

Prototipo de un sistema de aprendizaje matemático mediante estrategias de gamificación y M-learning*¹

[Prototype of a mathematical learning system using gamification strategies and M-learning]

ANDRÉS DAVID BALLÉN DUARTE², JAIRO ANDRÉS ROJAS BONILLA³,
JULIÁN ANDRÉS FORERO RODRÍGUEZ³

RECIBO: 16.08.2015 – APROBACIÓN: 22.03.2016

Resumen

La implementación de herramientas tecnológicas en la educación y el acceso a la información en la actual era digital han promovido una revolución tecnológica y educativa, que ha redefinido las bases y dinámicas de la educación actual. Así, la generación de nuevos procesos de enseñanza-aprendizaje está estrechamente relacionada con la integración de estrategias tecnológicas innovadoras, mediante la virtualización de contenidos y su acceso en dispositivos móviles, algo comúnmente conocido como m-learning. A partir de esto, y con base en la aplicación de estrategias de gamificación, en el presente texto se expone la implementación de un prototipo móvil de formación académica en el área de la lógica y las matemáticas, desarrollado a través de la herramienta Phoneygap y con la aplicación de la metodología ágil XP, motivado por el gran déficit intelectual y conceptual presente en estudiantes de educación media aspirantes al ingreso a la

* **Modelo para la citación de este artículo:**

BALLÉN DUARTE, Andrés David; ROJAS BONILLA, Jairo Andrés & FORERO RODRÍGUEZ, Julián Andrés (2016). Prototipo de un sistema de aprendizaje matemático mediante estrategias de gamificación y M-learning. En: Ventana Informática No. 34 (ene-jun). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 93-110. ISSN: 0123-9678

- 1 Artículo de investigación científica y tecnológica proveniente del proyecto *Sistema Móvil de Aprendizaje Matemático mediante Estrategias de Gamificación y M-Learning*, ejecutado en el periodo 25/03/2015 –25/09/2015, e inscrito en el grupo de investigación VIRTUS de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- 2 Estudiantes de IX Semestre de Ingeniería de Sistemas. Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia). Correos electrónicos: {adballend, jaarojasb, jaforeror}@correo.udistrital.edu.co

educación superior. En este producto inicial, se expone una prueba diagnóstica concerniente al tema de las tablas de verdad, con base en la evaluación de un juego con estrategias de gamificación aplicadas.

Palabras clave: *aprendizaje, lógica, m-learning, gamificación, educación.*

Abstract

The implementation of technological tools in education and the access to information in Digital age, have promoted a technological and educational revolution that has redefined the basis and dynamics of current education. Thus, the creation of new teaching-learning processes is closely related to the integration of innovative technological strategies, through content's virtualization and its access on mobile devices, something commonly known as m-learning. From this, and based on the implementation of strategies gamification, herein is exposed the implementation of a mobile prototype of academic training in the field of logic and mathematics, developed through Phonegap tool and the application of agile software development methodology XP, motivated by great intellectual and conceptual deficits present in middle school students aspiring to entry to higher education. In this initial product, a diagnostic test about truth tables is exposed, based on the evaluation of a game with gamification strategies applied.

Keywords: *learning, logic, m-learning, gamification, education.*

Introducción

La gran revolución cultural y académica que se está llevando en la educación a través de la implementación de nuevas dinámicas de aprendizaje, ha ligado una serie de factores como el acceso al conocimiento, la disponibilidad de la información, los recursos bibliográficos, entre otros, que si bien han abordado estrategias como el *e-learning* y el *m-learning*, no se ha enfocado en problemáticas sociales y académicas como el bajo nivel en áreas de conocimiento científicas como las matemáticas y las ciencias básicas, siendo objeto de estudio, mediante la aproximación y la cobertura de aspectos como la preparación académica, las habilidades personales y la adaptación a los entornos cambiantes de la Educación Superior.

Huidobro, Méndez & Serrano (2010, 71) resaltan el impacto de las matemáticas en la generación y formación de nuevo conocimiento a nivel científico-técnico. De este modo, la evaluación de diferentes

escenarios, mediante el trabajo de aspectos básicos y fundamentales de la matemática, permite evaluar falencias y deficiencias en los sistemas académicos y educativos, donde el común denominador se encuentra en la conceptualización teórica de los estudiantes y su indebida aplicación de dichos conceptos, junto a limitaciones técnicas y dificultades didácticas, cognitivas y organizacionales, según señalan Arce & Ortega (2014, 69). Al respecto, Arraiz & Valecillos (2010, 13), concluyen que *«hay un mayor índice de errores de tipo procedimental, en los conocimientos previos a la asignatura, en todos los contenidos programáticos enfocados. Sin embargo, un Análisis más detallado permitió verificar que la mayoría de estos errores de procedimiento, tienen su origen en fallas de significado conceptual»*.

El aprendizaje y la exposición de contenidos matemáticos en dispositivos móviles, ha sido reflejado mediante distintas herramientas de software (*Pupplemath, HotMath, Algebra.com*, entre otras), que abordan el aprendizaje matemático, desde el punto de vista cooperativo y asistido con la creación de foros de ayuda, portales web con apoyos audiovisuales, y bibliotecas de ayuda. Si bien la cantidad de recursos bibliográficos y electrónicos ha ido creciendo exponencialmente a través de canales de difusión web, bibliotecas electrónicas, entre otros, se evidencia un déficit en el desarrollo de aplicaciones y software a medida para su ejecución en entornos móviles. Actualmente, pese al gran número de aplicaciones presentes en las plataformas de distribución digital de aplicaciones, no se encuentran numerosas opciones para la motivación del aprendizaje del área lógico-matemática. De este modo, la integración de los procesos de enseñanza-aprendizaje virtuales y las aplicaciones móviles se erige como un área de estudio con bastante demanda y una tendencia de crecimiento alta.

