo en cuenta las técnicas mencionadas en el numeral 9.3.

**Tabla 27**

*Estimadores Estandarizados Reespecificación del modelo*  
 Nota. Adaptado de AMOS

Matriz	Parámetro	Estimación estandarizada	Valor-p	Matriz	Parámetro	Estimación estandarizada	Valor-p	
$\gamma$	$\gamma_{32}$	0,805	***	$\lambda_y$	$\lambda_{U4}$	0,883	***	
	$\gamma_{42}$	1,02	***		$\lambda_{K1}$	0,885	***	
	$\gamma_{21}$	0,17	***		$\lambda_{K3}$	0,898	***	
$\beta$	$\gamma_{52}$	0,429	0,259		$\lambda_{K4}$	0,812	***	
	$\beta_{23}$	0,611	***		$\lambda_{ENG1}$	0,888	***	
	$\beta_{24}$	0,303	***		$\lambda_{ENG2}$	0,697	***	
	$\beta_{12}$	0,509	***		$\lambda_{ENG4}$	0,788	***	
	$\beta_{15}$	0,459	***		$\lambda_{ENG5}$	0,521	***	
$\phi$	$\beta_{54}$	0,575	0,18		$\lambda_{ENJ5}$	0,896	***	
	$\phi_{12}$	0,493	***		$\lambda_{ENJ4}$	0,798	***	
$\lambda_x$	$\lambda_{P1}$	$\lambda_{P1}$	0,84		***	$\lambda_{ENJ2}$		
		$\lambda_{P2}$	0,857		***	$\lambda_{ENJ1}$	0,82	***
		$\lambda_{P3}$	0,913		***	$\lambda_{M1}$	0,812	***
		$\lambda_{U1}$	0,824		***	$\lambda_{M2}$	0,839	***
		$\lambda_{U2}$	0,734		***	$\lambda_{M3}$	0,735	***
		$\lambda_{U3}$	0,719	***	$\lambda_{M6}$	0,792	***	

Matriz	Parámetro	Estimación estandarizada	Valor-p	Matriz	Parámetro	Estimación estandarizada	Valor-p
	$\lambda_{EoU6}$	0,799	***		$\varepsilon_{10}$	0,314	***
	$\lambda_{EoU4}$	0,543	***		$\varepsilon_{11}$	0,187	***
	$\lambda_{EoU3}$	0,536	***		$\varepsilon_{12}$	0,487	***
	$\lambda_{EoU1}$	0,765	***		$\varepsilon_{13}$	0,383	***
	$\xi_2$	0,72	***		$\varepsilon_{14}$	1,011	***
$\xi$	$\xi_1$	0,669	***		$\varepsilon_{18}$	0,175	***
	$\zeta_1$	0,078	***		$\varepsilon_{17}$	0,304	***
$\zeta$	$\zeta_2$	0,041	0,008		$\varepsilon_{16}$		
	$\zeta_3$	0,271	***		$\varepsilon_{15}$	0,313	***
	$\zeta_4$	-0,028	0,113		$\delta_5$	0,372	***
	$\zeta_5$	-0,012	0,318	$\delta_6$	0,313	***	
	$\varepsilon_1$	0,285	***	$\delta_7$	0,401	***	
$\varepsilon$	$\varepsilon_2$	0,258	***	$\delta$	$\delta_8$	0,381	***
	$\varepsilon_3$	0,148	***		$\delta_4$	0,328	***
	$\varepsilon_4$	0,292	***		$\delta_3$	0,925	***
	$\varepsilon_5$	0,48	***		$\delta_2$	0,955	***
	$\varepsilon_6$	0,471	***		$\delta_1$	0,475	***
	$\varepsilon_7$	0,199	***				
	$\varepsilon_8$	0,214	***				
	$\varepsilon_9$	0,165	***				

Nota. En la columna de Valor-P, los valores descritos con 3 asteriscos (\*\*\*) representan valores p menores de 0,001. Adaptado de AMOS.

## 9.6 Análisis de los Resultados

Una vez realizados los apartados anteriores que construyen la metodología de los Modelos de Ecuaciones Estructurales, el modelo 2.2 evidenciado en la Figura 17 es el resultado final. De este nuevo modelo se puede evidenciar la diferencia significativa en la bondad del ajuste del modelo, donde todos los índices de Ajuste Absoluto, de Ajuste Incremental y de Ajuste de Parsimonia generan mejores resultados comparados con el modelo teórico (Ver Tabla 24).

