

Trabajo de grado en modalidad de aplicación

## **Diseño de una aplicación móvil para apoyar el proceso de enseñanza para los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana en la asignatura de Optimización.**

Forero Velasco William Felipe <sup>a</sup>, Jiménez Roberto Joel Leonardo <sup>a</sup>, López Villalba Jeyson Camilo <sup>a</sup>, Romero Mora German Santiago <sup>a</sup>,

Otero Caicedo Ricardo Fernando <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Estudiante de Ingeniería Industrial

<sup>b</sup> Profesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

<sup>c</sup> Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

---

### **Resumen de diseño en Ingeniería (En inglés)**

*The wide adoption of mobile technology devices over the last decade has affected the way we interact with information. The presence of these mobile devices in everyday life provides the opportunity to create new tools and channels for the teaching-learning process allowing higher education institutions to use them to complement their educational practices.*

*It is for these reasons that this project focused on the creation of a mobile application on optimization topics for the students of the Industrial Engineering program of the Pontificia Universidad Javeriana at Bogota. We aim to provide a tool that contains gamified topics in order to help students in the understanding and study of these topics.*

*This application was created from a composite methodology, which consists of three phases: Definition, which is divided in Preliminary Analysis, Content Design and Pedagogical Strategies. Construction, which is comprised by Design and development. And finally the Delivery Phase that is divided in performance and completion tests. The methodology makes use of topics such as experiential learning, Game Based Learning, gamification, product creation, video game design and application design, as well as the verification of the ISO 25000 standard for software products.*

*Subsequently, the perception of students that had seen these topics before the 2018-1 period were analyzed in order to determine if the application could become an effective study tool for students.. conclude that the application had great acceptance by students thanks to the usefulness of the tool as support for their study process, the importance of the exercises' feedback, the story in which the topics are presented and the interaction with the various mechanics.*

*Keywords: Gamification, Game Based Learning, Experiential learning, Aplicación, App, Videogame, Smartphones, M-learning, Optimization, Industrial. Engineering.*

*La amplia adopción de dispositivos móviles tecnológicos en la última década ha afectado la forma en que interactuamos con la información. La presencia de estos dispositivos móviles en la vida cotidiana brinda la oportunidad de crear nuevas herramientas y canales para el proceso de enseñanza-aprendizaje permitiendo a las instituciones de educación superior utilizarlas para complementar sus prácticas educativas.*

*Es por estas razones que este proyecto se centró en la creación de una aplicación móvil en temas de optimización para los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana en la sede de Bogotá. Con esto, se busca brindar un herramienta que contenga temas ludificados con el fin de ayudar a los estudiantes en la comprensión y estudio de estos temas.*

*Esta aplicación se creó a partir de una metodología propia, la cual consta de tres fases Definición: en donde se encuentran las etapas de Análisis Preliminar, Diseño de Contenido, Estrategias Pedagógicas; Fase de Construcción que está conformado por las etapas de Diseño y desarrollo y finalmente la Fase de Entrega que se realizan las etapas de Pruebas de Funcionamiento y Finalización. La metodología se basó en temas como aprendizaje experiencial, Game Based Learning, ludificación, creación de producto, diseño de videojuegos y diseño de aplicaciones, así como la verificación del estándar de la norma ISO 25000 para productos de software.*

---

*Posteriormente se realizó el análisis de la percepción de los estudiantes frente a la aplicación que hayan visto o estuvieran viendo estos temas en el periodo 2017-3 buscado determinar si la aplicación podría llegar a convertirse en una herramienta de estudio efectiva para los estudiantes. Se pudo concluir que la aplicación tuvo gran aceptación por parte de los estudiantes gracias a la utilidad de la herramienta como apoyo para sus procesos de estudio, la importancia de la retroalimentación de los ejercicios, la historia en la que gira la aplicación y la interacción con las diversas mecánicas que se encuentran en ella.*

*Palabras clave: Ludificación, Game Based Learning, Aprendizaje experiencial, Aplicación, Videojuego, Smartphones, M-learning, Optimización, Ingeniería Industrial.*

---

## **1. Justificación y planteamiento del problema (¿Qué? y ¿Por qué?) Extensión máxima 2000 palabras**

Un profesional debidamente calificado tiene más probabilidad de tener éxito en el ámbito laboral y también de tener mayores aportes a las necesidades de su sociedad. Razón por la cual, las instituciones de educación superior (IES) deben impartir los conocimientos que los estudiantes requieren para afrontar su futuro profesional. Por lo tanto, es responsabilidad de las IES generar espacios de aprendizaje que respondan a las exigencias propias de las áreas temáticas que imparten. A su vez, este proceso de enseñanza-aprendizaje requiere del compromiso y vocación de los estudiantes.

A pesar de la importancia del compromiso y la dedicación, los estudiantes no suelen tener hábitos de estudio efectivos. El sistema de créditos académicos establece que el tiempo de estudio debe ser proporcional al número de créditos de una materia, sin embargo, los estudiantes no siempre dedican el tiempo necesario. Por otra parte, es común que su tiempo de estudio no sea constante, y por lo tanto, no lo distribuyan de manera adecuada. Tetteh (2016) concluyó que cuando los estudiantes preparan sus exámenes pocos días antes de presentarlos, obtienen peores resultados que aquellos que los planifican con anterioridad. De esta manera, a pesar de que las IES acostumbren a generar espacios adicionales de apoyo a los estudiantes, es habitual que no los utilicen con frecuencia.

Del mismo modo, dentro de las aulas de clase, los estudiantes no suelen resolver sus dudas con los profesores. Esta situación empeora cuando se tiene en cuenta que los estudiantes se distraen con mayor facilidad si perciben que un tema es difícil (Drozdhenko, Tesch and Coelho, 2012). Esto da como resultado un ciclo en el que, la dificultad del tema estimula la distracción y esta distracción conlleva a una mayor dificultad para entender el tema. Además, en una cultura tan influenciada por la tecnología, la presencia generalizada de los dispositivos electrónicos genera más motivos para que los estudiantes tengan una atención dispersa durante las clases.

Según Langmia y Glass (2014) el uso de los *smartphones* durante la clase es una causa común de distracción. Esto ha llevado a que algunas IES o profesores opten por restringir su uso. No obstante, estas medidas ignoran los posibles beneficios que podrían generar el uso de los dispositivos móviles en la interacción del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se ha demostrado que, los estudiantes responden favorablemente cuando se integra el contenido de las clases con los *smartphones* (Milrad and Spikol's, 2007). Así mismo, Ianoş y Oproiu (2016) plantean que los medios virtuales han tomado relevancia en el ámbito educativo, pues, permite a los estudiantes adquirir independencia y responsabilidad en su proceso de aprendizaje. Esto concuerda con Durall, Gros, Maina, Johnson y Adams (2012) quienes en el Informe Perspectivas Tecnológicas: Educación Superior en Iberoamérica 2012-2017, señalan a los dispositivos móviles como «una de las tecnologías emergentes que va a tener un impacto importante en la educación».

Para mejorar el desempeño de los estudiantes, se han desarrollado varias estrategias novedosas de enseñanza-aprendizaje para que, en un ambiente no tradicional, los estudiantes puedan profundizar sobre las temáticas de clase. Estrategias tales como: casos de estudio, salidas institucionales, debates, seminarios, etc., por lo general, aumentan la motivación en los estudiantes, incrementando su compromiso y además, logran contrastar la realidad y la teoría. Sin embargo, en la actualidad, para mantener vigentes los esfuerzos por mejorar el proceso de enseñanza, cada vez se hace más evidente la necesidad de vincular las tecnologías actuales y emergentes dentro de las aulas de clase.

El *Mobile-Learning* o *m-learning* es otra estrategia que facilita la construcción del conocimiento, la solución de problemas de aprendizaje y el desarrollo de destrezas o habilidades diversas de forma autónoma gracias a la utilización de dispositivos móviles (Brazuelo y Gallego, 2011). Esta se caracteriza por la movilidad e informalidad que lo diferencian de otras formas de aprendizaje que usan tecnologías (Quinn, 2000). Una implementación del *m-learning* como estrategia de enseñanza-aprendizaje son las aplicaciones móviles en la educación. Estas cuentan con características que facilitan los procesos de comunicación, potencian la creación y recreación del conocimiento gracias a las herramientas tecnológicas que poseen, motivan la creatividad facilitando el aprendizaje personalizado y autónomo mediante la creación de Entornos Personales de Aprendizaje (*Personal Learning Environments, PLEs*) (Villalonga y Lazo, 2015).

De igual forma, la implementación de juegos es otra de las estrategias pedagógicas que favorecen al desarrollo de competencias basadas en el análisis, pensamiento estratégico, solución de problemas y colaboración (Durall et al., 2012). Esta estrategia se conoce como ludificación y se define como el uso de elementos de juego y técnicas de diseño de juegos, en contextos diferentes a juegos. Esta estrategia tiene como objetivo la motivación de la persona a involucrarse en actividades laborales o educativas (Werbach & Hunter, 2012). Investigaciones señalan que implementando metodologías como el *m-learning* y la ludificación, se ha logrado un impacto positivo en el desempeño de los estudiantes (Kapp, 2012; Malone y Lepper, 1987), si bien no es necesario el uso de medios electrónicos para implementar la ludificación, está se potencializa con su uso (Pollara y Broussard, 2011). Según Apóstol, Zaharescu y Alexe (2013), la ludificación aumenta la motivación por genuino interés (motivación intrínseca) o la motivación por recompensas externas (motivación extrínseca). Además, la implementación de elementos de juegos en el proceso de enseñanza-aprendizaje permiten crear entornos altamente inmersivos e interactivos en los que los estudiantes se sienten motivados a experimentar y aprender (Durall et al., 2012).

La motivación es necesaria porque impacta directamente el método de aprendizaje utilizado y el aprovechamiento que le da el estudiante a la retroalimentación de las actividades realizadas que, de acuerdo con Mbarek y El Gharbi (2013), tienen una relación fuerte con los resultados que obtienen. Según Handley, Price y Millar (2011) la retroalimentación es el intento de quien imparte el conocimiento de identificar y suplir las necesidades que tienen los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Para que esta herramienta sea valiosa en el proceso formación, se debe garantizar que la forma en la que se presenta la información al estudiante construya un sentido de pertenencia y responsabilidad en su proceso de aprendizaje.

Dentro de la carrera de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá, se han implementado diversas estrategias, tradicionales y no tradicionales, para complementar el proceso de aprendizaje de los estudiantes fuera de clase. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados, se conoce que en algunas asignaturas los estudiantes necesitan espacios y herramientas adicionales de estudio. Como es el caso de la asignatura de Optimización, la cual obtuvo en los periodos 2016-1 y 2016-3 el porcentaje más alto de estudiantes reprobados, siendo del 62%. Esta tasa puede atribuirse parcialmente a la complejidad de la asignatura, la falta de motivación de los estudiantes, métodos de estudio inadecuados<sup>1</sup> y otros factores.

Por lo tanto, dentro de este trabajo de grado, se propone apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Optimización, al aprovechar los elementos del *m-learning* y la ludificación para crear una aplicación móvil, con el fin de brindarle al estudiante apoyo para el estudio en momentos y lugares en los que de otra forma sin la aplicación no estudiaría.