A partir de la consideración de un enfoque local, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, la publicación de dos informes institucionales como lo son la Retención de estudiantes de la Oficina Asesora de Planeación y Control y el Informe sobre Prueba académica y Deserción Estudiantil de la Oficina para la Permanencia Estudiantil (OPEUD) y Bienestar Institucional proveen datos y estadísticas que permiten evidenciar que el área en la cual se presenta mayor número de reprobados es en el área de matemáticas, con base en estudios realizados a partir de modalidades como la prueba académica y las tasas de repitencia (Universidad Distrital, 2013 y Quintero et al., 2010). Adicionalmente, a nivel global el impacto socio-académico por el ingreso a la Educación Superior, junto a las deficiencias en matemáticas y ciencias básicas, favorece una creciente mortalidad académica universitaria, teniendo consecuencias en la motivación, la

cantidad de repitentes, y el tedio y desinterés por el aprendizaje. Lo anterior fundamenta el desarrollo de una herramienta de aprendizaje interactiva para los estudiantes universitarios de semestres iniciales, mediante la aplicación de técnicas de gamificación y de conceptos como el *m-learning*, con el objetivo de fomentar el aprendizaje de áreas de conocimiento básicas y fundamentales para el desarrollo académico profesional y académico, como lo son los temas relacionados al área de matemáticas.

De este modo, en el presente artículo se expone la implementación de un prototipo de software en dispositivos móviles para la de formación académica en el área de la lógica y las matemáticas, a través de la herramienta *Phonégap* y el uso de técnicas de gamificación y *m-learning*. Para ello, se muestra el desarrollo de una prueba diagnóstica concerniente al tema de las tablas de verdad basada en la evaluación de un juego, con el fin de establecer una herramienta de aprendizaje tecnológica móvil que permita evaluar y clasificar a los estudiantes según sus capacidades en el tema de la lógica proposicional bajo un entorno interactivo. Para ello, inicialmente se abordan los fundamentos teóricos acerca de la gamificación y el *m-learning*, seguido de una descripción acerca de la metodología de investigación y el diseño del modelo arquitectural de la aplicación. De la misma forma, con base en la interpretación de las técnicas de información, se presentan los resultados de las encuestas de usabilidad realizadas, exponiendo y detallando el juego evaluador de competencias y su aporte en la promoción del aprendizaje interactivo de las matemáticas y la lógica.

1. Fundamento teórico

1.1 Aprendizaje móvil: Mobile-Learning

La aparición de los dispositivos móviles, diseñados en un principio para la comunicación, ha introducido un cambio de paradigma en la Educación, en general, y en la Educación a Distancia, en particular. Es importante considerar que *«las tecnologías móviles han redibujado el panorama educativo, aportando a la educación no sólo movilidad sino también conectividad, ubicuidad y permanencia, características propias de los dispositivos móviles tan necesarias en los sistemas de educación a distancia»* (Cantillo, Roura & Sánchez, 2012, 3).

Así, desde un punto de vista socio-pedagógico, el *m-Learning* se orienta al aprendizaje colaborativo, flexible, espontáneo e informal y basado en la resolución de problemas. Dentro de un contexto formal, se entiende al *m-learning* como *«el proceso de enseñanza – aprendizaje que se lleva a cabo en cualquier lugar y momento, gracias al uso*

de dispositivos móviles con conexión inalámbrica, que nos permiten acceder a la información requerida a través de la red o de documentación almacenada en el mismo» (Moreno, 2011).

1.1.1 Antecedentes. Se resume en los siguientes hechos relevantes, considerados por García Martínez (2014, 22-23):

- 1972: *Xerox Palo Alto Research Center* (PARC) propuso el *Dynabook* (una computadora del tamaño de un libro, portátil, con red inalámbrica y pantalla plana). Alan Kay, su creador tenía como objetivo realizar un dispositivo personal para los niños de todas las edades.
- 1990: Universidades europeas evalúan las posibilidades de la educación móvil para estudiantes, por medio del programa *M-Learning* de la Agencia para el Aprendizaje y el Desarrollo de Habilidades (LSDA).
- 2001: Se inicia el proyecto *M-Learning Project* con diferentes dispositivos portátiles programados con juegos y materiales educativos con los que tuvieron que interactuar 250 jóvenes, de Suecia, Gran Bretaña e Italia de entre 16 y 24 años. Al finalizar este estudio, el 80% de los participantes consideró que estas aplicaciones podían ayudarlos a mejorar su nivel de lectura, ortografía y matemáticas.
- Actualidad: Se encuentran proyectos como el *Mobilearn*. Cuenta con 24 países socios en Europa, a los que se suman Israel, Suiza, los Estados Unidos y Australia. Por otra parte, surgen iniciativas como *BridgeIT*, la cual es una sociedad que inició entre la Fundación Pearson y Nokia, en donde se utiliza teléfonos móviles para entregar materiales de desarrollo profesional y recursos educativos para los maestros que trabajan en el desarrollo de las aulas y los países emergentes.