El modelo 2.2 se diferencia significativamente con el modelo teórico por la variación en las relaciones entre variables endógenas y variables exógenas y, por ende, la estimación de sus

parámetros. Teniendo en cuenta las hipótesis descritas en el numeral 8.1, la Tabla 27 resume los resultados con el fin de rechazar o no las hipótesis en cuestión.

**Tabla 28**

*Evaluación de hipótesis Modelo Conceptual*

Hipótesis	Relación	Estimador Estandarizado	Valor-P	Resultado
H1	PRF←USE	0,509	***	No Rechazar
H2	PRF←KNO	-0,793	0,006	Rechazar
H3	USE←KNO	0,611	***	No Rechazar
H4	USE←NG	0,303	***	No Rechazar
H5	PRF←ENJ	0,459	***	No Rechazar
H6	ENG←MOT	1,02	***	No Rechazar
H7	KNO←MOT	0,805	***	No Rechazar
H8	USE←EoU	0,073	0,027	Rechazar
H9	ENG←EoU	0,131	0,001	Rechazar
H10	KNOW←EoU	0,121	0,037	Rechazar
H11	ENJ←EoU	0,514	0,728	Rechazar

Nota. En la columna de Valor-P, los valores descritos con 3 asteriscos (\*\*\*) representan valores p menores de 0,001. Adaptado de AMOS.

El rechazo de conjeturas se debe a que las hipótesis H2, H8, H9, H10 y H11 obtienen valores p mayores o iguales a 0,001, esto acompañado de cargas factoriales no significativas y de que en el modelo reespecificado (Ver Figura 13) estas hipótesis son eliminadas para ajustar el modelo a la respuesta del jugador en la evaluación de la herramienta gamificada DIDACTIC CITY. Por otro lado, el modelo reespecificado agrega tres nuevas hipótesis, estas se mencionan a continuación:

- Se adiciona una correlación entre los constructos Motivación (MOT) y Facilidad de Uso (EoU). Esta correlación es respaldada por la teoría de flujo que explica un estado de ánimo caracterizado por una alta concentración y enfoque en las actividades que causan gran placer e intensa motivación intrínseca (Csikszentmihalyi, 1990). De esta manera,

si el usuario encuentra la herramienta fácil de usar, encontrará una motivación intrínseca que lo lleve a seguir participando. De lo anterior se deduce la hipótesis:

*H12: La Motivación de la herramienta gamificada y la facilidad de uso de la misma son factores correlacionados.*

- Se adiciona una relación entre los constructos Motivación (MOT) y Satisfacción (ENJ)  $ENJ \leftarrow MOT$ . Esta relación es respaldada gracias a que la motivación intrínseca impulsa comportamientos que resultan en logros y en una percepción interna, como el compromiso, el placer, la satisfacción u otros sentimientos positivos (Silva et al., 2019). De lo anterior se deduce la hipótesis:

*H13: La Motivación de la herramienta gamificada afecta positivamente el Satisfacción de la misma.*

- Se adiciona una relación entre los constructos Compromiso (ENG) y Satisfacción (ENJ)  $ENJ \leftarrow ENG$ . Esta relación es respaldada igualmente por la teoría de flujo que se caracteriza por una inmersión total en una actividad específica. Esta teoría explica la inmersión del jugador (compromiso) gracias a una alta satisfacción, placer (satisfacción) y otros factores vinculados en la actividad (Fu et al., 2009).

*H14: El Compromiso de la herramienta gamificada afecta positivamente el Satisfacción de la misma.*

### ***9.6.1 Valoración de los Resultados.***

Con respecto a la interpretación de parámetros estimados, como un acercamiento al modelo de medida, si los indicadores propuestos correlacionan débilmente entre sí (cargas menores de 0,5), se puede considerar que hay un desacierto en las presuntas relaciones entre las variables

observables y latentes (Cupani, 2012). Como se observa en la Tabla 26, los valores de las cargas factoriales para el modelo reespecificado entre las variables latentes y las variables observadas tienen valores entre 0,5 y 0,9 correspondientes a cargas significativas entre cada pregunta y su respectivo constructo. Por otro lado, las cargas entre las relaciones de variables exógenas y endógenas ( $\beta$  y  $\gamma$ ) obtienen cargas, en su mayoría, superiores a 0,5.