## **2. Antecedentes (¿Qué se ha hecho?) Extensión máxima 2000 palabras**

Se ha comprobado que los estudiantes que conocen y utilizan estrategias de aprendizaje sofisticadas tienen mejores resultados que aquellos que se limitan a la mera repetición mecánica (Arancibia, Herrera y Strasser, 2011; Pozo, 2000). Es por esto que las metodologías de aprendizaje alternativo han tenido un auge significativo en las últimas décadas, y especialmente, se ha generado un incremento en los últimos años de las

---

<sup>1</sup> Los malos hábitos de estudio comprenden el ambiente donde se estudia, cómo se planifican los temas a estudiar las estrategias de aprendizaje utilizadas antes, durante y después del estudio (Torres y Quiles, 2009)

metodologías de aprendizaje que involucran tecnología. Este último ha llevado al desarrollo de aplicaciones móviles centradas en el aprendizaje activo: un tipo de educación enfocado en el rol del estudiante como constructor de su propio conocimiento en el cual aprende haciendo (Serrano, Restrepo y Posada, 2012). Estas aplicaciones pueden ser consideradas como una forma de *m-learning* y varios autores han estudiado los resultados de sus implementaciones en diferentes contextos.

Ianoş y Oproiu (2016) resaltan que el uso de aplicaciones en los dispositivos móviles se ha vuelto extremadamente atractivo tanto para los profesores como para los estudiantes, y autores como Trivedi (2013) se atreven a asegurar que los dispositivos inteligentes están reemplazando los libros de texto. Se han encontrado aplicaciones que ofrecen herramientas útiles para el estudio. Estas pueden consolidar información como es el caso de *World Factbook*, que brinda información socioeconómica y demográfica de todos los países del mundo. *Formulas Lite* proporciona ecuaciones para matemáticas, física y química. *Pocket Knowledge* permite hacer consultas sobre temas como cultura, deportes, clima y nutrición. Otras aplicaciones se centran en la evaluación de conceptos, hechos o ideas a través de preguntas de respuesta múltiple con única respuesta como *Capital Quiz* y *College Chemistry Quiz*.

Existen aplicaciones centradas en un área de estudio específica. Por ejemplo, para química existen aplicaciones como *Complete Chemistry* las cuales abordan todos los conocimientos que contiene un curso universitario de química. También existen aplicaciones que permiten simular escenarios reales como *Chemist-Virtual Chem Lab* la cual simula laboratorios y experimentos químicos y *Reaction flash* ilustra reacciones químicas, además de mostrar las estructuras de elementos y moléculas en formatos 2D. Trivedi (2013) señala que estas aplicaciones están dirigidas a mejorar el nivel de conocimientos y mejorar la retención de información.

De igual forma, Ianoş y Oproiu (2016) aseguran que estas aplicaciones suelen ser usadas por los estudiantes para reforzar conocimientos, lo que hace que tomen un rol cada vez más importante y por consiguiente también los dispositivos en los que se accede a ellas.

Cabe resaltar que el *m-learning* ha tomado relevancia de igual forma en la educación superior. Por ejemplo, Ramos, Herrera y Ramírez (2010) implementaron *m-learning* soportado en dispositivos móviles, facilitando el acceso a material digital y canales de comunicaciones entre profesores y estudiantes mediante la entrega de *smartphones* por parte del Tecnológico de Monterrey a sus usuarios. Como resultado, se concluyó que estos dispositivos ayudaron a desarrollar habilidades cognitivas en los usuarios e hicieron que estos administrasen mejor su tiempo mediante la organización de tareas.

A su vez esta estrategia puede ser complementada con la ludificación, puesto que los requerimientos para desarrollar un método de aprendizaje efectivo pueden ser suplidos por la potencia que ofrecen los dispositivos móviles actuales. Werbach Y Hunter (2012) han examinado más de 100 implementaciones de ludificación en varios contextos diferentes y han encontrado que estos juegos poseen el mismo modelo de desarrollo: PBL (*Points, Badges, Leaderboards*) puntos, insignias y calificaciones. Generalmente estos abarcan objetivos, reglas, retroalimentación, desafío, sorpresa y comprensión. Se han realizado estudios sobre el efecto de las insignias en los contextos de aprendizaje (Abramovich, Schunn, & Higashi, 2013) mostrando que las insignias están directamente relacionadas con las habilidades de los estudiantes y pueden conducir a un aumento en la motivación intrínseca.

Cabe resaltar que la ludificación no depende del uso de dispositivos móviles exclusivamente. Por ejemplo, Romero, Gutiérrez y Rodríguez (2010) realizaron un estudio sobre la implementación de un juego empresarial está orientado a problemas específicos de los negocios internacionales. Los estudiantes percibieron de manera positiva el uso del juego y se concluyó que su eficacia pedagógica se benefició la interacción dinámica con los usuarios. Esto refuerza la idea que el impacto que tiene el uso de la ludificación en un entorno académico depende en gran parte de la forma en cómo se atraiga al estudiante y se le incentive a utilizarlo. Nevin et al. (2013) diseñaron y desarrollaron el software Kaizen-IM usando principios de la ludificación para ofrecer un servicio de conocimiento médico a Residentes de la Universidad de Alabama. Se observó que la alta aceptación del juego se vio influenciada por la simplicidad del software y que la retentiva de los conocimientos aumentó en un 19,9% de los participantes totales. A partir de esto, se pudo concluir que se

puede promover autoaprendizaje según la forma en que se organizan los contenidos temáticos y cómo se integran las situaciones de resolución de problemas con la tecnología.

También se ha logrado implementar técnicas de ludificación en otras áreas de la educación tales como la ingeniería, en las que se soportaron las clases magistrales con resultados positivos. Valbuena (2010), desarrolló un material didáctico multimedia de química, integrando un modelo de resolución de problemas y dificultades de aprendizaje, para los estudiantes de ingeniería agronómica de la Universidad de los Llanos. Juegos como el *triqui* han sido usados para explicar conceptos como los juegos de suma cero y la definición de estrategias de juego óptimas (Osorio, 2007). Otros conceptos de la teoría de juegos como la tragedia de los comunes, también han sido abordados, esta vez por medio de un videojuego con mecánicas sencillas llamado Lancel'anzuelo® (Gómez, Pérez, Gómez, Marín, 2013). Juegos de mesa, como el propuesto por González et al. (2011), compuesto por fichas Lego® y un tablero logró que los estudiantes tuvieran un aprendizaje significativo y comprendieran mejor las metodologías de distribución de planta. Otras implementaciones como *Lego® my Simplex* también han utilizado fichas de Lego® para explicar conceptos básicos de programación lineal (Pendegraft, 1997). Existen además juegos que han sido implementados con aplicaciones y medios físicos como el caso del juego de la cerveza (Peña, Rodríguez y Ramírez 2011), que se ha usado para modelar, exponer y tomar decisiones sobre el funcionamiento de la cadena de suministros.

La efectividad del juego de la cerveza ha inspirado el desarrollo de juegos más recientes como el realizado por Paredes, Peláez y Ramos (2016) para enseñar el control de inventarios. También se ha buscado facilitar la comprensión de temas abstractos y usualmente difíciles de comprender para los estudiantes como lo son las cadenas de Markov. Casseres et al. (2014) diseñaron un juego complejo que representa un proceso estocástico contextualizado en una serie de campeonatos de fútbol, logrando que los estudiantes pudieran formular modelos markovianos y solucionarlos. No solo hubo una percepción muy favorable por parte de los estudiantes, sino que además se lograron diferencias significativas frente a los grupos que no participaron en el juego en los resultados obtenidos.

En la siguiente tabla se resume la literatura encontrada en donde se especifica el tipo de técnica que se usó, el área de aplicación y la mecánica implementada de cada estudio:

<b>Cita</b>	<b>Tipo de técnica</b>	<b>Área de aplicación</b>	<b>Mecánica implementada</b>
Trivedi (2013)	M-learning	Conocimiento General	Preguntas-Consolidación de Información
Ianoş y Oproiu (2016)	M-learning	Química	Compilación de información, simulaciones y preguntas
Ramos, Herrera y Ramírez (2010)	M-learning	Educación	Videos, Audios, Exámenes
Werbach Y Hunter (2012)	Ludificación	Conocimiento General	Técnicas PBL
Nevin et al. (2013)	M-learning	Educación en Medicina	Preguntas
Valbuena (2010)	Ludificación	Educación en Química	Consolidación de Información, Preguntas
Romero, Gutiérrez y Rodríguez (2010)	Ludificación	Administración	Preguntas
Osorio (2007)	Ludificación	Teoría de Juegos	Juego triqui
Gómez, Pérez, Gómez, Marín. (2013)	Ludificación	Teoría de Juegos	Lancel'anzuelo®
González et al. (2011)	Ludificación	Distribución de Planta	Lego®
Pendegraft (1997)	Ludificación	Programación	Lego® my Simplex

Lineal			
Peña, Rodríguez y Ramírez (2011)	Ludificación	Cadena de Suministro	Juego de la Cerveza
Paredes, Peláez y Ramos (2016)	Ludificación	Teoría de Juegos	Juego de Mesa
Casseres et al. (2014)	Ludificación	Teoría de Juegos	Actividad Lúdica

Tabla 1. Resumen antecedentes.

Del total de estudios analizados se encontró que el 72% usan ludificación, 22% m-learning y el 6% usan ambas metodologías. El 50% de las investigaciones están enfocadas en materias o temas de la carrera de ingeniería industrial y de ellas todas usan la metodología de ludificación, lo que demuestra la relevancia que puede tener estas metodologías para la carrera.

A partir de las investigaciones realizadas, se encontraron varias características que se integrarán en el diseño de la aplicación propuesta. En esta se consolidarán los temas de las asignaturas que se van a trabajar. Se tendrá un sistema PBL para mantener la motivación de los estudiantes. Finalmente, la aplicación no se limitará a soportar la enseñanza de un solo tema a diferencia de los casos expuestos, si no por el contrario tendrá todas las temáticas abordadas en la asignatura, de modo que espera que sea usada durante el transcurso del curso. También se implementará un sistema de preguntas que no solo pueda ofrecer la respuesta, sino que además pueda encontrar errores comunes en la respuesta e indique cómo corregirlos.

### 3. Contexto de la asignatura en la universidad.

La asignatura de Optimización hace parte del pensum de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana. La clase tiene como objetivo adquirir diferentes herramientas y técnicas para formular modelos de programación lineal a partir de un problema real. Las temáticas principales de la asignatura son: formulación de modelos de programación lineal, solución de problemas de programación lineal, análisis de sensibilidad y por ultimo programación lineal entera, binaria y entera mixta. La facultad dispone de varios profesores para dictar la asignatura, semanalmente se dictan 4 horas y 2 horas de monitorias. Los estudiantes consideran que esta es una de las asignaturas de mayor dificultad de todo el programa académico de la carrera, por lo cual muchos llegan con el prejuicio de que la probabilidad de reprobirla es alta.

### 4. Objetivos (¿Qué se propuso?) Extensión máxima 300 palabras

*Diseñar y crear una aplicación móvil para practicar los conceptos vistos en la clase de Optimización del programa de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.*

- Crear el contenido temático que se utilizará en la aplicación, basados en el syllabus de cada asignatura.
- Diseñar una aplicación móvil basada en la ludificación para practicar los temas de las asignaturas.
- Medir la percepción de los usuarios de la aplicación.