1.1.2 Características principales. Moreno (2011) enuncia seis características principales del *m-learning*:

- *Tecnología portátil*: Son requeridos dispositivos móviles para el acceso a la información.
- *Aprendizaje funcional*: Se motiva el aprendizaje por los intereses o gustos del estudiante.
- *Aprendizaje flexible*: Sin importar el tiempo o el lugar.
- *Autoaprendizaje*: Dado el carácter motivacional del aprendizaje, el estudiante puede acceder a infinidad de recursos con su dispositivo.
- *Aprendizaje objetivo*: El estudiante puede obtener conocimiento a través de diversas fuentes y recursos.
- *Tecnología motivadora*: El proceso de enseñanza-aprendizaje optimiza la gestión del interés por el conocimiento y la motivación del aprendizaje.

1.1.3 Ventajas y desventajas. En cuanto a las primeras, Pisanty et al. (2010, 148) señalan algunas, como:

- Aumento en la creatividad de los alumnos.
- Un compromiso mayor con la asignatura, en comparación con cursos teóricos impartidos por los instructores que no involucran una sección experimental móvil.
- Aumento en el manejo de herramientas de computación.
- Aplicación y uso de los conceptos en la realidad; se rompieron algunas barreras comunes que hacen que los alumnos vean como disjuntas la física que se enseña en la escuela y las observaciones e interpretaciones de la realidad, determinado en la dinámica docente y entrevistas informales en clase y fuera de ella.
- Aprendizaje del uso de nuevas y diversas tecnologías en el estudio de conceptos físicos en mecánica clásica, como el uso de un GPS en el movimiento, la toma de datos de una cámara de video, el análisis de datos, etc., y el uso de paquetería de cómputo para analizar los datos de forma gráfica y/o resolver ecuaciones.
- Reto de investigación por cuenta propia.
- Aprendizaje de herramientas necesarias de las diferentes disciplinas que requerían para lograr realizar los proyectos.

Por su parte, Cantillo, Roura & Sánchez (2012, 9-12), afirman que los dispositivos móviles tienen grandes posibilidades educativas, al fomentar, impulsar y favorecer el desarrollo de las competencias básicas:

- *Competencia en comunicación lingüística:* referida a la capacidad de utilizar correctamente el lenguaje tanto en la comunicación oral como escrita, de saber interpretarlo y comprenderlo en los diferentes contextos, y debe permitir formarse juicios críticos, generar ideas y adoptar decisiones.
- *Competencia matemática:* es decir, la capacidad para utilizar y relacionar números, sus operaciones básicas y el razonamiento matemático y la capacidad para interpretar la información, ampliar conocimientos y resolver problemas tanto de la vida cotidiana como del mundo laboral. Existe una gran variedad de aplicaciones para móviles de calculadoras científicas que, combinadas con una interfaz táctil capaz de mostrar cualquier tipo de botones y una pantalla gráfica, tienen grandes posibilidades educativas.
- *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico:* la habilidad para analizar, interpretar y obtener conclusiones en distintos ámbitos como la salud, el consumo o la ciencia.

- *Tratamiento de la información y competencia digital*: se refiere a la capacidad del alumno para buscar, obtener, procesar y comunicar información y transformarla en conocimiento, así como hacer uso de los recursos tecnológicos para resolver problemas reales de modo eficiente.
- *Competencia social y ciudadana*: las habilidades para participar activa y plenamente en la vida cívica, en concreto se refiere a la capacidad de expresar las ideas propias y escuchar las ajenas comprendiendo los diferentes puntos de vista.
- *Competencia cultural y artística*: la capacidad de conocer, comprender, apreciar y valorar críticamente las distintas manifestaciones culturales o artísticas, y emplear recursos de la expresión artística para realizar creaciones propias.
- *Competencia para aprender a aprender*: se refiere al aprendizaje a lo largo de la vida, es decir a la habilidad de continuar aprendiendo de manera eficaz y autónoma una vez finalizada la etapa escolar.
- *Autonomía e iniciativa personal*: referida al desarrollo de la responsabilidad, perseverancia, autoestima, creatividad, autocrítica o control personal, habilidades que permiten tener una visión estratégica de los retos y oportunidades que enfrentará a lo largo de su vida y le facilitan la toma de decisiones.

Asimismo, Morillo et al. (2014, 201), destacan algunos inconvenientes de los móviles en el campo educativo:

- Pantallas pequeñas de los móviles. Esto conlleva dificultades en la lectura de textos medianos, la cantidad de información visible es limitada y el desplazamiento continuo por la pantalla para leer toda la información.
- Existen pocas aplicaciones educativas.
- Dificultades o imposibilidad de instalar y usar determinado software.
- A las anteriores, se suman la dificultad en el seguimiento y evaluación, así como el acceso y calidad de los servicios de internet.

1.2 Gamificación o ludificación

Consiste en «*el uso de la mecánica a base de juegos, la estética y el juego pensando en involucrar a la gente, motivar la acción, promover el aprendizaje, y resolver problemas*» (Kapp, 2012, 10), cuyos componentes indican:

- *A base de juegos*: el objetivo es crear un juego en el que la gente quiera compartir su conocimiento, tiempo y energía.

- *Mecánica*: un juego incluye niveles, insignias que se ganan, sistemas de puntos, resultados y limitaciones de tiempo.
- *Estética*: la interfaz de usuario o la apariencia de una experiencia es elemento esencial en el proceso de gamificación.
- *Juego de pensamiento*: la idea de pensar cómo convertir una experiencia cotidiana en una actividad con elementos de competencia, exploración de cooperación y proceso social.
- *Participación*: llamar la atención de una persona e implicarla en el proceso que se ha creado es un foco primario de gamificación.
- *Gente*: personas que han de intervenir en el proceso de creación y que se sentirán motivadas en actuar en este entorno.
- *Motivación*: proceso que da energía y sentido, propósito o significado a la conducta y acciones.
- *Promover el aprendizaje*: la gamificación ofrece otra capa de interés y una nueva forma de tejer juntos esos elementos en un espacio de juego atractivo.
- *Resolver problemas*: la naturaleza competitiva de juegos anima a hacer todo lo posible para lograr la meta de ganar.