Ahora bien, según la información recolectada en los casos de prueba de la herramienta gamificada DIDACTIC CITY, de la relación entre constructos se puede inferir que:

- DIDACTIC CITY presenta una relación positiva significativa entre el factor Motivación y Compromiso de 1,02 ( $ENG \leftarrow MOT$ ). Esto deduce que, en el grado en que la motivación del estudiante se incremente, el compromiso también se incrementará en 1,02 veces. Igualmente, DIDACTIC CITY presenta una relación positiva entre el factor Motivación y Conocimiento ( $MOT \leftarrow KNO$ ) de 0,81. Esto deduce que, en el grado en que el conocimiento generado gracias a la herramienta gamificada aumente, la motivación en el jugador se incrementará en 0,81 veces.
- DIDACTIC CITY presenta una relación positiva entre el factor Conocimiento y Utilidad ( $USE \leftarrow KNO$ ) de 0,61. Esto deduce que, en el grado en que el conocimiento generado por la herramienta se incremente, la utilidad percibida de la herramienta gamificada se incrementará en 0,61 veces. Además, el videojuego presenta una relación positiva entre el factor Utilidad y Preferencia del Uso ( $PRF \leftarrow USE$ ) de 0,51. Esto deduce que, en el grado en que la utilidad percibida de la herramienta aumente, la preferencia por el uso se incrementará en 0,51 veces.
- DIDACTIC CITY presenta una alta relación positiva entre el factor Compromiso y Satisfacción ( $ENJ \leftarrow ENG$ ) de 0,58. Esto deduce que, en el grado en que el compromiso

generado por la herramienta gamificada se incrementa, la satisfacción o la satisfacción percibida del jugador aumentará en 0,58 veces.

- DIDACTIC CITY presenta una correlación positiva entre el factor Motivación y Facilidad de Uso ( $EoU \leftrightarrow MOT$ ) de 0,49. Esto deduce que, en el grado en que uno de los factores se incrementa, el factor restante se incrementará en 0,49 veces. Por el contrario, la herramienta presenta una relación positiva pero baja entre el factor Facilidad de Uso y Utilidad ( $USE \leftarrow EoU$ ) de 0,17. Esto deduce que, en el grado en que la facilidad de usar DIDACTIC CITY aumente, la utilidad percibida de la herramienta gamificada se incrementará en 0,17 veces.
- DIDACTIC CITY presenta una relación positiva entre el factor Satisfacción y Preferencia del Uso ( $PRF \leftarrow ENJ$ ) de 0,46. Esto deduce que, en el grado en que la satisfacción generada por la herramienta aumente, la preferencia por el uso se incrementará en 0,46 veces. Adicionalmente, la herramienta gamificada presenta una relación positiva entre el factor Motivación y Satisfacción ( $ENJ \leftarrow MOT$ ) de 0,43. Esto deduce que, en el grado en que la motivación se incrementa, la satisfacción percibida por el usuario aumentará en 0,43 veces.

Por otra parte, se resolvieron las ecuaciones mencionadas en la Tabla 25 con respecto a los estimadores calculados de la Tabla 26. El cálculo de dicho sistema de ecuaciones 5x5 tuvo un resultado de 0,805, el cual coincide aproximadamente con la variabilidad explicada del Análisis Factorial Confirmatorio de la sección 8.2.3. Esto concluye que el modelo estudiado en esta investigación explica la preferencia del uso de la herramienta gamificada DIDACTIC CITY en un 80,5%. El 19,5% restante de la explicación de este constructo se debe a errores de medición o carencia de otras relaciones o de otros factores que pueden influir en dicho constructo.

### ***9.6.2 Comparación de los Resultados.***

En la presente investigación, la estructuración del modelo se basó en diferentes teorías e hipótesis de artículos científicos estudiados en la revisión de literatura. Sin embargo, otras investigaciones generan la estructuración del modelo con base en teorías específicas que son materia de investigación en áreas de psicometría, como por ejemplo el TAM (Technology Acceptance Model) o Flow Theory (Bourgonjon et al., 2010; Silva et al., 2019).

Como se ha mencionado anteriormente, este trabajo de investigación evaluó, mediante un Modelo de Ecuaciones Estructurales, los factores que inciden en la elección de un usuario de la herramienta gamificada en cuestión (DIDACTIC CITY). Los resultados resultan ser similares con otras investigaciones como la de Filippou et al. (2018), en la que la preferencia del uso de la herramienta gamificada en cuestión (Quick Quiz) se vio explicada por factores comunes con la actual investigación, como utilidad, satisfacción, conocimiento, compromiso e inmersión.

