

**Modelo pedagógico adaptativo para la nivelación en lógica y operatividad matemática en personas con ceses académicos prolongados a través del diseño y desarrollo de una aplicación móvil basada en inteligencia artificial**

**Efraín José Martínez Meneses**

**DIRECTORAS**  
**Araceli Queiruga Dios**  
**Deolinda Maria Lopes Dias Rasteiro**

**PLAN DE INVESTIGACIÓN**  
**PROGRAMA DE DOCTORADO FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO**

**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA**  
**MAYO 29 DE 2021**

## INTRODUCCIÓN

Debido a las condiciones socioeconómicas y de seguridad en Colombia y a decisiones de vida personales, algunos individuos retoman sus estudios muchos años después de haber concluido los niveles de educación básica y educación media. Acceden a la educación superior a cursar pregrados o carreras, arrastrando ceses académicos que provocan pérdida de nivel operativo y lógico matemático. El desarrollo de una aplicación móvil que individualice los modelos pedagógicos y las estrategias didácticas contribuirá a romper barreras y limitantes de las actuales tutorías y refuerzos.

La Corporación Universitaria Americana es una institución con 12 años de existencia y con más de 20 mil estudiantes, en los que sobresalen porcentajes interesantes: el 92% de los estudiantes son estudiantes trabajadores, con una jornada laboral promedio de 43,6 horas semanales, con una carga académica en créditos u horas presenciales de 15 horas a la semana y una edad media de 24 años. En las pruebas Saber Pro, que son exámenes del estado que miden el rendimiento académico específico de cada programa, la Corporación Universitaria Americana, quedó en el puesto 214 entre 249.

En Colombia, carreras de tipo ingenieril, están atravesando una crisis, el número de matriculados ha descendido de forma preocupante, una de las causas que aducen aquellos que no la eligen y quienes desertan, es la dificultad que les presenta todo el ciclo de materias relacionadas con las matemáticas (Serna & Serna, 2015). Todo el ámbito universitario pasa por un porcentaje de abandono alto, de un 48,8%, aún en programas con contenidos moderados de matemáticas y, de todas formas, se señala a estas como las causantes de una gran parte de la decisión de retirarse de las universidades (Sapiencia, 2017a).

"The low offer/demand for engineering studies could be explained by the fact that in 2012, mathematics and physics were introduced as compulsory subjects in entrance exams to access to most engineering courses." [La baja oferta / demanda de estudios de ingeniería podría explicarse por el hecho de que, en 2012, las matemáticas y la física se introdujeron como asignaturas obligatorias en exámenes para acceder a la mayoría de los cursos de ingeniería.](Almeida, Queiruga-Dios & Cáceres, 2021, p 4)

Es necesario iniciar estrategias que comprendan el acervo cultural del estudiante, las dificultades y metodologías propias, proponer procesos andragógicos que tengan en cuenta los componentes actitudinales y el entorno que rodea al individuo y que evidentemente permea las aulas de clases (Rojas, 2003). Contribuir con esto a la construcción del concepto del mlearning

Si bien, centrar en el estudiante el proceso enseñanza-aprendizaje, como lo sugiere la andragogía, es un paso necesario para que este tome decisiones importantes, como la velocidad de desarrollo de sus competencias, la relevancia de sus intereses y el cuándo y cómo las adquiere (Caraballo, 2007), es también necesario ofrecerle alternativas que individualicen sus necesidades, que permitan una configuración propia de las características de aprendizaje y además tengan en cuenta sus circunstancias de tiempo y espacio.

Coincide con todo lo anterior las causas de la deserción en Colombia. Estudio realizado por el ente gubernamental Sapiencia (Sapiencia 2017b), encargado de las políticas y promoción de la educación superior en el municipio de Medellín. Es evidente que la inclusión educativa debe ir más allá de brindar posibilidades de ingreso a la educación, la inclusión debe reparar los daños ocasionados por ciertas condiciones especiales del estudiante (Taborda & Meneses, 2015).