«La potencialidad educativa de los juegos serios viene determinada por el reconocimiento de que su misión va más allá del puro entretenimiento. Para su utilización educativa hay que tener en cuenta los objetivos, las reglas y los retos determinando el orden, los derechos y las responsabilidades de los jugadores. Además, el jugador debe enfrentarse con problemas a los que debe buscar solución. En este enfrentamiento a través de la dinámica del juego surge una interacción que estimula las vivencias que emergen como resultado de la interacción» (Sánchez, 2015, 14).

Acorde con lo anterior, Gutiérrez & Herrera (2013), para proponer un modelo destinado a evaluar software basado en la ludificación se hace necesario *«recurrir a conceptos teóricos de usabilidad, aprendizaje, software lúdico e ingeniería de software, así mismo investigar sobre los modelos, técnicas e instrumentos de evaluación de aplicaciones de aprendizaje»*. Así pues, se presenta la gamificación como alternativa que responde a una motivación de forma lúdica y que en un ambiente educativo tiene gran potencial para enseñar y aprender dinámicamente.

Para tener una buena estrategia de gamificación, además de los componentes técnicos y pedagógicos, debe considerarse el comportamiento humano de los usuarios.

«La Teoría de la Autodeterminación (Ryan & Deci, 2000) distingue cinco tipos de regulación del comportamiento: una de ellas, para las acciones intrínsecamente motivadas; las otras cuatro, para las acciones extrínsecas³. Cuando una acción es motivada intrínsecamente, es también regulada de forma intrínseca. La percepción del locus de causalidad es interna en el estudiante. El interés intrínseco (el disfrute y la satisfacción inherentes) regulan y controlan la actividad» (Lens, Matos & Vansteenkiste, 2008, 5).

El núcleo de la estrategia de gamificación es el juego, el cual se puede analizar como si fuera un ciclo de tres etapas indispensables: motivación, acción y retroalimentación. El juego debe tener un objetivo concreto es decir un final y retos para jugadores avanzados, ser divertido y accesible a todo público, proporcionar retroalimentación y poseer distintas dificultades para tener nivel de flujo óptimo y puede ser social con ventaja de jugar en compañía o generar competitividad.

2. Metodología

En relación con el proceso de investigación, se establece el siguiente marco:

- Tipo de Estudio: La investigación será de carácter descriptivo, ya que partirá de una recopilación documental, para identificar los elementos y características que corresponden al proceso de aprendizaje y enseñanza de la población objetivo del estudio. Como segunda instancia, se establecen los parámetros de clasificación de competencias con base en la implementación de un juego, el cual establecerá una prueba diagnóstica. Se establece que toda esta información se obtuvo de forma directa por parte de los investigadores.
- Unidad de Análisis: Adolescentes y jóvenes entre 16 y 20 años de edad.

³ *«La regulación externa es la peor. El locus de control percibido (o las razones para la acción) se encuentran totalmente fuera del individuo (la promesa de una recompensa externa, la amenaza de un castigo, una orden directa, etc.). La regulación introyectada es un poco más favorable. La persona introyecta la razón externa, pese a no aceptarla como una razón personal. La regulación identificada, por su parte, se refiere a una razón que tiene un origen tanto externo como interno (es externo pero es también parcialmente interno porque la persona percibe la razón como potencialmente importante). Finalmente, la mejor motivación extrínseca, a nivel cualitativo, es la regulación integrada. La razón externa para la actividad es percibida en congruencia con el autoconcepto. Es el tipo de comportamiento externamente motivado que mayor autodeterminación posee. El locus de control percibido es interno, como en la motivación intrínseca» (Lens, Matos & Vansteenkiste, 2008, 5).*

- Unidad de Estudio: Las variables de análisis utilizadas están determinadas en gran medida por los diferentes perfiles de usuario, para lo cual se manejan datos estadísticos de estudio, como notas y temas en los que los estudiantes pueden tener bajo rendimiento, también se analizan los factores sociales que puedan influir en el desarrollo de un estudiante en la universidad.
- Unidad de Tiempo: 26 semanas.
- Unidad Geográfica: La Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Método de la investigación: Se utiliza un método cuantitativo, donde a través de la evaluación de diferentes parámetros e indicadores se realiza un análisis de los niveles de aprendizaje, de acuerdo a los puntajes o estadísticas de juego establecidas en la prueba diagnóstica.
- Participantes: La población de estudio para las pruebas iniciales son estudiantes de primer semestre del proyecto de Ingeniería de Sistemas. Los estudiantes presentan diversas capacidades académicas en el área de matemáticas de acuerdo a la formación adquirida antes de ingresar a la universidad. Así mismo, se encuentran en una etapa adaptación a la educación superior.
- Técnicas y métodos para la recolección de datos: Se estableció el uso de la encuesta como técnica de recolección de datos en cuanto a la medición de la satisfacción del usuario con la aplicación. Del mismo modo se utiliza la observación no estructurada, para el establecimiento de niveles de calificación de acuerdo a los puntajes de la prueba diagnóstica, según diversas competencias lógicas evaluadas.
- Metodología de la ingeniería: Se estableció como metodología de desarrollo de *Software Extreme Programming (XP)*, debido a su versatilidad y fácil adaptación en desarrollos de software simples. Bajo su integración con el desarrollo por componentes, se determina su idoneidad en este proyecto por la constante retroalimentación manejada a través de las encuestas de satisfacción y uso de la aplicación, con lo que se lleva a desarrollos incrementales
- Herramientas: El desarrollo del proyecto está basado en la interpretación de Scripts, con el lenguaje de programación *Javascript*, a partir del uso de librerías interactivas y gráficas como *Move.js*, además del *framework* de desarrollo de aplicaciones móviles *Phonegap*.
- Fases de Desarrollo: El proyecto se desarrolla en cinco fases procedimentales:
- Recolección de Información de Profesionales: se indaga y almacena información de los profesores especializados, sobre la temática