Ahora bien, según los resultados del análisis multivariante, una de las relaciones más robustas en el videojuego (coeficiente 1,05) es la relación entre la Motivación y Compromiso ( $ENG \leftarrow MOT$ ). Esta relación se describe ampliamente en diferentes investigaciones como la de C. H. Su & Cheng (2015), en la que evalúan una herramienta gamificada basada en insignias y niveles de logro y encuentran que la motivación es un resultado de la interacción entre una situación y un individuo. Dicho resultado se obtiene cuando hay compromiso, el cual se produce cuando los jugadores obtienen satisfacción de la interacción con la mecánica del juego.

Por su parte, otra relación robusta entre factores es la de Motivación y Conocimiento, esto explica que, cuando un usuario se siente motivado en jugar DIDACTIC CITY, está predispuesto para aprender. Esta conjetura, de hecho, es uno de los resultados en las investigaciones de diversos

autores que intentan demostrar que un estudiante incrementa su nivel de aprendizaje gracias a la percepción y experiencia que le ofrece una herramienta gamificada (Gafni et al., 2017; Kuo & Chuang, 2016; Landers & Armstrong, 2017).

Por otro lado, el modelo conceptual estudiado en la Figura 16 representa dos hipótesis diferentes para explicar el constructo Preferencia de Uso desde el constructo Conocimiento. Una primera hipótesis comenta la relación directa entre el Conocimiento y la Preferencia de Uso de la herramienta (Hipótesis 2, Figura 16) y otras dos hipótesis buscan relacionar estos dos constructos por medio del factor Utilidad (Hipótesis 3 e Hipótesis 1, Figura 16). Los resultados del análisis indican rechazar la Hipótesis 2 y explicar la relación entre Conocimiento y Preferencia de Uso por medio del factor Utilidad. Este resultado es similar a investigaciones que estudian la utilidad percibida de la herramienta y concluyen que, para preferir una herramienta, esta debe percibirse como útil, es decir, percibir una mejora en una actividad específica, en este caso, en la actividad de aprendizaje (Landers, 2014; Landers & Armstrong, 2017).

## **10. Artículo Publicable**

Con el ánimo de generar un documento de carácter investigativo, se realizó un artículo de investigación con el título “Factores que explican la eficacia de las herramientas gamificadas aplicadas en el ámbito educativo: Una revisión de literatura”, el cual menciona los diferentes factores que influyen en las herramientas gamificadas y que a lo largo del tiempo han sido materia de investigación en entornos educativo de carácter presencial y virtual. Dicho artículo fue sometido a la Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES) de la Universidad Autónoma de México (UNAM). Ver Apéndice H.

## 11. Conclusiones

Con base en la revisión de literatura, es posible afirmar que las herramientas gamificadas han tenido un auge importante en los últimos años, pues existen diversos autores que estudian los efectos de estas herramientas en entornos educativos tanto presenciales como virtuales.

En cuanto al Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM), se puede afirmar que los factores que influyen en la preferencia del uso de la herramienta gamificada enmarcada en el proyecto DIDACTIC son la Utilidad, el Compromiso, *el* Satisfacción, la Motivación, el Conocimiento y la Facilidad de Uso. Con respecto a la potencia de los indicadores del ajuste del modelo, los índices que resaltan son el índice Chi-cuadrado y el RMSEA para las medidas de ajuste Absoluto, el índice CFI para las Medidas de Ajuste Incremental y el AIC para las Medidas de Ajuste de Parsimonia.

Por otra parte, el modelo teórico planteado a partir de la revisión de literatura no se adapta a los datos recolectados para la herramienta gamificada DIDACTIC CITY. Sin embargo, el nuevo modelo encontrado logra explicar la preferencia que tendría un estudiante por usar la herramienta gamificada enmarcada en el proyecto de investigación DIDACTIC. Esto se logró a través de 26 variables observadas y 7 constructos o variables latentes. La investigación ha demostrado que las técnicas desarrolladas para evaluar los modelos de ecuaciones estructurales tienen un sesgo confirmatorio. Por lo tanto, aunque el nuevo modelo propuesto presente un ajuste aceptable, solo se ha confirmado que es uno de los diferentes posibles modelos que explican la preferencia de uso de la herramienta.