### 5. Metodología (¿Cómo se realizó?). Extensión máxima 6000 palabras

La metodología propuesta para el desarrollo de este proyecto extrae elementos de las siguientes metodologías e investigaciones: (1) diseño de producto centrado en el usuario (DCU) por Trujillo, Aguilar, Neira (2016); (2) la metodología para el diseño y desarrollo de aplicaciones móviles propuesta por Gasca, Camargo, Medina y Delgado (2013); (3) la metodología para el diseño y desarrollo de videojuegos propuesta por Moore E. Michael (2011); (4) los principios del aprendizaje experiencial (Romero, 2010); (5) el diseño de producto basado en experiencias (Shedroff, 2009) y finalmente (6) elementos de diseño de juegos para la educación (GBL) expuestos por autores como Angel, Daradoumis, Xhafa, Caballe y Faurlin (2010), Abramovich, Schunn, & Higashi (2013), Ahn, Pellicone, & Butler (2014), Lokuge Dona, Gregory, & Pechenkina (2016), Meer & Chapman (2014), Weitze & Söbke (2016) entre otros.

La metodología de diseño de producto centrado en el usuario (DCU) es un acrónimo que se compone del diseño o creación de una experiencia humana, o bien el descubrimiento, implementación, desarrollo y entrega

de un nuevo producto útil y usable (D). Un enfoque de diseño centrado en el usuario (C), estableciendo el perfil el usuario objetivo, sus necesidades y requerimientos, así como la satisfacción y accesibilidad que le otorga el producto. Por último, el usuario, cliente y/o consumidor (U) en el cual se centra el diseño del producto (Trujillo et al., 2016).

De esta metodología se extraen elementos como el énfasis en la usabilidad del producto, con el fin de crear una interacción fácil y asequible para el usuario. La utilidad del producto, la cual se refiere a la interacción del usuario con el producto, y los resultados que esta interacción genera. La deseabilidad, en donde se analiza el diseño de producto con respecto a todos los aspectos emocionales del usuario. La deseabilidad se compone de tres niveles: visceral, comportamental y reflexivo, con esto se busca que el producto sea agradable y placentero. También se adopta el proceso de prototipado, el cual facilita la comunicación entre las partes interesadas en el proyecto, la discusión del equipo creativo de diseño, el desarrollo de un proceso iterativo, así como la simulación de la experiencia del usuario con el producto. Con el prototipo se busca reducir el riesgo a lanzar al mercado un producto inservible. Por último, se adopta el proceso de reunir a un grupo de personas con características similares que comparten sus opiniones y percepciones frente a un tema, obteniendo información cualitativa que ayuda a la toma de decisiones en el proceso de diseño.

Apoyándose en la metodología (2), se ha decidido conservar la colaboración con el cliente, pues con esta se logra asegurar que la aplicación se ajusta a las necesidades del usuario. Siguiendo esta idea, se busca proporcionar a los usuarios un espacio de aprendizaje inmersivo, donde puedan aplicar y reforzar los conceptos estudiados previamente. También se busca mantener los principios dentro del grupo de desarrollo, particularmente la prioridad que se le da a la comunicación entre los miembros del equipo y su compromiso frente al desarrollo del proyecto (Gasca et al., 2013).

De la metodología (3) se extraen los principios de documentación por encima de prototipos, pues gracias a la tarea de documentación es posible llevar a cabo un proceso iterativo de diseño, mediante el cual los grupos de trabajo saben en todo momento que se espera de ellos. Este principio apoya el desarrollo y mejora proactiva de prototipos, principio por el cual es posible corroborar el cumplimiento de ciertas características del diseño planteado a medida que avanza el proyecto (Moore, 2011). De igual forma, con los demás extraídos para el desarrollo, diseño y uso del videojuego, pues garantiza en cierta medida su éxito tener un enfoque en el cliente y su interacción con el videojuego es otro principio que se alinea (Moore, 2011), (Britto, 2016). Con este enfoque se busca que el usuario juegue un papel activo en las diferentes etapas de la propuesta metodológica que se plantea, enfocándose en la etapa de testeo, es de esta manera que se logra suplir sus necesidades garantizando una correcta implementación del videojuego. Finalmente, el poder de decisión del grupo de diseño para la aceptación o rechazo de nuevos requisitos extraídos de la retroalimentación permite tener control del proyecto dando una mayor flexibilidad a la propuesta de diseño sin comprometer el desarrollo del proyecto (Vyas, Heylen, Nijholt y Van der Veer, 2009).

De igual manera, dado que la aplicación a desarrollar apoyará un proceso de enseñanza-aprendizaje, se tiene que considerar el estilo de aprendizaje a implementar. Los estilos de aprendizaje según Smith y Renzulli (1984) definen cómo se siente una persona y el comportamiento que adopta en una situación específica de aprendizaje. Esta propuesta metodológica se fundamenta en el aprendizaje experiencial (4), dado que ofrece oportunidades para enlazar la teoría con la práctica en situaciones reales o en simulaciones, generando un conocimiento significativo, contextualizado, transferible y funcional (Romero y Ariza, 2010). Este aprendizaje se basa en el hecho de que, si el sujeto puede tener una interacción directa con el objeto de estudio, su conocimiento irá más allá de una simple contemplación (Smith, 2001). Con base en lo anterior, se busca exponer a los usuarios a situaciones realistas, que faciliten la generación de conocimiento a través de simulaciones de un entorno real.

Finalmente, de la investigación sobre elementos de diseño de juegos para la educación (GBL) de Ángel et al., (2010), se extrajeron principios que se clasifican como determinantes para hacer mejoras significativas en los procesos de enseñanza. Estos son: comprender correctamente las necesidades, capacidades y posibilidades de los estudiantes; claridad y calidad en la información presentada; estructuración de la información para un adecuado entendimiento y finalmente la interactividad con el estudiante.

También se identificó que la motivación y el rol de los estudiantes son fundamentales para la mejora de su proceso de aprendizaje. Razón por la cual Abramovich et al., (2013), Ahn et al., (2014) y Lokuge Dona et al., (2016) consideran que estos aspectos son la principal preocupación para la implementación de GBL. No obstante, esta problemática puede ser abordada según Ángel et al. (2010) al tener en cuenta aspectos como las actitudes, capacidades, necesidades y posibilidades de los estudiantes. Otra forma de atacar la falta de motivación de los estudiantes es la introducción de elementos de juego para procesos de enseñanza siendo esta una característica fundamental de ludificación acuñado por Abramovich et al., (2016). De igual forma, la implementación de un sistema de puntos, una tabla de posiciones e insignias, ayudan a crear confianza y compromiso en épocas tempranas de la enseñanza. En consecuencia, se genera una mejor retención de información y conocimientos (Meer & Chapman, 2014), por lo tanto, la implementación de un formato ludificado para una aplicación móvil de enseñanza hace que sea mucho más efectiva en su tarea (Weitze & Söbke, 2016).

Esta y otras formas de ludificación fomenta el cambio a un paradigma educacional que considera al estudiante como un actor central y activo en su proceso de aprendizaje (Engelbrecht and Harding 2005). En estos escenarios, los estudiantes aprenden con la ayuda de profesores, tecnología y otros estudiantes. Para desarrollar estos escenarios, Zarraonandía, Diaz, Aedo y Ruiz (2014) proponen que los diseños de juegos educacionales diferencien entre dos elementos principales, las reglas del juego y el escenario en las que estas toman lugar. Esto refuerza la idea que el aprendizaje es condicionado por la experiencia que el usuario tiene, y esta experiencia se ve condicionada por el escenario en la que se presenta. La importancia del contexto también es corroborada por autores como Hamari et al., (2014) que señalan cómo la ludificación depende en gran medida del contexto de su implementación.

Los diferentes aspectos mencionados de las metodologías e investigaciones son la base para la metodología propuesta para este proyecto. Esta se constituye de tres (3) fases: Definición (I), Construcción (II) y Entrega (III). En la primera fase se encuentran las etapas de: Análisis Preliminar, Diseño de Contenido y Estrategias Pedagógicas. La segunda fase se compone de las etapas de: Diseño y Desarrollo. Finalmente, en la última fase se encuentran las etapas de: Pruebas de Funcionamiento y Finalización.

En la Fase de Definición, en la etapa de Análisis Preliminar se realiza la investigación para determinar el usuario objetivo, identificando sus actitudes, capacidades, necesidades y posibilidades; a los sujetos interesados, involucrados o afectados por el proyecto, *Stakeholders*. De esta forma, se pueden identificar las necesidades de estudiantes, profesores y la universidad. Para así establecer los requerimientos de diseño de la aplicación, posteriormente, estas necesidades se clasifican según los FURPS<sup>2</sup>. También, se definen los casos de uso que tendrá la aplicación identificando los usos que el usuario le dará. Por último, se establecen características tales como la usabilidad, deseabilidad, utilidad y el nivel de conectividad a internet.

Para la etapa de Diseño de Contenido se hace una revisión a todas las temáticas presentes en el *syllabus* de la materia, ya que este establece cuales son los conceptos que se deben impartir en cada asignatura. Se establecen las temáticas que se abordarán en la aplicación, sus precedencias, la cantidad de ejercicios que tendrá cada tema. Posteriormente, se validan todas las tareas anteriores con expertos en el tema. Por último, en la etapa de Estrategias pedagógicas se define el tipo de aprendizaje que se quiere generar en los usuarios, para ello se establecen las mecánicas y la ambientación pertinente. De igual forma se define el sistema de puntos, tabla de posición e insignias (PBL) especificando las condiciones bajo las cuales se penaliza o premia el desempeño del usuario en la aplicación, el tipo de recompensas y bajo qué circunstancias se otorgan. Por último, se debe establecer la interacción que tendrá el usuario con la aplicación.

En la fase de Construcción, para la etapa de Diseño se realiza la documentación detallada de las características de la aplicación (*Game Proposal*), la estructura de navegación que tendrá la aplicación con el fin de establecer la secuencia que tendrá el juego durante su uso. Finalmente se revisa si en el documento de la propuesta de juego se omitieron aspectos importantes de las primeras dos etapas de la fase (I), de ser así, se completa el documento para asegurar el correcto diseño de la aplicación y sus contenidos. Por último, se debe hacer una verificación del diseño con respecto a la norma ISO 2500. En la etapa de Desarrollo se realizan los

---

<sup>2</sup> FURPS: Acrónimo que representa el modelo de clasificación de atributos de calidad de software (funcionales y no funcionales). El modelo fue desarrollado por Hewlett-Packard.

ejercicios que se incluirán en la aplicación, así como la creación de los personajes, los ambientes y demás aspectos visuales. También deben desarrollar los módulos de código por los cuales el juego funciona. Al final de esta etapa se crea un prototipo el cual será testeado en la siguiente fase.

Por último, en la Fase de Entrega, en la etapa de Pruebas de Funcionamiento se realiza un *Focus Group* con el objetivo de recibir una retroalimentación por parte de los participantes acerca de su experiencia usando la aplicación. De estos comentarios se identifican posibles cambios a realizar, con el fin de corroborar que el diseño cumpla con los requerimientos esperados. Todos los cambios que resulten relevantes serán incluidos en el diseño mediante su documentación en el *Game Proposal*. Para concluir, en la etapa de Finalización, se realiza un segundo *Focus Group* con el fin de determinar si los participantes consideran que la aplicación funciona como un método de estudio alternativo, la cual involucra los elementos mencionados a lo largo de la metodología. Una vez se tiene la aplicación totalmente terminada se debe redactar un manual de uso, este tiene como fin dar a entender a los usuarios cómo interactuar con la aplicación, así como también el funcionamiento de las mecánicas de juego implementadas. Para terminar, se hace entrega al usuario la aplicación junto con el respectivo manual.