académica y todos los aspectos relacionados con la fundamentación teórica.

- Análisis Parámetros de Perfiles de Usuario: se fijan los parámetros de análisis, basados en la información recolectada, para definir los temas del diagnóstico evaluador basado en estrategias *gamificadas*.
- Diseño Aplicación Híbrida y Desarrollo Diagnóstico: donde se establece la estructura de la misma, el desarrollo e implementación del diagnóstico evaluador, basado en los criterios seleccionados, y la implementación interactiva de un juego que permita verificar el conocimiento temático de un usuario.
- Pruebas: se realizan los test pertinentes para comprobar los requerimientos.
- Documentación y Mantenimiento: se realiza la documentación y la corrección de errores.

3. Diseño propuesto

3.1 Diseño arquitectural del sistema

Para el desarrollo de la Prueba Diagnóstica, se establece un diseño arquitectural de la aplicación, a partir de una la vista introductoria de todo el Sistema, generada con la herramienta *Archi* bajo el estándar de lenguaje de modelado *Archimate*, que se presenta en la Figura 1, desde la perspectiva del estudiante como el actor principal, que permite por medio de las capas de Negocio, Aplicación y Tecnología definir el sistema acorde a los elementos componentes y que interactúan para ofrecer los servicios.

Cada capa reúne una serie de elementos con características similares y se complementan entre sí para garantizar la interoperabilidad y el funcionamiento ideal del aplicativo:

- Capa de Negocio: los servicios que provee la aplicación se plasman en función del usuario. Registrar Usuario, Efectuar Diagnóstico, Validar Diagnóstico y Realizar Lecciones son servicios a los cuales el usuario accede mediante la aplicación móvil.
- Capa de Aplicación: inicialmente se establece la función principal (la Enseñanza Lógica), que respalda los servicios de la plataforma mediante procesos a efectuar en la experiencia. Por otra parte, en esta capa se identifican componentes lógicos capaces de soportar cada proceso y la función principal.

- Capa Tecnológica: tiene una abstracción de la infraestructura tecnológica, donde se describen los elementos necesarios para ejecutar la información concerniente a las capas anteriores. Debido a que la aplicación se aloja en cada dispositivo móvil, los componentes de software se relacionan directamente con el equipo. Sin embargo, la información que alimenta la plataforma está almacenada en una base de datos remota y para acceder se necesita establecer la conexión por medio de Internet con el Servidor Web.

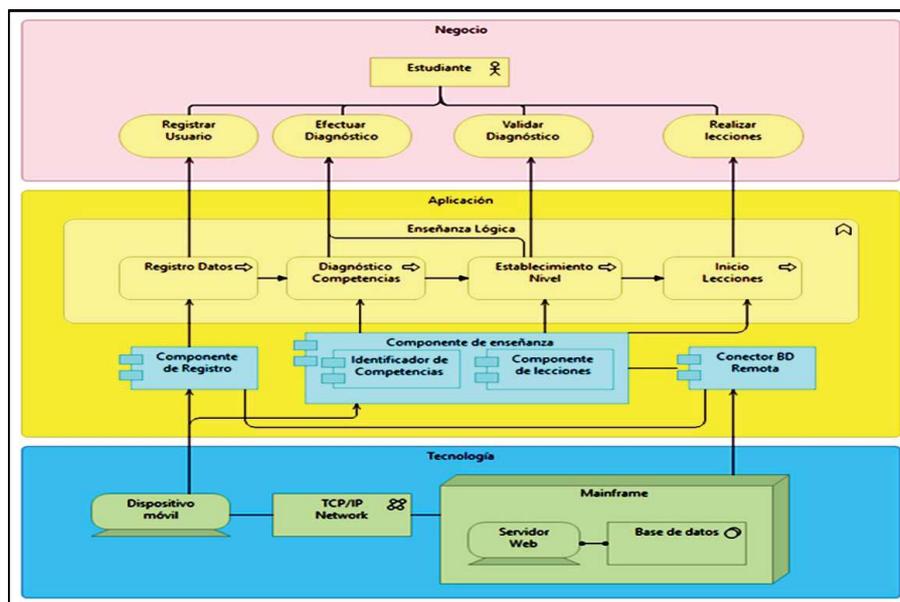


Figura 1. Diseño arquitectural de la vista introductoria de la plataforma.