Con respecto a la pregunta de investigación, en qué medida los factores estudiados explican la preferencia del uso de la herramienta gamificada, los constructos más relevantes con relaciones

robustas que explican el fenómeno (coeficientes mayores a 0,6) son la Motivación y el Conocimiento. También, entre los factores con relaciones estables positivas (coeficientes mayores a 0,4) se mencionan el Satisfacción y la Utilidad. Por último, entre los factores con bajas relaciones positivas (coeficientes menores a 0,4), se nombran la Facilidad de Uso y el Compromiso. Todo lo anterior con Significancias robustas (valores p cercanos a cero).

El instrumento de medición utilizado en los casos de prueba permitió recolectar la información necesaria para el análisis multivariante. Las preguntas utilizadas encajaron significativamente con altos indicadores de validez y fiabilidad y permitieron explicar cada uno de los factores analizados. Como evaluación del primer prototipo de la herramienta, el factor con mejores resultados fue el factor Conocimiento con una respuesta promedio de 4,04 en una escala de Likert de 1 a 5. Esto infiere que los estudiantes evaluados tienen un pensamiento positivo con respecto a las consecuencias que tendría la herramienta en materia de aprendizaje sobre competencias ciudadanas. Entre los factores por mejorar se encuentra el Compromiso con una respuesta promedio de 3,82 en una escala de Likert de 1 a 5. Esto infiere que los estudiantes evaluados tienen una percepción estable en materia de interés y frecuencia de uso; sin embargo, estos resultados pueden ser mejorados con diferentes modificaciones en la herramienta. Se recomienda al equipo técnico de DIDACTIC CITY centrarse en este constructo.

Finalmente, la importancia de este trabajo de investigación radica en que permitió identificar los factores que inciden en la preferencia del uso de la herramienta gamificada DIDACTIC CITY, siendo esto un referente para la toma de decisiones de los directivos del proyecto DIDACTIC, los cuales podrán gestionar modificaciones en la herramienta con base en estos resultados. Además, la metodología planteada en este trabajo de investigación demuestra ser replicable para esta

herramienta gamificada cuando se genere un siguiente prototipo o para herramientas gamificadas que posean características similares a DIDACTIC CITY.

## **12. Recomendaciones**

Para un segundo prototipo de la herramienta gamificada, se recomienda tener como propósito aumentar la percepción del constructo compromiso sin dejar de pensar en los demás constructos. De igual manera, se recomienda usar el mismo instrumento de medición omitiendo la pregunta ENJ2.

Para evaluaciones de percepción, satisfacción y otros temas psicométricos, los Modelos de Ecuaciones Estructurales se consolidan como una herramienta útil en el análisis de dichos temas, por lo que se recomienda usarlos para tal fin.

Para otras investigaciones con la misma metodología aplicada, el tamaño de la muestra resulta ser un factor importante para la robustez de los resultados. En esta investigación hubo 7,8 pruebas por cada pregunta realizada en el instrumento de medición (203 pruebas/26 preguntas), sin embargo, la literatura recomienda factores del orden de 7 a 10 pruebas por pregunta. Igualmente, se recomienda calcular la estimación de parámetros por medio de diferentes métodos de extracción simultáneos con el fin de contrastar resultados e identificar el modelo con un mejor ajuste.

### Referencias Bibliográficas

- Ab Rahman, R., Ahmad, S., & Rabaah Hashim, U. (2018). *The effectiveness of gamification technique for higher education students engagement in polytechnic Muadzam ShaAb*. Rahman, R., Ahmad, S., & Rabaah Hashim, U. (n.d.). *The effectiveness of gamification technique for higher education students engagement in po*. <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0123-0>
- Alarcón, D., & Sanchez, J. (2015). *Assessing convergent and discriminant validity in the ADHD-R IV rating scale: User-written commands for Average Variance Extracted (AVE), Composite Reliability (CR), and Heterotrait-Monotrait ratio of correlations (HTMT)*.
- Andrews, J. (2013). "Why Use Gamification: The Power of Games." Retrieved from <http://www.zco.com/blog/why-use-gamification-the-power-of-games>
- Aristegui, J. L. (2010). Los Casos de Prueba en la Prueba del Software. *Lámpsakos*, (3), 27. <https://doi.org/10.21501/21454086.785>
- Blanco Martínez, A., & Anta Fernández, P. (2016). La perspectiva de estudiantes sobre los entornos virtuales de aprendizaje en la educación superior. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 2(2), 109. <https://doi.org/10.20548/innoeduca.2016.v2i2.1062>
- Bonilla, L. A. G. (2016). Deliberación entorno a la Educación Virtual. *Interconectando Saberes*, 1(1), 77–89.
- Bosco, J. (2013). *Desafíos de la educación* (Primera ed). Editorial Panamma.