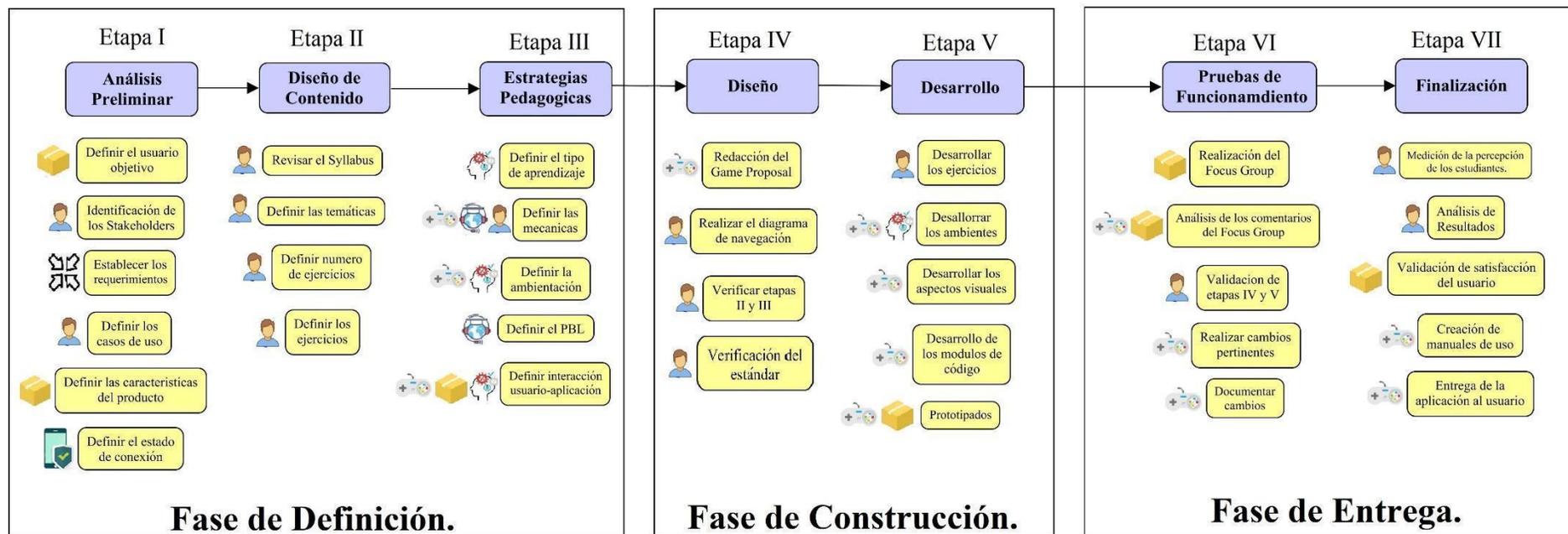


Ilustración 1. Diagrama propuesta metodológica

## 6. CREACIÓN DE LA APLICACIÓN

### FASE I: Definición

#### 6.1.1. Análisis Preliminar

Siguiendo la metodología propuesta se realizó la identificación de los usuarios objetivos, estos son los estudiantes de pregrado de ingeniería industrial de la Pontificia Universidad Javeriana que se encuentren cursando o han aprobado la asignatura de Optimización. Después de realizar varias entrevistas a estudiantes con las características del usuario objetivo, se establecieron las siguientes similitudes: reconocer la importancia de la asignatura tanto académica como profesionalmente, la necesidad de acompañamiento durante la realización de un modelo matemático, así como la dificultad para entender la lógica necesaria para el desarrollo de cada uno. De igual forma, se identificaron los *Stakeholders*: estudiantes, monitores, profesores, la Universidad Javeriana sede Bogotá y el grupo de desarrolladores de la aplicación. Con base en la información suministrada por los *Stakeholders*, se establecieron una serie de requerimientos que la aplicación debe satisfacer. Estos son:

- La aplicación debe apoyar el proceso de enseñanza en espacios y momentos poco comunes para estudiar mediante su uso (Universidad).
- La aplicación debe contar con un sistema de puntuación, medallas y ranking (Desarrolladores).
- El contenido de la aplicación debe reforzar los temas más importantes y de mayor dificultad para los estudiantes (Profesores y Monitores).
- La aplicación debe reforzar los conceptos básicos para la formulación de un modelo de optimización (Estudiantes y Profesores).
- La aplicación debe dar acompañamiento a medida que se desarrollan los ejercicios (Estudiantes).
- La aplicación debe, de alguna manera, representar gráficamente lo que realiza una restricción (Estudiantes).
- La aplicación debe tener una cantidad considerable de ejercicios (Estudiantes y Profesores).
- La aplicación debe apoyar el proceso de identificación de todos los componentes que se encuentren en un enunciado y/o ejercicio para el desarrollo de un modelo de optimización (Estudiantes).
- La aplicación debe permitir llegar a un resultado a partir de diferentes soluciones para cada ejercicio (Estudiantes).
- La aplicación debe dar, siempre que sea posible, retroalimentación de los posibles errores que cometa el estudiante (Estudiantes y Monitores).
- La aplicación debe permitir repasar el tema de las restricciones disyuntivas (Profesores).

Con la información anterior, se definieron algunos aspectos de diseño y/o características que tiene la aplicación para satisfacer estos requerimientos. Esto son: disponibilidad de la aplicación para los *Smartphone* con sistema Android para facilidad de distribución; contenido temático definido por estudiantes y profesores, varias mecánicas para el desarrollo de cada ejercicio; retroalimentación cuando el usuario cometa un error y, por último, sistema de puntuación, medallas y *ranking*.

Finalmente se definió el estado de conectividad de la aplicación. Para cubrir las necesidades descritas, la aplicación debe ser semi-conectada a una red de internet. Esto con el fin de mantener el sistema de ranking actualizado, respetando los principios de la ludificación.

#### 6.1.2. Diseño de Contenido.

Para la selección del contenido incluido en la aplicación, es necesario revisar en primera medida los contenidos temáticos dentro del *Syllabus* de la materia de Optimización incluidos por parte de la Facultad de Ingeniería Industrial. Entre ellos se encuentran contenidos teóricos, tales como el concepto de investigación de operaciones y el proceso de análisis de los problemas. De igual forma, están presentes contenidos sobre la aplicación de los conceptos en ejercicios prácticos, siendo de mayor interés en este proyecto. La competencia que pretende desarrollar este curso es el modelamiento lineal de problemas industriales. Para lo cual se requiere el modelamiento explícito y compacto, usando variables continuas y binarias, parámetros binarios y

subconjuntos. Los contenidos con aplicación a ejercicios prácticos seleccionados pueden categorizarse en varios temas, estos son: Modelamiento Explícito, Modelamiento Compacto y Modelamiento Compacto con parámetros y variables binarias. Adicionalmente, se incluyó ejercicios prácticos de variables disyuntivas.

Para cada uno de los temas seleccionados se desarrollan 5 ejercicios con el fin de alimentar la base de datos de la aplicación. Estos deben tener una sincronía con las mecánicas establecidas para la evaluación de los conocimientos del usuario. De igual forma, la mezcla y aplicación de las diferentes mecánicas de juego para cada ejercicio deben permitir al usuario llegar a una solución oportuna del problema planteado resolviéndolo paso a paso, con esto se busca dar un acompañamiento al estudiante a lo largo de la construcción del modelo, para así cerciorar la apropiación de los conceptos y su correcta implementación. Otro aspecto fundamental para la definición de contenidos está relacionado con que la aplicación se desarrolla en torno a una historia, y por lo tanto se debe tener extremo cuidado en hacer modificaciones de los enunciados, personajes y estados del usuario en el juego. Este aspecto propicia la creación de un contexto real en el cual existe relación entre cada grupo de ejercicios de un mismo tema, y así darle continuidad a la historia abordada.

### **6.1.3. Estrategias Pedagógicas**

La aplicación se basa en la simulación del proceso que podría llegar a tener un universitario egresado en el comienzo de su vida laboral aplicando sus conocimientos de optimización. Esto contribuye al desarrollo de un aprendizaje experiencial, mediante el cual se busca que el estudiante denote la importancia de los conocimientos adquiridos en su preparación académica, así como la utilidad de estos para solucionar problemas reales. Para lograr esto, la aplicación cuenta con una historia, la cual se centra en la contratación de un practicante (*intern*) por la empresa Digital Aristotle, el cual, gracias a sus habilidades visitará diferentes compañías que necesitaran dar solución a sus problemas, resolviéndolos por medio de los conocimientos del usuario en temas de optimización. Así mismo, los ejercicios de la aplicación están ambientados dependiendo de la empresa en el que se encuentren.

Una forma de incentivar al usuario a usar la aplicación y brindarle una buena experiencia, se logra a partir de la implementación de un sistema PBL, para lo cual se realizaron insignias, las cuales el usuario obtendrá al momento de cumplir con unos objetivos específicos. También se incluyó un sistema de experiencia que varía dependiendo del rendimiento que se tenga en cada mecánica y el nivel en el que se encuentre, junto con un ranking en donde se comparan a todos los usuarios de la aplicación por su rendimiento. Con este sistema se busca premiar o sancionar al usuario según su desempeño, relacionar el rendimiento entre los usuarios de la aplicación y resaltar aspectos relevantes según el avance de cada uno. Gracias a esto se crea en el estudiante cierto interés en hacer uso de la aplicación y por ende estar más al tanto de su proceso de aprendizaje Ángel et al. (2010).

Partiendo del hecho en que la motivación de los estudiantes es indispensable para tener buenos resultados en su proceso de aprendizaje, toda la propuesta metodológica de este proyecto busca que el usuario se mantenga motivado al momento de usar la aplicación. Esto hace que se lleve un proceso de enseñanza-aprendizaje más responsable, al mismo tiempo hace que el estudiante interiorice con mayor facilidad los conocimientos.

La aplicación cuenta con varias mecánicas que permiten solucionar los ejercicios de diferentes formas, con el propósito de no recaer en un proceso repetitivo, aburrido o tedioso al momento de abordar un nuevo ejercicio. Estas mecánicas están diseñadas para guiar al estudiante en todo momento, desde que se identifican todas las partes del problema planteado, hasta que finalmente las relaciona y formula un modelo matemático con una función objetivo y restricciones que den solución a una problemática. Igualmente se busca brindarle al estudiante una retroalimentación de los posibles errores que está cometiendo al momento de dar solución en cada uno de los ejercicios. Las mecánicas son las siguientes.

La primera mecánica con la que cuenta la aplicación es la simulación de una reunión laboral en una sala de juntas, en la cual se discute sobre una situación particular. Esta tiene como objetivo identificar y clasificar correctamente la información en un enunciado de un problema de optimización para la posterior creación de un modelo matemático. Se resalta su utilidad debido a que los estudiantes usualmente omiten o malinterpretan información, lo cual conlleva a un desarrollo de modelo errado. Así mismo, introduce a usuario a un escenario

profesional como lo es la sala de juntas, dándole una idea de cómo afrontar una situación similar en la vida real.