Las pruebas Saber Pro revelan que un alto porcentaje de estudiantes, incluso, a un par de semestres de graduarse de programas profesionales, tienen falencias en las áreas de las ciencias exactas (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Calidad de la Educación [ICFES], 2019).

Las pruebas Pisa 2018, reflejan que el 40% de los estudiantes de educación media, están por debajo del promedio mundial en competencias matemáticas (La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OECD], 2018).

La telefonía celular y el uso de aplicaciones ha tenido una penetración considerable, un alto porcentaje las utiliza para aprender idiomas o para temas educativos diversos, existen aplicaciones educativas que aportan a la creación de material innovador, sustituyendo y apoyando la tutorización, respetando la autonomía del estudiante, su ritmo y otorgando una flexibilidad en el aprendizaje para aquellos que tienen desventajas frente a los que tienen dedicación exclusiva (Organista-Sandoval et al., 2013).

Los dispositivos móviles tienen un potencial pedagógico enorme para la comunidad académica actual (Cukierman & Rozenhauz, 2005). Permiten producir una interfaz amigable, que haga un diagnóstico desde un nivel extremadamente básico de las matemáticas operativas hasta aproximarse al pre cálculo, determinar un nivel desde donde pueda empezar a desarrollar actividades de la aplicación, cumplir retos, recibir estímulos permanentes, programar un horario de práctica, acceso desde cualquier dispositivo móvil bajo Android, que posea una gama de actividades que incluya pruebas orales, apareamientos, reconocimiento de caracteres de escritura a mano, georreferenciación, informes, avisos permanentes y un conjunto de alternativas motivacionales y de comunicación que abarque un aula completa y exclusiva para cada estudiante.

## HIPÓTESIS

La hipótesis de trabajo, y que para el caso del presente proyecto de Tesis Doctoral, se convierte en causal, plantea que, con el diseño y desarrollo de una aplicación móvil basada en inteligencia artificial y machine learning, que proporcione la posibilidad de individualizar lo pedagógico, lo didáctico y, evidentemente, lo temático, enmarcando un propósito tecnopedagógico bien definido y matizado con componentes andragógicos de funcionalidad, se puede lograr nivelar en matemáticas operativas a personas con deficiencias debido a ceses académicos

El modelo tendrá una forma cíclica ajustándose de forma permanente de acuerdo con procesos de machine learning eIA para la educación. Hay una necesidad enorme de evitar deserciones tempranas con un sistema de incentivos y alertas que luego conecten al tutor directamente con el estudiante para no reemplazar completamente la relación humano-humano, tan necesaria en las primeras etapas de la carrera. Es un proceso cíclico de depuración del modelo y la didáctica.

En este punto, las RNA (Redes Neuronales Artificiales) comienzan su preparación o entrenamiento, utilizando algoritmos de retropropagación y metaheurística que con una muestra inicial establecerá patrones que configuren la arquitectura inicial (Sánchez, 2016).

Un modelo pedagógico adaptativo significa precisamente eso, la posibilidad de lograr, a través de la tecnología, que sea el modelo el que se adapte al estudiante y no al contrario. Los modelos pedagógicos se traducen en estrategias didácticas, en técnicas y herramientas de aprendizaje que permiten su aplicación. Reconfigurar un prototipo, generando de esta manera un prototipo diferente cada vez, es tarea de la inteligencia artificial y el machine learning. Las RNA en su primera capa registrarán la información inicial del entorno, en su segunda capa detectarán errores, se corregirán, retroalimentarán y aprenderán; y en su tercera capa mostrarán la respuesta que se espera del proceso que enfrentarán los usuarios, si bien, al tratarse de una App para llevar a cabo un seguimiento, determinando un tipo de aprendizaje de la RNA supervisado, tendrá unos parámetros de entrada y unos de salida, y estará abierto a posibilidades no supervisadas de aprendizaje de la red neuronal (Pérez & Santiago, 2016).