- Bourgonjon, J., Valcke, M., Soetaert, R., & Schellens, T. (2010). Students' perceptions about the use of video games in the classroom. *Computers and Education*, *54*(4), 1145–1156. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.10.022>
- Buitrago, J., & Tovar, L. (2017). *Modelo de Ecuaciones estructurales para el Estudio de la Percepción de los Estudiantes de Pregrado de Ingeniería Industrial con el Proyecto Educativo del Programa-PEP*. Universidad Industrial de Santander.
- Castaño, E., Gallón, S., Gómez, K., & Vásquez, J. (2004). “*Deserción estudiantil universitaria: una aplicación de modelos de duración.*” <https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.le.n60a2707>
- Chadegani, A. A., Salehi, H., Yunus, M. M., Farhadi, H., Fooladi, M., Farhadi, M., & Ebrahim, N. A. (2013). A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science*, *9*(5). <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>
- Cheung, G. W., & Lau, R. S. (2008). Testing Mediation and Suppression Effects of Latent Variables. *Organizational Research Methods*, *11*(2), 296–325. <https://doi.org/10.1177/1094428107300343>
- Churchill, G. A. (1979). A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs. *Journal of Marketing Research*, *16*(1), 64–73. <https://doi.org/10.1177/002224377901600110>
- Cochran, W. G. (1980). Técnicas de muestreo. *CECSA, México*.
- Coronados, Y., Viltres, M., & Vega, V. (2017). *Application of multivariate statistical methods in the data analysis*.
- Cózar-Gutiérrez, R., & Sáez-López, J. M. (2016). Game-based learning and gamification in initial teacher training in the social sciences: an experiment with MinecraftEdu. *International*

- Journal of Educational Technology in Higher Education*, 13(1).  
<https://doi.org/10.1186/s41239-016-0003-4>
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *The domain of creativity*. Sage publication, Inc.
- Cuautle, L. (2010). *Creación de una propuesta de modelo de sistema de gestión integral para las empresas mexicanas de manufactura [Tesis doctoral]*. Puebla: Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.
- Cupani, M. (2012). Análisis de Ecuaciones Estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Revista Tesis*, 1, 186–199. Retrieved from <http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/tesis/article/download/2884/2750>
- Davis, F. (1989). *Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology*.
- De la Fuente, S. (2011). *Análisis de Componentes principales ACP*. 32. Retrieved from <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANTE/ACP/ACP.pdf>
- Deterding S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: defining gamification*. Artículo presentado a la conferencia Mindtrek academica internacional: Visión futura de la investigación.
- DeVellis, R. F. (1991). *Scale Development: Theory and Applications*. Newbury Park, CA:Sage.
- Escobedo María, T., Hernández, A. J., Estebané, V., & Martínez, G. (2016). Modelos de Ecuaciones Estructurales: Características, Fases, Construcción, Aplicación y Resultados structural equation modeling: features, phases, construction, implementation and results. *Revista Ciencia y Trabajo*, 18(55), 16–22. Retrieved from [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-24492016000100004](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492016000100004)

- Escobedo Portillo, M. T., Hernández Gómez, J. A., Estebané Ortega, V., & Martínez Moreno, G. (2016). Modelos de ecuaciones estructurales: Características, fases, construcción, aplicación y resultados. *Ciencia & Trabajo*, 18(55), 16–22. <https://doi.org/10.4067/S0718-24492016000100004>
- Filippou, J., Cheong, C., & Cheong, F. (2018). A model to investigate preference for use of gamification in a learning activity. *Australasian Journal of Information Systems*, 22, 1–23. <https://doi.org/10.3127/ajis.v22i0.1397>
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- Fu, F. L., Su, R. C., & Yu, S. C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers and Education*, 52(1), 101–112. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.004>
- Gafni, R., Achituv, D. B., & Rachmani, G. J. (2017). Learning foreign languages using mobile applications. *Journal of Information Technology Education: Research*, 16(1), 301–317. <https://doi.org/10.28945/3855>
- Gaggioli, A. (2012). CyberSightings. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 15(6), 332–333. <https://doi.org/10.1089/cyber.2012.1548>
- García, A. (2002). *La educación a distancia. De la teoría a la práctica*. Barcelona.
- García Veiga, M. Á. (2011). Análisis Causal Con Ecuaciones Estructurales De La Satisfacción Ciudadana Con Los Servicios Municipales. *Eio.Usc.Es*, 1–125. Retrieved from [http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/proyectosfinmaster/proyecto\\_610.pdf](http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/proyectosfinmaster/proyecto_610.pdf)
- González Castro, Y., Manzano Durán, O., & Torres Zamudio, M. (2017). Riesgos de deserción en