La segunda mecánica se basa en un sistema de tipo cuestionario, el cual se compone de preguntas como selección múltiple entre 4 opciones, arrastrar sumatorias, variables, parámetros, operadores, etc. para formar desigualdades, ordenar una serie de palabras correctamente para definir alguna ecuación. Estas mecánicas tienen como objetivo darle diversas formas al estudiante de resolver los ejercicios para evitar la monotonía al momento de usar la aplicación.

La tercera mecánica está dada para ayudar al usuario a comprender la utilidad y naturaleza de las variables y parámetros en el modelamiento de modelos matemáticos. Esta consiste en instalar árboles, postes o antenas en las áreas habilitadas evitando las áreas seleccionadas como prohibidas por medio de la creación de ecuaciones. El fin pedagógico de esta mecánica es afianzar el concepto y el uso de parámetros y variables binarias. Para esto se realiza una representación gráfica de un concepto que para los estudiantes no es sencillo de entender. Igualmente, esta mecánica está ambientada en una problemática para cada una de las empresas, así se asegura que exista una continuidad de la historia a lo largo de todo el juego.

La cuarta mecánica tiene como objetivo ayudar a los usuarios en la creación de restricciones disyuntivas, puesto que esta temática representa una gran dificultad en el modelamiento de un problema. Esta mecánica está ambientada en la programación de las tarjetas madre de un robot, el cual se ha averiado, por medio de la correcta formulación de restricciones disyuntivas entre 3 variables binarias, se logra que el robot vuelva a funcionar de manera correcta. El fin pedagógico de esta mecánica repercute en crear un razonamiento en el estudiante que sea adecuado para la correcta formulación de restricciones con variables binarias, en las cuales implican supeditar el comportamiento de las variables según una determinada circunstancia.

Un aspecto relevante consiste en lograr hacer una representación gráfica del comportamiento de una ecuación matemática, algo que los estudiantes nunca pueden percibir de esta manera. Finalmente, las mecánicas mencionadas anteriormente cuentan con realimentaciones de los posibles errores comunes que los usuarios pueden cometer al momento de dar solución a los ejercicios. Esto apoya al aprendizaje experiencial que promueve la aplicación, así mismo respeta los lineamientos del GBL para desarrollar un aprendizaje significativo.

## **FASE II: Construcción**

### **6.1.4. Diseño**

Siguiendo con la metodología propuesta, una vez que se han definido los requerimientos y las características que debe tener la aplicación se procede a la elaboración del Game Proposal. Este se compone de la descripción detallada del concepto del videojuego, las mecánicas implementadas en los diferentes niveles y por último gráficos del juego tales como personajes, ambientes e ítems.

#### **6.1.4.1. Concepto del videojuego**

Es un videojuego con fines educativos para el estudio de la materia de Optimización. Este se encuentra ambientado en una historia, la cual se centra en el personaje de usuario el cual debe resolver una serie de problemas en diferentes empresas aplicando los conocimientos de la materia.

##### **6.1.4.1.1. Mecánicas**

- **Reunión:** Es la simulación de una reunión laboral en una sala de juntas, en la cual se discute sobre una situación particular. Esta tiene como objetivo identificar y clasificar correctamente la información en un enunciado de un problema de optimización para la posterior creación de un modelo matemático.

- Selección múltiple: Se presentan cuatro posibles opciones de respuesta y el usuario debe seleccionar una de ellas. Tres de estas respuestas son incorrectas, cada una cuenta con una retroalimentación del error.
- Plantar: Se debe ubicar árboles, postes o antenas en las áreas habilitadas evitando las áreas seleccionadas como prohibidas y cumpliendo con las áreas objetivo a partir de la creación de ecuaciones que relacionan parámetros y variables binarias. Existe una cantidad máxima de elementos a ubicar por cada ejercicio.
- Tarjetas Robot: Esta mecánica está ambientada en la programación de las tarjetas madre de un robot que se ha averiado, el cual, por medio de la correcta formulación de restricciones disyuntivas entre variables volverá a funcionar de manera correcta.
- Word pool: Se presenta una ecuación y el usuario a partir de una lista de palabras, debe construir una frase que representa lo que significa la ecuación.
- Equation Build: Se presenta una frase al usuario indicando qué ecuación debe crear a partir de unas cajas de elementos que contienen: operadores matemáticos, variables, parámetros, números, sumatorias, paréntesis y desigualdades.

#### 6.1.4.1.2. Gráficos

- Personajes: Los personajes que hacen parte de la aplicación se pueden clasificar en: jefes, compañeros y usuarios.

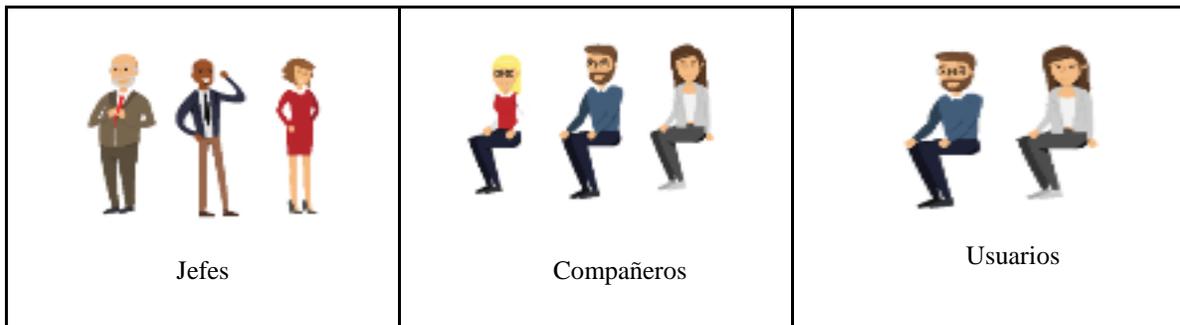


Tabla 2. Personajes

- Ambientes: Los ambientes se pueden evidenciar en el menú en donde se muestran los diferentes edificios que hacen parte de cada empresa, las oficinas en las que toman lugar las reuniones, las mecánicas de plantar y tarjetas robot.



Tabla 3. Ambientes

- Ítems: Entre los diferentes ítems que componen a la aplicación están: las medallas, pantallas de retroalimentación, tabla de posiciones, pantalla de avance del usuario, pantalla de desempeño por ejercicio y las imágenes requeridas para cada mecánica.

#### 6.1.4.2. Cumplimiento del estándar

La calidad de un producto de software se mide a partir del grado de satisfacción de los requisitos del usuario. Para ello, la norma ISO 25000 tiene una serie de lineamientos para determinar los requisitos mínimos que debe tener la aplicación. A continuación, se presenta una tabla con los requisitos y cómo se evidencian en la aplicación.

<b>Cumplimiento de la Norma ISO 25000</b>	
<b>Adecuación Funcional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación funciona correctamente, esta cubre todas las tareas y los objetivos del usuario.</li> <li>• La aplicación provee resultados correctos al momento de desarrollar las mecánicas de juego.</li> </ul>
<b>Compatibilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación funciona para las diferentes versiones del sistema operativo Android.</li> <li>• La aplicación funciona en cualquier dispositivo con el sistema operativo Android sin importar la referencia.</li> </ul>
<b>Usabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación está diseñada con comandos simples que facilitan su uso.</li> <li>• La aplicación posee una interfaz que es del agrado de los usuarios</li> </ul>
<b>Fiabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación no requiere de una conexión a internet, por lo que puede ser usada en cualquier momento (cuando se requiere).</li> <li>• La aplicación es capaz de funcionar incluso con errores mínimos en la programación.</li> </ul>
<b>Seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación no requiere del uso de los datos del usuario para funcionar.</li> <li>• La aplicación no le permite al usuario el acceso a los datos para ser modificados.</li> </ul>
<b>Mantenibilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación está diseñada para realizar cambios básicos en la información sin que tenga un impacto significativo en el funcionamiento.</li> <li>• La aplicación está diseñada para detectar los posibles fallos en la programación.</li> <li>• La aplicación puede ser probada y modificada fácilmente.</li> <li>• La aplicación permite incluir y/o modificar los ejercicios de una manera muy sencilla.</li> </ul>
<b>Portabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aplicación solo puede usarse en smartphones.</li> <li>• La aplicación puede ser instalada con facilidad en cualquier dispositivo móvil con un sistema operativo Android a partir de la instalación de un apk<sup>3</sup>.</li> </ul>

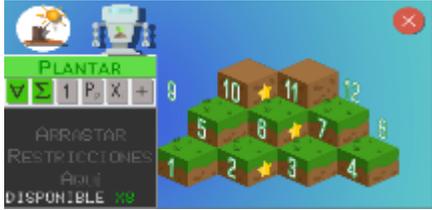
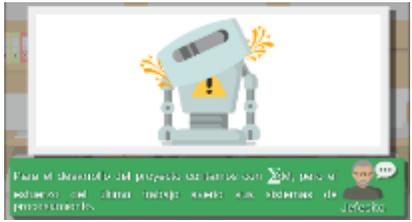
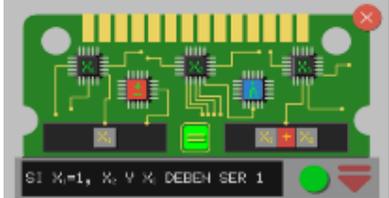
*Tabla 4. Cumplimiento del Estándar*

<sup>3</sup> APK: Android Application Package, se usa para distribuir e instalar componentes empaquetados para la plataforma Android para teléfonos inteligentes y tabletas

## 6.1.5. Desarrollo

### 6.1.5.1. Desarrollo de ejercicios.

En esta etapa se desarrolló las mecánicas establecidas en el *Game Proposal*, los 20 ejercicios con los que cuenta aplicación y las retroalimentaciones que la aplicación pueda mostrarle al usuario. Finalmente se alimentaron los 5 niveles con sus respectivos ejercicios al igual que se seleccionaron las mecánicas implementadas en cada caso como se puede observar en las siguientes imágenes:

	 <p><i>Ilustración 1. Menú principal</i></p>	 <p><i>Ilustración 2. Bienvenida a una empresa</i></p>
	 <p><i>Ilustración 3. Mecánica de Parámetros y Variables Binarias</i></p>	 <p><i>Ilustración 4. Mecánica de Parámetros y Variables Binarias</i></p>
<p><i>Ilustración 5. Mecánica de</i></p>	 <p><i>Disyuntivas</i></p>	 <p><i>Ilustración 6. Mecánica de Disyuntivas</i></p>
	 <p><i>Ilustración 7. Retroalimentación Disyuntivas</i></p>	 <p><i>Ilustración 8. Retroalimentación Selección Múltiple</i></p>