No se pretende una sustitución del rol del docente, sino un apoyo con la creación de una interacción equilibrada que siga ampliando las ya enormes posibilidades de aprendizaje usando un STI (Sistema de Tutoría Inteligente) (Ocaña et al., 2019). Es innegable la necesidad de la intervención humana en los procesos psicopedagógicos que rodean cualquier actividad llena de condicionantes del entorno, como la motivación, la vocación y el proyecto de vida del estudiante.

Todo pasa por el modelo pedagógico de la institución, que, si bien busca darle cierta autonomía al estudiante, propendiendo la autorregulación, cae en la cotidianidad de mencionar la tecnología como un valor agregado, un ornamento de la calidad y la modernidad y no como un objeto pedagógico o un elemento constitutivo (López & Hernández, 2016).

### Objetivo general

Desarrollar un modelo pedagógico adaptativo que fundamente el proceso de nivelación en matemáticas de los estudiantes con ceses académicos prolongados por medio de tecnología educativa

### Objetivos específicos

- Fundamentar un modelo pedagógico adaptable a las necesidades del estudiante y a los sistemas tecnológicos.
- Plantear una estrategia didáctica que se articule con facilidad al desarrollo de una aplicación móvil.
- Desarrollar una aplicación móvil interactiva y amigable, basada en inteligencia artificial y machine learning, para la nivelación de estudiantes en matemáticas operativas
- Experimentar en un grupo de estudiantes la utilidad de la aplicación como estrategia de nivelación.
- Analizar los resultados de los grupos de estudio y control para realizar la comparación estadística adecuada que retroalimenten el algoritmo, el contenido y el modelo.

## METODOLOGÍA

### Tipo de investigación

La investigación por desarrollar se enmarca en el tipo de investigación experimental, con análisis cualitativo y cuantitativo de datos. Se tomará un grupo de estudio y uno de control para aplicar herramientas tecnológicas y determinar el comportamiento de ciertas variables de estudio.

### Método

Se aplica un método hipotético- deductivo, buscando probar o refutar un planteamiento que permitan deducir soluciones particulares. Es una investigación cualitativa y cuantitativa en cuanto a que se describe un grupo humano con ciertas características sociales y académicas intangibles, pero su rendimiento, tiempos y otras variables son medibles durante la experimentación.

### Diseño

Esta investigación controlará ciertas variables a través de una aplicación móvil para realizar la medición de resultados de aprendizaje y las variables que intervienen, por tanto, se desarrolla mediante un diseño experimental.

### Fases

#### -Desarrollo pedagógico, didáctico y de contenido

Se requiere determinar un modelo, una ruta de enseñanza-aprendizaje que permita que la inteligencia artificial ayude a construir una secuencia progresiva y readaptable al proceso individual.

#### -Planificación y análisis de requerimientos de la aplicación

Con la caracterización de la población, se alimentará el establecimiento de los requisitos de los usuarios y de los administradores de la aplicación.

#### -Diseño y desarrollo de la aplicación

El resultado debe ser un software intuitivo, amigable, llamativo, interactivo y escalable en el tiempo.

#### -Testing y publicación

La etapa de prueba debe ser rigurosa, porque será el camino para que los estudiantes tengan una herramienta que se rediseña para adaptarse a sus necesidades.

#### -Experimentación con grupo y análisis de resultados

Recibir el aval de los usuarios, medir su percepción, retroalimentar el proceso y analizar los resultados permitirá realizar ajustes al modelo y al programa, conservando en todo momento un comportamiento ético, vigilante del cumplimiento de los protocolos de consentimiento o desestimiento y el respeto por el tratamiento de datos de los participantes (BERA, 2019).

### Alcances y limitaciones

#### Alcances:

-El contenido y actividades se circunscriben a las competencias necesarias para la asignatura de matemáticas operativas de primer semestre de las carreras profesionales de la Corporación Universitaria Americana.

-El grupo experimental y el grupo de control serán tomados de los estudiantes con ceses académicos prolongados que ingresan a primer semestre de la Corporación Universitaria Americana.

-La aplicación será usada por la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables, pero se puede abrir para todo aquel que quiera practicar las matemáticas operativas.