- las universidades virtuales de Colombia, frente a las estrategias de retención. *Libre Empresa*, 14(2), 177–197. <https://doi.org/10.18041/1657-2815/libreempresa.2017v14n2.3038>
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (2001). *Análisis Multivariante*. 5ª edición. Prentice Hall.
- Hall, R., Snell, A., & Singer, M. (1999). ítem parceling strategies in SEM: Investigating the subítle effects of unmodeled secondary constructs. *Organizational Research Methods*, 233-256.
- Hinkin, T. (1995). A review of scale development practices in the study of organizations. *Journal of Management*.
- Hsu, C. L., & Lu, H. P. (2007). Consumer behavior in online game communities: A motivational factor perspective. *Computers in Human Behavior*, 23(3), 1642–1659. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2005.09.001>
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Kahn, J. H. (2006). Factor Analysis in Counseling Psychology Research, Training, and Practice. *The Counseling Psychologist*, 34(5), 684–718. <https://doi.org/10.1177/0011000006286347>
- Kapp, K. (2012). *“The Gamification of Learning and Instruction”*, (1st ed.). San Francisco: Pfeiffer/Wiley.
- Kim, J. T., & Lee, W. H. (2015). Dynamical model for gamification of learning (DMGL). *Multimedia Tools and Applications*, 74(19), 8483–8493. <https://doi.org/10.1007/s11042-013-1612-8>
- Krug, S. (2014). Don’t make me think, revisited: a common sense approach to Web usability. In *Choice Reviews Online* (Vol. 51). <https://doi.org/10.5860/choice.51-6218>

- Kuo, M. S., & Chuang, T. Y. (2016). How gamification motivates visits and engagement for online academic dissemination - An empirical study. *Computers in Human Behavior*, *55*, 16–27. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.025>
- Landers, R. N. (2014). Developing a Theory of Gamified Learning: Linking Serious Games and Gamification of Learning. *Simulation and Gaming*, *45*(6), 752–768. <https://doi.org/10.1177/1046878114563660>
- Landers, R. N., & Armstrong, M. B. (2017). Enhancing instructional outcomes with gamification: An empirical test of the Technology-Enhanced Training Effectiveness Model. *Computers in Human Behavior*, *71*, 499–507. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.031>
- Love, S. M., Sanders, M. R., Turner, K. M. T., Maurange, M., Knott, T., Prinz, R., ... Ainsworth, A. T. (2016). Social media and gamification: Engaging vulnerable parents in an online evidence-based parenting program. *Child Abuse and Neglect*, *53*, 95–107. <https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2015.10.031>
- Malas, R. I., & Hamtini, T. M. (2016). A gamified e-learning design model to promote and improve learning. *International Review on Computers and Software*, *11*(1), 8–19. <https://doi.org/10.15866/irecos.v11i1.7913>
- Malhotra, N. (1997). *Investigación de mercados MEXICO D.F.*
- Marczewski, A. (2012). *Gamification: A simple introduction & a bit more: Tips. Advice and thoughts on gamification(2nd ed.). Kindle edition.*
- Medrano, L. A., & Muñoz-Navarro, R. (2017). Aproximación Conceptual Y Práctica a Los Modelos De Ecuaciones Estructurales. *Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria*, *11*(1), 219–239. <https://doi.org/10.19083/ridu.11.486>
- Mendoza, J., & Garza, J. (2009). La medicion en el proceso de investigacion cientifica: Evaluacion