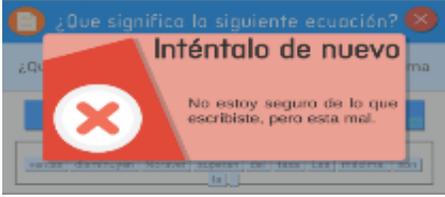
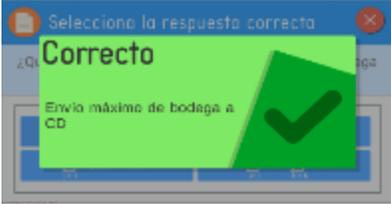
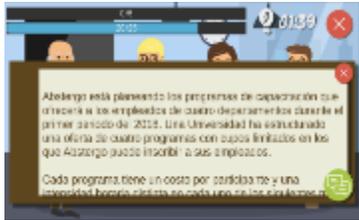
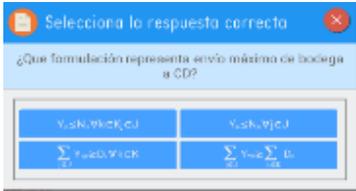
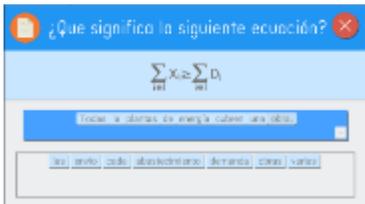
 <p><i>Ilustración 9. Retroalimentación Arrastrar Imágenes y Ordenar Palabras</i></p>	 <p><i>Ilustración 10. Retroalimentación de una respuesta correcta</i></p>
 <p><i>Ilustración 11. Mecánica de Reunión</i></p>	 <p><i>Ilustración 12. Mecánica de Reunión</i></p>
 <p><i>Ilustración 14. Mecánica Selección Múltiple</i></p>	 <p><i>Ilustración 13. Mecánica de Reunión</i></p>
 <p><i>Ilustración 15. Mecánica Arrastrar Imágenes</i></p>	 <p><i>Ilustración 16. Mecánica de Ordenar Palabras</i></p>

Tabla 6. Mecánicas

6.1.5.2. Desarrollo de ambientes

La aplicación cuenta con un menú circular en el cual se encuentran los 5 niveles, cada nivel contiene un edificio principal y 4 edificios secundarios. Cada empresa cuenta con su propia oficina la cual se usa para el desarrollo de algunas mecánicas, cambio de empresa y ascensos. De igual forma, Las mecánicas de las tarjetas y de los Robots cuentan con su propia ambientación como se muestra a continuación.



Ilustración 17. Menú principal.



Ilustración 18. Edificios del menú.



Ilustración 22. Mecánica de Parámetros y Variables Binarias

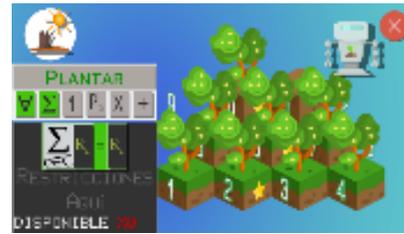


Ilustración 23. Mecánica de Parámetros y Variables Binarias



Ilustración 24. Mecánica de Disyuntivas



Ilustración 25. Mecánica de Disyuntivas

Tabla 7. Ambientes



*Tabla 8. Ambientación Oficinas*

### 6.1.5.3. Desarrollo de aspectos visuales.

El desarrollo de los aspectos visuales hace referencia a las imágenes y elementos que son necesarios para las mecánicas que componen la aplicación, así como las imágenes que componen el sistema de puntuación. A continuación, se presentan algunos ejemplos:



*Tabla 9. Aspectos Visuales del juego*

## **FASE III: Entrega**

### 6.1.6. Pruebas de Funcionamiento

Con el prototipo de la aplicación, se realizó un *Focus Group* con estudiantes que están o han cursado la materia de optimización en el periodo 2017-3. Con esto se busca determinar si la aplicación cumple con los requerimientos de desempeño establecidos. Esta actividad verifica si se cumple con las expectativas del usuario frente a la aplicación y en base a estos resultados se hacen modificaciones.

Este *Focus Group* fue realizado con 6 personas que cumplieran con el requisito de haber cursado la asignatura de Optimización. A los participantes se les entregó un consentimiento escrito, en el cual se les solicitaba el permiso para ser grabados en video y así poder analizar la información recolectada. Para el desarrollo de la actividad se permitió el uso de la aplicación durante 1 hora a los asistentes y posteriormente se formularon una serie de preguntas dirigidas a identificar si la propuesta de diseño es la adecuada. Además, también se

evalúa si los enunciados propuestos son acertados, brindándole al usuario la experiencia esperada. Estas preguntas fueron:

1. ¿Cuéntanos que piensas de la ambientación y la historia que tiene la aplicación?
2. ¿Describe cómo te pareció la forma de resolver los ejercicios en la aplicación?
3. ¿Cuéntanos si las preguntas hechas en las mecánicas fueron claras?
4. ¿Consideras que los temas y los ejercicios incluidos en la aplicación fueron los adecuados para estudiar la asignatura?
5. ¿Cuéntanos qué opinión tienes respecto a la aplicación?

Después de haber realizado el *Focus Group* se pudo determinar, a partir de los comentarios, que es necesario realizar ciertos cambios al diseño propuesto. Así mismo, se encontraron aspectos positivos que contiene la aplicación que se deben mantener de modo que se cumplan los requerimientos planteados por los estudiantes.

Los cambios que realizar son los siguientes:

- Acortar los textos en los diálogos para que la lectura no sea tan monótona y el estudiante no se cansa de usar la aplicación en poco tiempo.
- Hacer que el usuario siempre sepa hasta qué ejercicio ha avanzado, esto se debe representar gráficamente en el menú principal.
- Hacer más claro la ubicación de los ejercicios, puesto que no queda claro que en todos los edificios ejercicios para desarrollar.
- Se deben aprovechar mejor los aspectos visuales. En cada ejercicio se presenta una serie de imágenes relacionadas con cada problema, sin embargo, se puede aprovechar para dar más información al usuario, acortando la cantidad de textos que se presentan.
- Realizar un tutorial para que el usuario conozca el funcionamiento de la aplicación y las mecánicas.

Una vez definidos los cambios, se procede a realizar las correcciones y documentarlas.

De igual forma, se encontraron varios aspectos positivos que posee la aplicación es esta primera versión, tales como la utilidad de la herramienta, su practicidad y la posibilidad de usarla en cualquier momento. Así mismo, al brindarle la posibilidad al usuario de resolver los ejercicios sin necesidad de usar un papel, permite que el proceso de estudio de la materia se pueda dar en cualquier momento. Por otro lado, los entrevistados resaltaron la importancia de las retroalimentaciones para cada ejercicio ya que consideraban que este era un factor importante a la hora de desarrollar correctamente un modelo matemático. La historia de la aplicación fue un factor que impactó notoriamente en el interés de los entrevistados, puesto que pudieron relacionar el contexto de las empresas con los ejercicios de cada una mejorando la experiencia de uso.

#### 6.1.7. Finalización

Después de realizar los cambios necesarios para mejorar el diseño de la aplicación, se realizó un segundo *Focus Group*. Los participantes estaban conformados por dos estudiantes que asistieron previamente para la validación del diseño y por dos estudiantes que no habían tenido contacto anteriormente con la aplicación, para un total de 4 participantes. Esta actividad tenía como objetivo validar la aplicación como una herramienta de estudio que se complementa con las demás estrategias pedagógicas que maneja actualmente la universidad.

Con esta actividad se buscaba determinar si los cambios realizados a la aplicación daban solución a las fallencias encontradas en el primer *Focus Group*.

Para la realización de la actividad se les entregó a los participantes la nueva versión de la aplicación por medio de un APK. Se determinó un tiempo de uso de una hora para recorrer por varios niveles, de modo que se observarán todas las mecánicas y los cambios realizados. Finalmente, se realizaron una serie de preguntas

para determinar si se cumplieron los objetivos del *Focus Group*. Las preguntas que se les realizaron a los participantes fueron las siguientes:

1. ¿Cuál es la opinión que tiene frente a la aplicación?
2. ¿Usaría la aplicación en tiempos libres, en tiempo destinado a sus hobbies?
3. ¿Usaría la aplicación sin la necesidad de estar en su tiempo de estudio?
4. ¿En algún momento se sintió perdido dentro de la aplicación?
5. ¿Cómo le pareció los cambios realizados que hubo en la introducción?

Luego de la realización del *Focus Group* se pudo identificar que la percepción de los estudiantes era positiva, todos concordaban en que la aplicación es una buena herramienta de estudio para la materia de optimización, puesto que se presenta de manera mucho más didáctica y entendible los mismos ejercicios que se presentan en un taller de clase. Los estudiantes son conscientes de la dificultad para entender los temas de la asignatura, sin embargo, reconocieron una mayor facilidad para la identificación de los elementos que conforman un problema de optimización lineal y su previo modelamiento. Los participantes igualmente reconocieron una ventaja significativa que posee la aplicación, al momento de representar gráficamente el contexto un ejercicio, así como visualizar que ocurre al momento de generar algunas restricciones. Esto permite que los estudiantes que reciben la información de forma visual tengan un mayor entendimiento de temas que son meramente matemáticos.

Entre las características más relevantes que los participantes lograron identificar en la aplicación fueron, la posibilidad de un estudio más autónomo de la clase. La aplicación le brinda al estudiante la posibilidad de estudiar en espacios en los que normalmente no estudiaría. Además, el sistema de retroalimentación que maneja la aplicación le permite al estudiante entender de forma inmediata los posibles errores que comete durante el modelamiento de un problema de optimización.

Una vez que se analizaron los comentarios con respecto a la percepción de los estudiantes frente a la aplicación como una herramienta de estudio efectiva, se procedió a la realización de manuales de uso. Este fue un punto relevante durante los dos *Focus Group*, puesto que los estudiantes no tienen claro cómo funcionan las mecánicas al momento de usarlas por primera vez. Luego de esto, se procedió a la entrega de la aplicación en el formato APK, para la distribución entre los estudiantes de ingeniería industrial que vayan a cursar o hayan cursado la materia de Optimización.

## **7. Conclusiones y recomendaciones. Extensión máxima 1000 palabras.**

1. La propuesta metodológica presentada permite la integración de temas como la creación de aplicaciones, el aprendizaje experiencial, Game Based Learning, Ludificación, creación de productos, diseño de videojuegos y diseños de aplicaciones que permite al usuario tener una herramienta donde puede tener situaciones que simule la importancia de la optimización para la vida profesional de un ingeniero industrial, mantener una motivación hacia los temas explicados de una manera lúdica y todo en sus dispositivos móviles buscando así apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje que tenga el alumno.
2. A pesar que la Pontificia Universidad Javeriana tiene vigentes varios espacios para ayudar a los estudiantes que cursan la materia de optimización como lo son monitorias, talleres en clase y casos de estudio existe una tendencia generalizada en la comunidad estudiantil a pensar que la alta tasa histórica de reprobados se debe tanto a la dificultad de la materia, como a los hábitos de estudio propios y los métodos de enseñanza vigentes. Por lo que se recomienda analizar el contexto de los estudiantes y de la materia para obtener mejores resultados

3. Se determina que la percepción de los estudiantes que encajan con el perfil de usuario objetivo es muy positiva, resaltan la utilidad y el valor de esta nueva herramienta de estudio para complementar y/o reforzar sus conocimientos en Optimización puesto que concuerdan en que es más agradable realizar un ejercicio por medio de la aplicación que hacerlo usando lápiz y papel. También resaltan el valor de la retroalimentación que brinda la aplicación, así como la representación gráfica de restricciones y expresiones matemáticas que se formulan, ya que estos elementos ayudan al proceso de aprendizaje de la materia.
4. Es necesario que para el éxito de este proyecto y en pro del aprovechamiento de nuevas herramientas tecnológicas para la futura comunidad estudiantil de la facultad de ingeniería industrial un apoyo por parte de la misma facultad y de los profesores de planta, pues, de estos depende el uso y mejoramiento de esta nueva herramienta para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.
5. Se recomienda incluir la aplicación junto con las herramientas y espacios que tiene actualmente la facultad a los estudiantes de los próximos periodos académicos que cursen la asignatura de optimización, con el fin de darles nuevas herramientas de estudio.
6. Se entrega una nueva herramienta de estudio óptima, puesto que la propuesta metodológica para su creación es integral. Esto dado a que tuvieron en cuenta los aspectos más relevantes para la enseñanza y aprendizaje satisfaciendo las necesidades de la comunidad de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana.
7. La aplicación debe ser distribuida considerando las características del dispositivo en que se ejecuta, para garantizar el correcto funcionamiento. De igual manera se recomienda que la universidad distribuya el Apk de la aplicación por medio web (página web, *blackboard*, etc), asegurándose de que la comunidad estudiantil pueda acceder fácilmente a esta nueva herramienta.