4. Resultados y discusión

4.1 Descripción de resultados

En las pruebas Pisa 2012, el país presentó unos niveles de desempeño bajos en el área del Lenguaje y las Matemáticas⁴. Del mismo modo, se identifican elementos y buenas prácticas que contribuyen a la obtención de mejores desempeños en el área de matemáticas, que se

⁴ Para este último, se tuvo como base «la evaluación de procesos relacionados con la formulación de situaciones, el empleo de conceptos, procedimientos y razonamientos matemáticos, y la interpretación y evaluación de resultados» (Icfes, 2013), al obtener en promedio 403, 399 y 376 puntos en Ciencias, Lectura y Matemáticas, respectivamente, datos inferiores al promedio de los países de la OCDE.

traducen en «la alta motivación y el gusto por aprender matemáticas, la percepción de utilidad del aprendizaje de las mismas, la exposición de los estudiantes a problemas matemáticos diversos» (Icfes, 2013), entre otras, que fundamentan la base para la aplicación de estrategias lúdicas en la enseñanza de las matemáticas.

Tomando las Pruebas PISA, se definen los parámetros fundamentales para el análisis y el diagnóstico de las competencias: - Evaluación de formulación de situaciones: (Formulación y raciocinio lógico), - Conceptos, procedimientos y razonamiento matemático (Conceptos matemáticos y Aplicación de conceptos), e - Interpretación de resultados (Interacción y motivación de aprendizaje y Retroalimentación). A partir de ello, con ayuda del *framework JQuery Mobile* y la integración con el *framework* de desarrollo móvil *Phonegap*, se diseña la aplicación híbrida con uso del lenguaje de programación *Javascript*, y lenguajes de presentación a nivel de *front-end* como HTML5 y CSS3.

Por su parte, del diseño y la implementación del prototipo del sistema móvil de aprendizaje matemático se ilustran, en la Figura 2, las capturas de pantalla del software asociado a sus funcionalidades principales. Pueden identificarse cuatro áreas funcionales de la aplicación:

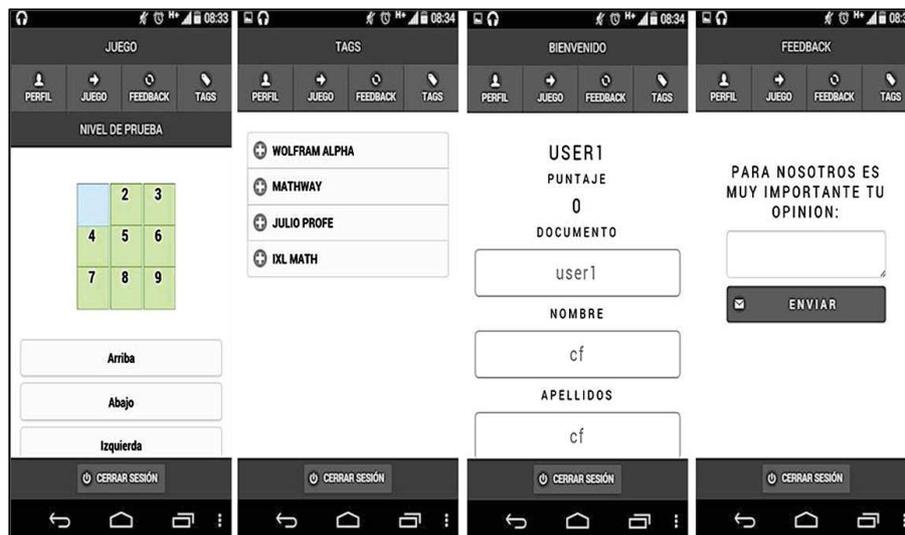


Figura 2. Capturas Pantalla Aplicación LogicUD

- *Perfil del Usuario*: relativo a la ilustración de los datos personales del usuario y su progreso en los niveles de la aplicación.

- *Tags* o *Links* de *Interés*: la aplicación ofrece recomendaciones de otros portales o sitios web en los cuales el estudiante puede obtener y profundizar información valiosa acerca de diferentes recursos.
- *Juego de Diagnóstico*: es un juego evaluador de competencias lógicas y matemáticas que pretende analizar y evaluar las destrezas del jugador bajo los siguientes criterios: - *Evaluación de Formulación de Situaciones*, *Formulación* y *raciocinio lógico*, - *Conceptos*, *Procedimientos* y *Razonamiento Matemático*, - *Conceptos matemáticos*, y - *Aplicación de conceptos*. Se usan el concepto de las tablas de verdad lógicas y las operaciones entre ellas, para validar y evaluar el conocimiento y la destreza de los estudiantes en el tema de la lógica clásica (eje temático fundamental de los cursos de lógica matemática), impartido en programas curriculares como Ingeniería de Sistemas o Ingeniería Electrónica, entre otras. Con base en la premisa básica de eliminar los bloques del tablero y la formulación de preguntas sobre operaciones básicas, se pretende diagnosticar y evaluar el rendimiento del estudiante en este eje temático.
- *Feedback*: recibe retroalimentación de los usuarios de la aplicación, para evaluar el impacto de la misma y su acogida por los estudiantes.

Los resultados obtenidos en la encuesta de satisfacción y usabilidad realizada posteriormente a la liberación de la primera versión de la aplicación LogUD y respondida por 267 personas (Tabla 1), muestran que:

- De los estudiantes encuestados el 42% de ellos están conformes con el funcionamiento del sistema, el 32% piensan que el prototipo del programa presenta deficiencias que no permiten el funcionamiento correcto.
- La mayoría de los encuestados no conocen el tema de la gamificación, ya sea porque es una temática que está en auge o simplemente porque el tema no les llama la atención.
- La mayoría de encuestados dieron un voto positivo a la aplicación, por otra parte se observa que hay baja expectativa por parte de los usuarios.
- Más de la mitad de los encuestados les agrada el diseño y contenido de la aplicación, si bien los porcentajes de desaprobación indican que se debe establecer una mejora continua en cuanto a la adición de contenidos.
- La gran mayoría tienen conocimiento acerca del *m-learning*, debido a que el desarrollo de software en móviles permite implementar nuevas

tecnologías usando dispositivos móviles que tengan conectividad inalámbrica

Tabla 1. Consolidado de las respuestas dadas

Preguntas	Respuestas*						
	Si	No	E	MB	B	R	M
¿Cómo cree usted que el prototipo del sistema se encuentra en cuanto a funcionamiento?			131	68	48	8	12
¿Usted sabe que es la Gamificación?	107	162					
¿Usted cree que la aplicación cumple con las expectativas con las que fue creada?	147	120					
¿Cree usted que el contenido de la aplicación es claro y comprensible?	132	71				64	
¿Sabe usted que es el M-Learning?	205	62					

*[Si: Afirmativo, No: Negativo, E: Excelente, MB: Muy bueno, B: Bueno, R: Regular, M: Malo]

4.2 Discusión de resultados

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se evidenció que el funcionamiento del prototipo en la primera fase de desarrollo tiene buenos niveles de aceptación. Adicionalmente, es posible observar cómo el dominio conceptual acerca de la gamificación y el *m-learning* está dado por el bajo conocimiento del concepto del primero en oposición al segundo término. Del mismo modo, es posible evidenciar cómo un buen número de encuestados manifestaron buenos niveles de satisfacción respecto a los contenidos expuestos en la aplicación. En efecto, esto permite evidenciar cómo el uso de herramientas permite simplificar la forma de ver el aprendizaje de las matemáticas.

Con base en lo anterior, se pretende en una etapa posterior el diseño y actualización de la aplicación con cada uno de los niveles de juego, enfocado a la mejora de destrezas específicas, como parte de los procesos de mejora continua y el mantenimiento de la aplicación. En asociación con grupos de docentes, también se desea inculcar su uso y recomendación como parte de un proceso integral de virtualización y acceso a contenidos virtuales, relativos al área de las matemáticas y la lógica.

Del mismo modo, se desean recibir comentarios y recomendaciones para sus ajustes y puesta a punto, con el fin de que sea una aplicación social, que ayude a mejorar los índices de déficit conceptual que se tienen actualmente en esta área. A su vez, se pretende motivar a otros pares académicos que apuesten fuertemente por el *m-learning* y la gamificación como estrategias académicas y pedagógicas que innoven el proceso de enseñanza-aprendizaje y fomenten la mejora de las competencias y destrezas a nivel general.

4. Conclusiones

Tras la realización de un análisis para evaluar el proceso de desarrollo del prototipo con base en los resultados obtenidos por las encuestas realizadas a los usuarios de prueba, se estableció una identificación de las virtudes y deficiencias de la aplicación, con vistas al logro de una mayor optimización del desarrollo. De este modo fue posible concluir que:

- Las herramientas tecnológicas a nivel móvil pueden aumentar la motivación y la percepción de valor que se tiene de las matemáticas, al mejorar las deficiencias en la parte conceptual y procedimental dentro de la aplicación de conocimientos para la resolución de problemas.
- Con respecto al cuestionario realizado, se puede evidenciar que los estudiantes que ayudaron a probar el programa, identificaron el funcionamiento y expectativa con que fue creado, es decir, votaron favorablemente el desarrollo gestionado hasta el momento de la aplicación.
- Los conceptos de *m-learning* y gamificación son conceptos nuevos para algunas personas del común, aunque se tenga un mayor significado sobre el primero que para el segundo.
- En la actual era digital es imprescindible generar nuevas alternativas de enseñanza-aprendizaje por medio de la gestión virtual del conocimiento y la virtualización de la pedagogía, con el fin de aumentar el uso y la visibilidad de los recursos tecnológicos, como soporte y herramienta fundamental de los procesos pedagógicos, por este motivo la elección de abarcar el tema de la gamificación en donde se reflexiona y analiza la importancia de ayudar a los estudiantes de primeros semestres a tener un mejor nivel en el área de matemáticas.
- La motivación de aprendizaje por juegos se ha revaluado con la incursión de herramientas como los dispositivos móviles debido a factores como la facilidad hacia el acceso a la información, la tasa de crecimiento constante del desarrollo de aplicaciones móviles, y la incursión de nuevas tecnologías que permitan que todo el proceso de enseñanza-aprendizaje sea más interactivo.