- de validez de contenido y confiabilidad (Measurement in the scientific research process: Content validity and reliability evaluation). *Innovaciones de Negocios*, 6(11), 17–32.
- Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Deserción Estudiantil en la Educación superior colombiana. Metodología de seguimiento, diagnóstico y elementos para su prevención. Revolución Educativa*.
- Monge Badilla, C., Cruz, J., & López, F. (2014). Uso de ecuaciones estructurales en áreas de manufactura y mejora continua. : El caso de plantas de manufactura. *Mercados y Negocios: Revista de Investigación y y Análisis*, (29), 21–34.
- Nunnally, J. (1967). *Psychometric Theory*. New York: McGrawHill.
- Orhan Göksün, D., & Gürsoy, G. (2019). Comparing success and engagement in gamified learning experiences via Kahoot and Quizizz. *Computers and Education*, 135(October 2018), 15–29. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.015>
- Palomo, R., & Sánchez, J. (2006). *Las TIC como agentes de innovación educativa*. Sevilla: Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*, New York: McGraw-Hill.
- Prensky, M. (2003). *Digital game-based learning*. ACM Computers in Entertainment.
- Prensky, M. (2010). *Teaching Digital Natives: Partering for Real Learning*. SACE Publications.
- Quero, M. (2010). *Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach*. *Telos*, 12(2),248-252.
- Riaz, M. S., Cuenen, A., Janssens, D., Brijs, K., & Wets, G. (2019). Evaluation of a gamified e-learning platform to improve traffic safety among elementary school pupils in Belgium. *Personal and Ubiquitous Computing*, 23(5–6), 931–941. <https://doi.org/10.1007/s00779-019-01221-4>
- Robbins, S. (2005). *Organizational behavior*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

- Roediger, H. L., & Karpicke, J. (2006). *Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. Psychological Science.*
- Rojas, A., Rincón, E., Mena, J., García, F., & Ramirez, M. (2019). *engagement in the course of programming in higher education through the use of gamification.*
- Rourke, N. O., & Hatcher, L. (1995). A step-by-step approach to using the SAS system for factor analysis and structural equation modeling. In *Choice Reviews Online* (Vol. 33). <https://doi.org/10.5860/choice.33-0366>
- Silva, R., Rodrigues, R., & Leal, C. (2019). Play it again: how game-based learning improves flow in Accounting and Marketing education. *Accounting Education*, 28(5), 484–507. <https://doi.org/10.1080/09639284.2019.1647859>
- Skinner, B. (1938). *The behavior of organisms: an experimental analysis.* Appleton-Century, Oxford.
- Spector, P. (1992). *Summated Rating Scale Construction: An Introduction.* NewburyPark, CA: Sage.
- Su, C. H., & Cheng, C. H. (2015). A mobile gamification learning system for improving the learning motivation and achievements. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 268–286. <https://doi.org/10.1111/jcal.12088>
- Su, Chung Ho. (2016). The effects of students' motivation, cognitive load and learning anxiety in gamification software engineering education: a structural equation modeling study. *Multimedia Tools and Applications*, 75(16), 10013–10036. <https://doi.org/10.1007/s11042-015-2799-7>
- Tahashi, D. (2008). *Funware's threat to the traditional video game Industry, Venture beat.*
- Tinto, V. (1989). Definir la deserción una cuestión de perspectiva. *Revista Educación Superior*,

71.

Van Der Heijden, H. (2004). Van der Heijden/Hedonic Information Systems In research User Acceptance of Hedonic information systems. *Source: MIS Quarterly*, 28(4), 695–704.

Verdezoto Rodríguez, R. H., & Chávez Vaca, V. A. (2018). Importancia de las herramientas y entornos de aprendizaje dentro de la plataforma e-learning en las universidades del Ecuador. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (65), 68–92. <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.65.1067>

Wang, H., & Sun, C. (2011). *Game reward systems: gaming experiences and social meanings*. In *Paper presented at the Think Design Play: The fifth international conference of the Digital Research Association (DIGRA)*.

Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win: how game thinking can revolutionize your business*. HPB Inc.

Wichadee, S., & Pattanapichet, F. (2018). Enhancement of performance and motivation through application of digital games in an english language class. *Teaching English with Technology*, 18(1), 77–92.

Yang, Y., Asaad, Y., & Dwivedi, Y. (2017). Examining the impact of gamification on intention of engagement and brand attitude in the marketing context. *Computers in Human Behavior*, 73, 459–469. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.066>

Zichermann, G. (2010). *“Fun is the future: Mastering Gamification”*. Google Tech talk. Online.

Zichermann, G., & Linder, J. (2010). *Game-based Marketing: Inspire customer loyalty through rewards, challenges and contests*.