## 8. Glosario

- Ludificación: El uso de elementos del diseño de juegos en contextos no relacionados con juegos.
- Mobile learning: El Aprendizaje a través de múltiples contextos, valiéndose de interacciones sociales y de contenido, utilizando dispositivos electrónicos personales.
- Retroalimentación: Información sobre el desempeño de una persona de una tarea, etc. que se utiliza como base para la mejora.
- Enseñanza-Aprendizaje: Es un proceso de enseñanza donde el principal protagonista es el alumno quienes construyen el conocimiento a partir de leer, de aportar sus experiencias y reflexionar sobre ellas, de intercambiar sus puntos de vista con sus compañeros y el profesor.
- Syllabus: Es la carta de navegación, plan de trabajo, reglas de juego en donde se establecen acuerdos entre el docente y los estudiantes sobre los temas, metodología, tareas, bibliografía y evaluación de cada asignatura, así como las habilidades o competencias que se tienen que desarrollar.
- Stakeholders: todas aquellas personas u organizaciones afectadas por las actividades y las decisiones de un proyecto.
- Game Proposal: Documento en el que se describe con detalle los aspectos más relevantes de un videojuego, tales como concepto del videojuego, mecánicas implementadas, gráficos del juego tales como personajes, ambientes e ítems.

## 9. Tabla de Anexos o Apéndices

No	Nombre	Desarrollo	Tipo de archivo	Enlace	Relevancia para el documento
1	Syllabus Optimización	Terceros	PDF	<a href="https://drive.google.com/open?id=1eg9s9zmr9GR4K8r7AsoORLcFIRCQXbdu">https://drive.google.com/open?id=1eg9s9zmr9GR4K8r7AsoORLcFIRCQXbdu</a>	2
2	Talleres 1 y 2 de modelación lineal Optimización	Terceros	PDF	<a href="https://drive.google.com/open?id=1vDf-kPoW0IIdU0KQX0uAh_JDse-gp1l">https://drive.google.com/open?id=1vDf-kPoW0IIdU0KQX0uAh_JDse-gp1l</a>	3
3	Carta solicitud modelos optimización	Propio	PDF	<a href="https://drive.google.com/open?id=1TlCOs0F1cHqzaPenQRbxI_0WiSlI7Jj2">https://drive.google.com/open?id=1TlCOs0F1cHqzaPenQRbxI_0WiSlI7Jj2</a>	2
4	Definición insignias PBL	Propio	PDF	<a href="https://drive.google.com/open?id=1A1iLYd8EXiDA6eZ_w2UM46Ym6dwQzQe8">https://drive.google.com/open?id=1A1iLYd8EXiDA6eZ_w2UM46Ym6dwQzQe8</a>	3

5	Diálogos mecánicas Meeting	Propio	PDF	<a href="https://drive.google.com/open?id=1gWMYVZSOBKHZ0ecNybb6yA7VDeInIDoo">https://drive.google.com/open?id=1gWMYVZSOBKHZ0ecNybb6yA7VDeInIDoo</a>	1
6	Estructura Historia	Propio	PDF	<a href="https://drive.google.com/open?id=1zUpIIz7US_b7fveTsyqPIc9c6CTozS4e">https://drive.google.com/open?id=1zUpIIz7US_b7fveTsyqPIc9c6CTozS4e</a>	1
7	Stakeholders y FURPS	Propio	Excel	<a href="https://drive.google.com/open?id=14L1gND0wE4F6WnQOu3ECzW5zLA3gkLL3XV4c6aVXcHE">https://drive.google.com/open?id=14L1gND0wE4F6WnQOu3ECzW5zLA3gkLL3XV4c6aVXcHE</a>	4
8	Hoja de cálculo mecánica sembrar	Propio	Excel	<a href="https://drive.google.com/open?id=1KQjOEkFKrnhvq5cnWVRRPxWANKt27DVInza-KsO-uPs">https://drive.google.com/open?id=1KQjOEkFKrnhvq5cnWVRRPxWANKt27DVInza-KsO-uPs</a>	1
9	Preguntas validación diseño y medición percepción usuarios.	Propio	PDF	<a href="https://drive.google.com/open?id=16xyiEwKhbr96LqT3nGbDcmxQ03vOvLUK">https://drive.google.com/open?id=16xyiEwKhbr96LqT3nGbDcmxQ03vOvLUK</a>	5
10	Diagrama de arquitectura	Propio	PDF		1
12	Cartas firmadas de consentimiento Focus Group y Medición de Percepción	Propio	PDF	<a href="https://drive.google.com/open?id=1E8T0WMqzgLgWDSrHg9Io1jhaGxCMgs5Z">https://drive.google.com/open?id=1E8T0WMqzgLgWDSrHg9Io1jhaGxCMgs5Z</a>	1
13	Normas APA	Terceros	PDF	<a href="https://drive.google.com/open?id=1oxRrxZWEdVcVViKqZYReKGmqHWRT8UEa">https://drive.google.com/open?id=1oxRrxZWEdVcVViKqZYReKGmqHWRT8UEa</a>	1
14	Apk de la aplicación	Propia	.apk		1
15	Proyecto Tesis	Propia	.rar		1

## 10. Referencias

Abramovich, S., Shunn, C., & Higashi, R. (2013). Are badges useful in education?: it depends upon the type

of badge and expertise of learner. *Educational Technology Research and Development*, 217-232.

Ahn, J., Pellicone, A., & Butler, B. (2014). Open badges for education: What are the implications at the intersection of open systems and badging?, *Research in Learning Technology*.

Angel, J., Daradoumis, T., Khafa, F., Caballe, S., & Faulin, J. (2010). Monitoring and Assessment in Online Collaborative Environments: Emergent Computational Technologies for E-Learning Support. *Information Science Reference*.

Apostol, S., Zaharescu, L., & Alexe, I. (2013). GAMIFICATION ON LEARNING AND EDUCATIONAL GAMES. *The 9 International Scientific Conference eLearning and Software Education*. Bucharest.

Arancibia, V., Herrera, P., & Strasser, K. (2011). *Manual de Psicología Educacional*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Brazuelo, F., & Gallego, D. (2012). *Mobile Learning: Dispositivos móviles como*. Bogotá: MAD S.L.

Casseres, D., Barros, D., Maurello, M., Castillo, V., & Díaz, W. (2014). Aplicación de una didáctica de contexto antes del autoaprendizaje de cadenas de Markov para estudiantes de ingeniería. *ACOFI*, 66-76.

Durall, E., Gros, B., M, M., L, J., & S, A. (2012). *Informe Perspectivas Tecnológicas: Educación Superior en Iberoamérica 2012-2017*. Austin: Austin: The New Media Consortium.

Gasca, M., Camargo, L., & Medina, B. (2013). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 20-35.

Gómez, E., Paez, C., Gómez, S., & Marín, J. (2013). Desarrollo de un videojuego para la enseñanza del concepto de tragedia de los comunes en cursos de ingeniería. *ACOFI*, 25-37.

González, Y., Ramos, A., Montes, J., Hernández, H., & Jorge, L. (2011). Juego didáctico, una herramienta educativa para el autoaprendizaje en la Ingeniería Industrial. *ACOFI*, 61-68.

Herrera, L., & Lorenzo, Q. (2013). Estrategias de aprendizaje en estudiantes universitarios. *Educación y Educadores*, Vol. 12, No. 3, 75-98.

Ianos, M., & Oproiu, C. (2016). M-LEARNING IN THE TEACHING PROCESS. *The 12 International Scientific Conference eLearning and Software for Education*. Bucharest.

ISO/IEC. (3 de enero de 2011). *International Organization for Standardization*. Obtenido de [https://webstore.iec.ch/preview/info\\_isoiec25010%7Bed1.0%7Den.pdf](https://webstore.iec.ch/preview/info_isoiec25010%7Bed1.0%7Den.pdf)

Langmia, K., & Glass, A. (2014). Coping with Smart Phone 'Distractions'. *Teaching Journalism and Mass Communication*, Vol. 4, no. 1, 13-23.

Lokuge Dona, K., Gregory, J., & Pechenkina, E. (2016). Digital badges as motivator in MOOCs: The Carpe Diem MOOC experience. In L. Muilenberg & Z. Berge, *Digital badges in education: Trends, issues, and cases* (pp. 238-248). New York, NY: Routledge.

Meer, N., & Chapman, A (2014). Co-creation of Marking Criteria: Students as Partners in the Assessment Process. *Business and Management Education*, 1-15.

Moore, M. E. (2011). *Basics of game design*. Boca, FL: Taylor & Francis Group.

Milrad, M., & D, S. (2007). ) Anytime, anywhere learning supported by smartphones: experiences and results. *Educ Technol Soc*, 62-70.

Nevin, C., Westfall, A., Rodríguez, M., Dempsey, D., Cherrington, A., Roy, B. Willing, J. (2013). *Gamification as a tool for enhancing graduate*. Alabama: CrossMark.

Paredes, A., Peláez, K., & Ramos, A. (2016). Propuesta de un juego de mesa como herramienta didáctica para la explicación de conceptos de control de inventarios en programas de Ingeniería Industrial. *ACOFI*, 45-50.

Peña, G., Rodríguez, C., & Ramírez, S. (2011). Diseño de una Guía Didáctica para el Aprendizaje en el Área de Operaciones Y Logística con el Juego de la Cerveza en el software iThink. *LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION*, Vol. 5(1), 18-26.

Price, M., Handley, K., & Millar, J. (2011). *Retroalimentación: Focusing attention on engagement*. Studies In Higher Education.

Ramos, A., Herrera, J., & Ramírez, M. (2010). Desarrollo de habilidades cognitivas con aprendizaje móvil: un estudio de caso. *Comunicar*, 201-202.

Romero, M., Gutiérrez, M., & Rodríguez, J. (2010). Los juegos de simulación empresarial a través de la educación a distancia: Aplicación del juego INTOP en estudios de postgrado. *Pecunia*, 61-83.

Ronald Drozdenko, F. T. (2012). *Learning Styles and Classroom Distractions: A Comparison of Undergraduate and Graduate Students*. San Diego: American Society of Business and Behavioral Sciences.

Serrano, K., Restrepo, M., & Posada, J. (2012). Educación en Ingenierías: de las clases magistrales a la pedagogía del aprendizaje activo. *Ingeniería y Desarrollo*, 125-142.