-La aplicación estará disponible para el sistema Android.

#### Limitaciones:

-El proceso pedagógico y didáctico a través de la aplicación móvil no estará disponible para matemáticas avanzadas, pero con el tiempo se puede ampliar a cursos más avanzados de las matemáticas universitarias.

-El grupo experimental no tendrá integrantes de otras facultades o universidades, pero el uso de la aplicación se puede generalizar.

-Inicialmente será desarrollada para el sistema Android, pero en fases posteriores es posible aplicar el desarrollo para iOS.

## **MEDIOS Y RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES**

Este trabajo se desarrolla en el programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento (García-Peñalvo, 2014, 2017), siendo su portal la principal herramienta de comunicación y visibilidad de los avances (García-Peñalvo et al., 2019). El proyecto se desarrollará con recursos propios y aquellos que suministran las instituciones de carácter académico. Se cuenta con:

- Biblioteca digital de la Universidad de Salamanca
- Biblioteca de la Corporación Universitaria Americana
- Bases de datos gratuitas
- Lenguajes de programación gratuitos: Java, Android Studio y Kotlin
- Estudiantes – auxiliares de investigación en ingeniería informática de la Corporación Universitaria Americana y Unisabaneta.

## **PLANIFICACIÓN**

### **PLANIFICACIÓN TEMPORAL AJUSTADA A 3 AÑOS**

#### **FASE 1: DESARROLLO PEDAGÓGICO, DIDÁCTICO Y DE CONTENIDO**

Revisión bibliográfica, planteamiento del problema y justificación inicial: Septiembre –Octubre 2020.

Creación de propuesta de plan de investigación: Noviembre – Diciembre 2020.

Preparación de lenguajes de programación y algunos aspectos técnicos, obtención de información de la Corporación Universitaria Americana y establecimiento de acuerdos de investigación con la Corporación Universitaria de Sabaneta: Enero - Marzo 2021.

Corrección, complemento y consolidación del plan de investigación: Abril 2021.

Búsqueda y desarrollo de estrategias didácticas y contenido para OVAs: Abril - Agosto 2021.

#### **FASE 2: PLANIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS DE LA APLICACIÓN**

Reconocimiento del problema: Septiembre 2021.

Evaluación y síntesis: Septiembre 2021.

Modelización: Octubre 2021.

Especificación: Octubre 2021.

Revisión: Noviembre 2021.

#### **FASE 3: DISEÑO Y DESARROLLO DE LA APLICACIÓN**

Experiencia del usuario y aplicación de diseño de flujo de trabajo: Diciembre 2021 – Febrero 2022

Diseño gráfico: Marzo- Mayo 2022

Desarrollo app, pasantía en universidad internacional: Junio – Noviembre 2022

#### **FASE 4: TESTING Y PUBLICACIÓN. Diciembre 2022.**

#### **FASE 5: EXPERIMENTACIÓN CON GRUPO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Configuración de grupos y caracterización, presentación de artículo a revista: Enero-Febrero 2023

Aplicación de la herramienta: Marzo – Mayo 2023

Análisis de resultados: Junio – Julio 2023

#### **PLAN DE PUBLICACIONES**

Participación en congreso internacional con publicación de capítulo de libro: Abril – Agosto 2021.

Participación en congreso internacional y publicación de capítulo de libro: Mayo - Agosto 2022.

2 Artículos aceptados en revistas indexadas en Scopus o ESCI : Marzo 2023.

Participación en congreso internacional y publicación de capítulo de libro: Abril - Junio 2023.

## REFERENCIAS

- Almeida, M. E. B. D., Queiruga-Dios, A., & Cáceres, M. J. (2021). Differential and Integral Calculus in First-Year Engineering Students: A Diagnosis to Understand the Failure. *Mathematics*, 9(1), 61.
- Asociación Británica de Investigación Educativa [BERA] (2019). *Guía Ética para la Investigación Educativa* (4.a ed.) (L. Rivera Otero and R. Casado-Muñoz, Trads.), Londres.  
<https://www.bera.ac.uk/publication/guia-etica-para-la-investigacion-educativa>
- Boletín deserción en la educación superior en Colombia. 2017. De  
[http://www.sapiencia.gov.co/wpcontent/uploads/2017/07/BOLETIN\\_ODES\\_DESERCION\\_EN\\_LA\\_EDUCACION\\_SUPERIOR.pdf](http://www.sapiencia.gov.co/wpcontent/uploads/2017/07/BOLETIN_ODES_DESERCION_EN_LA_EDUCACION_SUPERIOR.pdf)
- Cukierman, U. R., & Rozenhauz, J. C. (2005). Las tecnologías móviles y su aplicación en la educación. In I Congreso en Tecnologías de la Información y Comunicación en la Enseñanza de las Ciencias.
- García-Peñalvo, F. J. (2014). Formación en la sociedad del conocimiento, un programa de doctorado con una perspectiva interdisciplinar. *Education in the Knowledge Society*, 15(1), 4-9.
- García-Peñalvo, F. J., Sarasa Cabezuelo, A., & Sierra Rodríguez, J. L. (2014). Innovando en los Procesos de Ingeniería. Ingeniería como Medio de Innovación. *VAEP-RITA*, 2(1), 26-28.
- García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Verdugo-Castro, S., & García-Holgado, A. (2019). Portal del Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento. Reconocida con el I Premio de Buena Práctica en Calidad en la modalidad de Gestión. In A. Durán Ayago, N. Franco Pardo, & C. Frade Martínez (Eds.), *Buenas Prácticas en Calidad de la Universidad de Salamanca: Recopilación de las I Jornadas. REPOSITORIO DE BUENAS PRÁCTICAS* (Recibidas desde marzo a septiembre de 2019) (pp. 39-40). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.
- López, R. R. L., & Hernández, M. W. H. (2016). Principios para elaborar un modelo pedagógico universitario basado en las TIC. Estado del arte. *Revista UNIANDES Episteme*, 3(4), 575-593.
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L. A., & Garro-Aburto, L. L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 536-568.
- Organista-Sandoval, J., Serrano-Santoyo, A., McAnally-Salas, L., & Lavigne, G. (2013). Apropiación y usos educativos del celular por estudiantes y docentes universitarios. *Revista electrónica de investigación educativa*, 15(3), 139-156.
- Pérez, D. M., & Santiago, S. P. M. (2018). Implementación de Redes Neuronales Artificiales en un Sistema Tutorial Inteligente orientado al aprendizaje del álgebra. *Virtu@lmente*, 6(1), 73-81.
- RAMÍREZ-MONTOYA, María Soledad; GARCÍA-PENÁLVO, Francisco José. La integración efectiva del dispositivo móvil en la educación y en el aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, [S.l.], v. 20, n. 2, p. 29-47, jul. 2017. ISSN 1390-3306.
- Resultado Pruebas Pisa. 2018. De [https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018\\_CN\\_COL\\_ESP.pdf](https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_COL_ESP.pdf)
- Resultados pruebas Saber Pro. 2019. De <https://www.icfes.gov.co/resultados-saber-pro>
- Rojas, P. R. (2003). La andragogía y el constructivismo en la sociedad del conocimiento. *Laurus*, 9(15), 80-89.
- Caraballo Colmenares, R. (2007). La andragogía en la educación superior. *Investigación y postgrado*, 22(2), 187-206.
- Sánchez, S. E. T. (2016). Implementación de algoritmos de inteligencia artificial para el entrenamiento de redes neuronales de segunda generación.
- Serna, E., & Serna, A. (2015). Crisis de la Ingeniería en Colombia—Estado de la cuestión. *Ingeniería Y Competitividad*, 17(1), 63-74.
- Taborda, S. L. T., & Meneses, E. J. M. (2015). Laboratorio virtual de matemáticas como estrategia didáctica para fomentar el pensamiento lógico. *Revista Academia y Virtualidad*, 8(2), 4.