Referencias bibliográficas

- ARCE, Matías & ORTEGA, Tomás (2014). Deficiencias en el trazado de gráficas de funciones en estudiantes de bachillerato [en línea]. En: PNA, Vol. 8, No. 2 (ene), Granada (España): Universidad de Granada. p. 61-73. ISSN: 1887-3987 <[http://www.pna.es/Numeros2/pdf/Arce2014PNA8\(2\)Deficiencias.pdf](http://www.pna.es/Numeros2/pdf/Arce2014PNA8(2)Deficiencias.pdf)> [consulta: 12/09/2015]
- ARRAIZ MARTÍNEZ, Guillermo Antonio & VALECILLOS FERRIERE, Maryerlin Teresa (2010). Regreso a las bases de la matemática: un imperativo en educación superior [en línea]. En: Revista Digital Universitaria, Vol. 11, No. 9 (sep). México D.F. (México): Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. p. 1-14. ISSN: 1067-6079 <<http://www.revista.unam.mx/vol.11/num9/art90/art90.pdf>> [consulta: 12/09/2015]
- CANTILLO VALERO, Carmen; ROURA REDONDO, Margarita & SÁNCHEZ PALACÍN, Ana (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación [en línea].m En: La Educ@ción Digital Magazine, No. 147 (jun). Washington D.C. (USA): Organization of American States – Department of Human Development, Education and Culture. p. 1-21. ISSN: 0013-1059 <http://educoas.org/portal/la_educacion_digital/147/pdf/ART_UNNED_EN.pdf> [consulta: 12/09/2015]
- GARCÍA MARTÍNEZ, Óscar Mauricio (2014). Uso pedagógico del celular en el aula [en línea]. Trabajo de grado (Magíster en Educación). Ibagué (Colombia): Universidad del Tolima, Facultad de Ciencias de la educación. 144 p. <<http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1459/1/RIUT-BHA-spa-2015-Us0%20pedag%C3%B3gico%20del%20celular%20en%20el%20aula.pdf>> [consulta: 20/09/2015]
- GUTIÉRREZ BOBADILLA, Paola Alexandra & HERRERA MORENO, Sandy Viviana (2013). Modelo de evaluación de usabilidad y correspondencia didáctica de un software lúdico [en línea]. Trabajo de grado (Ingeniero de Sistemas). Bogotá (Colombia): Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería. <<http://repository.ucatolica.edu.co/jspui/handle/10983/1025>> [consulta: 12/11/2015]
- HUIDOBRO ROJO, José A.; MÉNDEZ GARCÍA, M. Ana & SERRANO ORTEGA, M. Luisa (2010). Del Bachillerato a la Universidad: las Matemáticas en las carreras de ciencias y tecnología [en línea]. En: Aula Abierta, Vol. 38, No. 1. Oviedo (España): Universidad de Oviedo, Instituto de Ciencias de la Educación. p. 71-80. ISSN: 0210-2773 <<http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3214241.pdf>> [consulta: 12/09/2015]
- ICFES (2013). Colombia en PISA 2012: Principales Resultados [en línea]. Bogotá (Colombia): Ministerio de Educación Nacional <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-336001_archivo_pdf.pdf> [consulta: 12/09/2015]
- KAPP, Karl (2012). The Gamification of learning and instruction. Game-based methods and Strategies for training and education. San Francisco (Estados Unidos): Servicio Comercial del Libro. 50 p. ISBN: 978-1-118-09634-5
- LENS, Willy; MATOS, Lennia & VANSTEENKISTE, Maarten (2008). El profesor como fuente de motivación de los estudiantes: Hablando del qué y del porqué del aprendizaje de los estudiantes [en línea]. En: Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, RIDU, Vol. 4, No. 1 (dic). Lima (Perú): Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. p. 1-9. ISSN: 2223-2516 <<http://hdl.handle.net/10757/346219>> <<http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/346219/1/Elprofesor.pdf>> [consulta: 20/10/2015]
- MORENO GUERRERO, Antonio José (2011). Móvil learning [en línea]. En: Observatorio Tecnológico, Cajón de Sastre (17/12/2011). Madrid (España): Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. NIPO: 820-10-289-9 <<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/fr/cajon-de-sastre/38-cajon-de-sastre/1026-movil-learning>> [consulta: 12/09/2015]
- MORILLO BALSERA, M. Carmen; CASADO FUENTE, M. Luisa; FÁBREGA GOLPE, José & SEBASTIÁN LORENTE, Luis (2014). Desarrollo de aprendizajes activos en primeros cursos universitarios: workshop cónicas Teoría de la Educación [en línea]. En: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, Vol. 15, No. 3 (sep-dic). Salamanca (España): Universidad de Salamanca Salamanca. p. 190-208. e-ISSN: 1138-9737 <<http://www.redalyc.org/pdf/2010/201032662011.pdf>> [consulta: 02/03/2016]

- PISANTY, Alejandro; ENRÍQUEZ, Larisa; CHAOS-CADOR, Lorea & GARCÍA BURGOS, Mario (2010). "M-learning en ciencia" - introducción de aprendizaje móvil en física [en línea]. En: RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, Vol. 13, No. 1 (jun.). Madrid (España): Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia, pp. 129-155. ISSN: 1138-2783 <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331427212007>> [consulta: 20/09/2015]
- QUINTERO, Rigoberto; VÁSQUEZ, Darío H.; ESTRADA, Johanne; TORRES, Norman A. & ARCHBOLD, Claudia (2010). Informe sobre Prueba Académica y Deserción Estudiantil en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas [en línea]. Oficina para la Permanencia Estudiantil. OPEUD. Bogotá, Colombia. p. 1-34. <<http://virtual.udistrital.edu.co/licquimica/files/Informe%20sobre%20prueba%20acad%C3%A9mica%20y%20deserci%C3%B3n.pdf>>[consulta: 12/09/2015].
- SÁNCHEZ I PERIS, Francesc Josep (2015). Gamificación [en línea]. En: Education in The Knowledge Society, EKS, Vol. 16, No. 2 (jun). Salamanca (España): Universidad de Salamanca, Instituto Universitario de Ciencias de la Educación. p. 13-15. E-ISSN 1138-9737 <<http://dx.doi.org/10.14201/eks20151621315>> <<http://rca.usal.es/index.php/revistatesi/article/viewFile/eks20151621315/13501>> [consulta: 29/10/2015]
- UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS (2013). Permanencia estudiantil: un reto más que institucional [en línea]. Bogotá (Colombia): Universidad Distrital Francisco José de Caldas (25/02/2013). <<https://www.udistrital.edu.co/novedades/particularNews.php?idNovedad=4320&Type=N>> [consulta: 12/09/2015]