Tetteh, G. A. (2016). Effects of business school student's study time on the learning process. *Journal of International Education in Business*, 90-110.

Trujillo, M., Aguilar, J., & Neira, C. (2016). Los métodos más característicos del diseño centrado en el usuario DCU, adaptados para el desarrollo de productos. *Iconofacto*, 1-23.

Valbuena, S. (2010). Desarrollo de un material didáctico multimedia para facilitar el aprendizaje de química. *ACOFI*, 1-9.

Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the win, how game thinking can revolutionize your bussiness* . Wharton Digital Press .

Wilkinson, K., & Barter, P. (2015). Do Mobile Learning devices enhance learning in higher education anatomy classrooms? . *11th International Conference Mobile Learning* . London: London Sport Institute, The Burroughs, Hendon, LONDON, NW4 4BT.

Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Base Methods and Strategies for Training and Education*. San Fransisco: Pfeiffer, 189-190.

Pollara, P., & Broussard, K. (2011). International conference . Student Perceptions of Mobile Learning: A Review of Current Research. In *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education* . Chesapeake.

Villalonga, C., & Lazo, C. (2015). Modelo de integración Educomunicativas de 'APPS' moviles para la enseñanza y aprendizaje. *Medios y Educandos*, 46, 137-153.

**ANEXO 1**  
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**  
**BIBLIOTECA ALFONSO BORRERO CABAL, S.J.**  
**ENTREGA DE TESIS Y TRABAJOS DE GRADO**

FACULTAD: Ingeniería  
 PROGRAMA: Ingeniería Industrial  
 FECHA DE ENTREGA: 10 Enero 2018

APELLIDOS COMPLETOS	NOMBRES COMPLETOS	TÍTULO DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO	NOMBRE DEL DIRECTOR	AÑO	Documentos adjuntos (Marque con x)		
					Anexo 2	Anexo 3	Carta de confidencialidad
López Villalba	Jeyson Camilo	Diseño de una aplicación móvil para apoyar el proceso de enseñanza para los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana en la asignatura de Optimización	Ricardo Fernando Otero Caicedo	2018	X	X	X
Romero Mora	German Santiago						
Jimenez Roberto	Joel Leonardo						
Forero Velasco	William Felipe						

DILIGENCIADO POR (Nombres y Apellidos): \_\_\_\_\_

CARGO: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

ANEXO 2

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES  
(Licencia de uso)**

Bogotá, D.C., 10 enero 2018

Señores  
Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J.  
Pontificia Universidad Javeriana  
Cuidad

Los suscritos:

Jeyson Camilo López Villalba	, con C.C. No	1032469286
German Santiago Romero Mora	, con C.C. No	1032462940
William Felipe Forero Velasco		1022397972
Joel Leonardo Jimenez Roberto	, con C.C. No	1018474857

En mi (nuestra) calidad de autor (es) exclusivo (s) de la obra titulada:

Diseño de una aplicación móvil para apoyar el proceso de enseñanza para los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana en la asignatura de Optimización.

Tesis doctoral  Trabajo de grado  Premio o distinción: Si  No

cual:  
presentado y aprobado en el año 2018, por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Pontificia Universidad Javeriana para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mi (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autorizan a la Pontificia Universidad Javeriana, a los usuarios de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J., así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un convenio, son:

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la sala de tesis y trabajos de grado de la Biblioteca.	x	
2. La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca)	x	
3. La consulta electrónica - on line (a través del catálogo Biblos y el Repositorio Institucional)	x	
4. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer	x	
5. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet	x	
6. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previo convenio perfeccionado con la Pontificia Universidad Javeriana para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones	x	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de

acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

De manera complementaria, garantizo (garantizamos) en mi (nuestra) calidad de estudiante (s) y por ende autor (es) exclusivo (s), que la Tesis o Trabajo de Grado en cuestión, es producto de mi (nuestra) plena autoría, de mi (nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy (somos) el (los) único (s) titular (es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Pontificia Universidad Javeriana por tales aspectos.

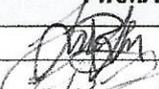
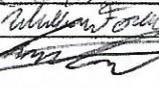
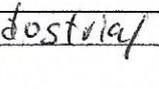
Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Pontificia Universidad Javeriana está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA: Información Confidencial:**

Esta Tesis o Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de una investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. Si  No

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta, tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

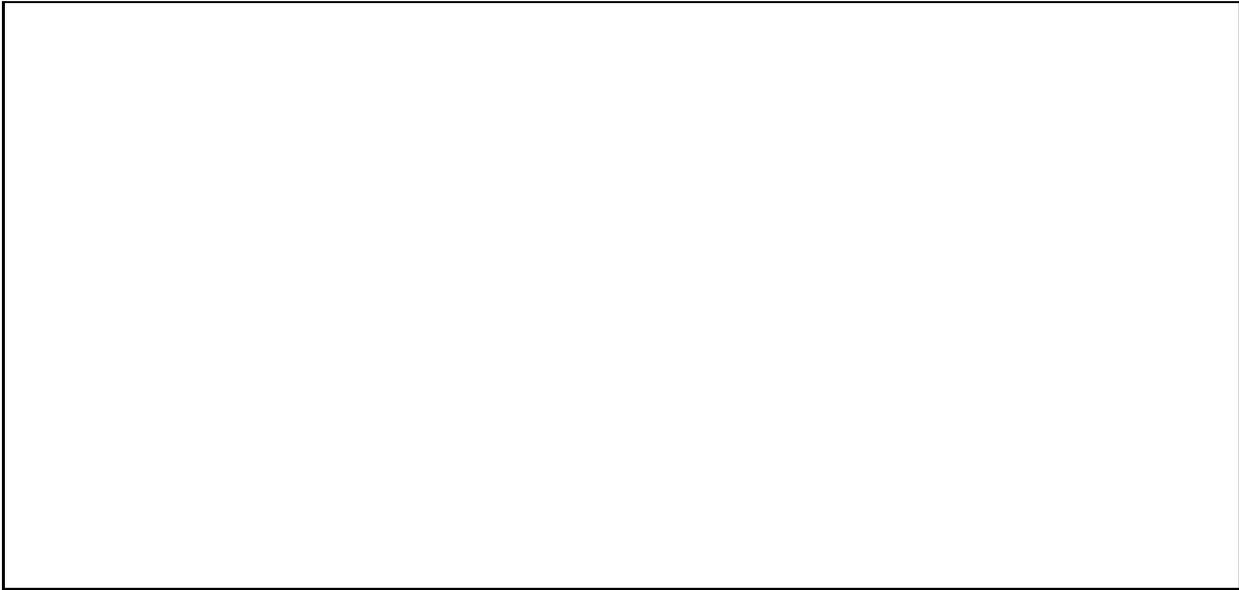
NOMBRE COMPLETO	No. del documento de identidad	FIRMA
León Leonardo Jiménez Roberto	1018474837	
Sperman Santiago Romero Mora	1032462940	
William Felipe Torres Velasco	1022397972	
Jeyson Camilo López	1032969286	

FACULTAD: Ingeniería  
PROGRAMA ACADÉMICO: Pregrado Ingeniería Industrial

**ANEXO 3**  
**BIBLIOTECA ALFONSO BORRERO CABAL, S.J.**  
**DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO**  
**FORMULARIO**

<b>TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS DOCTORAL O TRABAJO DE GRADO</b>						
Diseño de una aplicación móvil para apoyar el proceso de enseñanza para los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana en la asignatura de Optimización.						
<b>SUBTÍTULO, SI LO TIENE</b>						
<b>AUTOR O AUTORES</b>						
<b>Apellidos Completos</b>			<b>Nombres Completos</b>			
López Villalba			Jeyson Camilo			
Romero Mora			German Santiago			
Jimenez Roberto			Joel Leonardo			
<b>DIRECTOR (ES) TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO</b>						
<b>Apellidos Completos</b>			<b>Nombres Completos</b>			
Otero Caicedo			Ricardo Fernando			
<b>FACULTAD</b>						
Ingeniería						
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>						
<b>Tipo de programa ( seleccione con "x" )</b>						
Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado			
x						
<b>Nombre del programa académico</b>						
Ingeniería Industrial						
<b>Nombres y apellidos del director del programa académico</b>						
Oscar David Barrera Ferro						
<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:</b>						
Ingeniero Industrial						
<b>PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):</b>						
<b>CIUDAD</b>		<b>AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO</b>			<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>	
Bogotá		2018			24	
<b>TIPO DE ILUSTRACIONES ( seleccione con "x" )</b>						
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos	Mapas	Fotografías	Partituras
		x				
<b>SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO</b>						
<b>Nota:</b> En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.						

MATERIAL ACOMPAÑANTE					
TIPO	DURACIÓN (minutos)	CANTIDAD	FORMATO		
			CD	DVD	Otro ¿Cuál?
Vídeo					
Audio					
Multimedia					
Producción electrónica					
Otro Cuál?					
DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS					
Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. (En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Sección de Desarrollo de Colecciones de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J en el correo <a href="mailto:biblioteca@javeriana.edu.co">biblioteca@javeriana.edu.co</a> , donde se les orientará).					
ESPAÑOL			INGLÉS		
Ludificación			Gamification		
aprendizaje experiencial			Experiential learning		
Ingeniería Industrial			Industrial Engineering		
Optimización			Optimization		
M-learning			M-learning		
RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS (Máximo 250 palabras - 1530 caracteres)					
<p><b>Español.</b></p> <p>El desarrollo y uso de los dispositivos tecnológicos en la última década ha aumentado, afectando la forma en que interactuamos con la información. La presencia de los dispositivos móviles en la vida cotidiana brinda la oportunidad de crear nuevas herramientas y espacios que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje. Lo que permite a las instituciones de educación superior utilizarlas para complementar sus prácticas educativas. Dentro de las aulas, algunos estudiantes no cuentan con métodos de estudios efectivos y constantes que promuevan el proceso de aprendizaje. Es por estas razones que este proyecto se centró en la creación de una aplicación móvil en temas de optimización para los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana en la sede de Bogotá. Con esto, se busca brindar un herramienta que contenga temas ludificados con el fin de ayudar a los estudiantes en la comprensión y estudio de estos temas. Esta aplicación se creó a partir de una metodología propia, la cual, se basó en temas cómo aprendizaje experiencial, Game Based Learning, ludificación, creación de producto, diseño de videojuegos y diseño de aplicaciones, así como la verificación del estándar de la norma ISO 25000 para productos de software. Posteriormente se realizó el análisis de la percepción de los estudiantes frente a la aplicación que hayan visto o estuvieran viendo estos temas en el periodo 2017-2. Con esto se busca determinar si la aplicación podría llegar a convertirse en una herramienta de estudio efectiva para los estudiantes.</p> <p>Palabras clave: Ludificación, Game Based Learning, Aprendizaje experiencial, Aplicación, Videojuego, Smartphones, M-learning, Optimización, Ingeniería Industrial.</p>					



**ANEXO 4**  
**MODELO PARA LA MARCACIÓN DE LA CAJA DEL CD-ROM O DVD**

La portada de la caja debe ser rotulada de acuerdo con el siguiente modelo:



**ANEXO 5**  
**MODELO PARA LA ROTULACIÓN DEL CD-ROM O DVD**

El CD o DVD debe ser rotulado de acuerdo con el siguiente modelo:

