

C. Estevez, J. Santoyo  
*Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de  
Bucaramanga*  
Bucaramanga, Colombia  
cestevez349@unab.edu.co  
jsdiaz@unab.edu.co

# El uso de la Realidad Aumentada aplicada a la Educación

**Abstract** — Análisis, diseño e implementación de un aplicativo basado en Software Libre para dispositivos móviles dirigido a estudiantes del ciclo básico de formación universitaria con miras a fortalecer el proceso de aprendizaje y reducir índices de deserción, así como mejorar el rendimiento académico.

El aplicativo es un prototipo conformado por cinco ejercicios seleccionados de la asignatura de cálculo multivariable para aplicarse durante la clase, esto para dar cumplimiento al objetivo general del presente trabajo, que busca Analizar los efectos de la aplicación de un prototipo como material didáctico con Realidad Aumentada aplicado a la asignatura de cálculo multivariable en las Unidades Tecnológicas de Santander.

Como medida inicial, y para cumplir con los objetivos específicos se recolectó información sobre indicadores académicos de las Unidades Tecnológicas de Santander que permitiesen dar una visión general de la problemática para así diseñar el aplicativo encaminado a mejorar la situación estudiada.

De manera análoga se hizo una revisión de los trabajos realizados referentes a este tipo de tecnología y en especial los aplicados a mejorar el rendimiento académico en diferentes instituciones a nivel mundial; basado en esto, se enfocó de una mejor manera el trabajo en el presente estudio.

Como resultados se tienen en cuenta aspectos relacionados con la aceptación e interacción del usuario final, en este caso estudiantes, con el aplicativo móvil. Se notó una gran motivación al momento de usar el prototipo, de manera que un gran porcentaje de los estudiantes objeto de la muestra notaron la gran potencialidad de vincular tecnología dentro del aula.

**Palabras clave:** Realidad Aumentada, Augmented Reality, Cálculo Multivariable, Metodología, Aprendizaje, Software Libre.

**Analysis, design and implementation of an application based on Free Software for mobile devices aimed at students of the higher education basic training cycle looking to strengthen the learning process and reduce dropout rates, as well as improving academic performance.**

**This application is a prototype consisting of five exercises selected from the multivariable calculus subject to be used during the class, in order to achieve the general objective of this work that seeks to analyze the effects of the use of a prototype as a didactic material with augmented reality applied to multivariable calculus subject at Unidades Tecnológicas de Santander.**

**As a first step to achieve the specific objectives, information was collected regarding academic indicators**

**at Unidades Tecnológicas de Santander that would give an overview of the issues in order to design the application aimed at improving the situation reviewed.**

**In a similar way, a review was made about the papers carried out related to this type of technology and specially those applied to improve the academic performance in different Institutions worldwide and; based on this, there was a better work approach on this study.**

**As a result, there is a focus on aspects related to acceptance and interaction of the final user, in this case students, with the mobile application. A great motivation became noticeable when they used the prototype, so that a large percentage of the students in the sample noticed great potential to link the technology within the classroom.**

## **Keywords**

**Augmented Reality, Prototype, Calculus, Methodology, learning, Emerging Technology, Free Software.**

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la tecnología se ha convertido en un elemento importante para nuestras vidas en todos los ámbitos, y la educación no es la excepción. Numerosos avances tecnológicos revisten una gran incidencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a tal punto que los entornos donde se imparte conocimiento han evolucionado para dar un espacio a la innovación.

En relación a esto, es común ver en los salones de clase accesorios o dispositivos que buscan apoyar la labor docente, permitiendo mostrar contenidos de maneras más didácticas y llamativas para los estudiantes, teniendo en cuenta que no todos captan la información de igual manera.

Otro aspecto que ha revolucionado nuestro quehacer cotidiano es la telefonía celular, hasta tal punto que, para el caso colombiano, el número de líneas celulares superó la misma población. Este dato es vital para el direccionamiento del presente estudio, ya que, como se verá, una gran parte de la población estudiantil posee teléfonos celulares y de estos, un gran número usa Smartphone.

Por lo anterior se hace importante la creación de material didáctico digital que haga uso de dispositivos móviles de tal manera que éste pueda ayudar a mejorar el desempeño académico estudiantil en el mismo momento en que se imparte la clase, potencializando las capacidades de los dispositivos móviles y el hecho de que gran parte de la población estudiantil haga uso de los mismos.

El presente trabajo, permite realizar una descripción del proceso de aplicación de un prototipo de Realidad Aumentada, como metodología para apoyar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de Cálculo Multivariable de las Unidades Tecnológicas de Santander.

## II. ANTECEDENTES Y TRABAJOS RELACIONADOS

Una gran parte de los estudiantes del ciclo básico de formación de las Unidades Tecnológicas de Santander presentan dificultades, en especial las que tienen que ver con

matemáticas, conllevando a cancelación de asignaturas o a la no aprobación del curso. Esta situación afecta los indicadores institucionales y, por lo tanto, se hace necesaria la implementación de nuevas estrategias que disminuyan sustancialmente estos indicadores.

En consecuencia, según lo estipula el Plan de Acción Institucional 2016 de las Unidades Tecnológicas de Santander [1], se han implementado estrategias académicas que disminuyan en un solo dígito porcentual la deserción estudiantil, mejoren el rendimiento académico y aseguren la permanencia y la graduación de los estudiantes. De igual manera se han implementado instrumentos de medición representados en datos estadísticos históricos a nivel institucional que dan una visión del comportamiento de la población estudiantil frente a este fenómeno, que ayudan a determinar las causas y el impacto producen a nivel institucional.

Echando un vistazo al contexto mundial, se puede observar que la relación entre el nivel de aprendizaje y el uso de las TIC, y puntualmente en tecnologías emergentes como la Realidad Aumentada, es directamente proporcional, es decir, con el incremento de la vinculación de la tecnología en el aula, también incrementa el nivel de aprendizaje en los estudiantes. Según Gartner, compañía de investigación y asesoría en TIC líder en el mundo, y diferentes informes Horizon [2] [3] [4] [5] [6] una de las tendencias para tecnologías emergentes en 2017 son las Experiencias Transparentes Inmersivas y más puntualmente, la Realidad Aumentada.

### III. METODOLOGÍA

#### A. Revisión de Literatura.

En esta actividad se procedió a indagar en la literatura existente teniendo en cuenta el uso de realidad aumentada dentro del aula [7]. Esta información ha permitido determinar cuáles son los principios requeridos para lograr una buena elaboración de material didáctico e igual manera se realizó consulta de las diferentes herramientas de software libre que brindan una solución al problema de estudio.

Se hizo una búsqueda de fuentes usando herramientas de búsqueda, bases de datos y repositorios al alcance, entre los cuales tenemos: Proquest, E-Book, E-Libro, Google Books, Google Scholar y en IEEE.

#### B. Herramientas de Software.

Se hizo una revisión de software existente que permitiera usar Realidad Aumentada. Las herramientas encontradas tenían diversos tipos de licenciamiento, entre ellos, Open Source, uso gratuito y licenciamiento comercial, LGPL v3.0, GPL y Licenciamiento Comercial, Licenciamiento Comercial, GNU GPL, GPL v3, Suscripción Gratuita para Educación). Finalmente obtuvimos estas herramientas: Blender, Aumentaty Author, ARToolkit, FLARToolkit, BuildAR, Atomic, SketchUp, Vuforia, Sencha, Phonegap, Augment, Aurasma, Unity, AR-Media y AR.js. Para la implementación del prototipo se utilizaron Unity, Vuforia y Blender, debido a sus facilidades de uso [8], por ser software libre [9] y con una gran comunidad de personas que los utilizan [10].

#### C. Requerimientos de Hardware y Software.

Los requisitos mínimos para la instalación del prototipo en el dispositivo móvil se pueden visualizar en la tabla 1:

Tabla 1. Requisitos mínimos del sistema para la instalación del prototipo

Tipo de Dispositivo	Procesador	Sistema Operativo	RAM
Android	ARMv6 o 7 con capacidad de procesamiento FPU (Unidad de Punto Flotante)	Android v2.2	2 GB
iOS	Apple A6	iOS 8.0	1 GB

En la Fig. 1 se observa la interfaz del prototipo realizado.

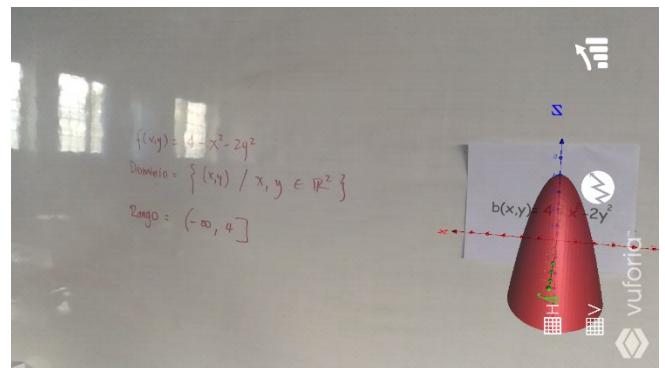


Fig. 1. Interfaz del prototipo.

#### D. Diseño de material didáctico.

La estructura general del prototipo se compone de tres partes fundamentales: El material didáctico que se presenta en Realidad Aumentada, el marcador y el desarrollo propio del mismo donde se fusionan los dos primeros elementos mencionados. La relación de cada uno de ellos, así como la herramienta necesaria para su desarrollo se muestra en la Fig. 2:

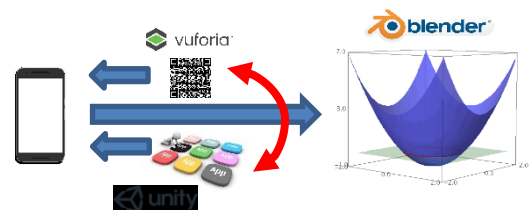


Fig. 3. Interacción entre cada uno de los elementos del prototipo.

Como el objeto inicial es la aplicación de un prototipo de realidad aumentada para el uso en el aula de clase, durante el diseño de la misma se tuvo en cuenta que los elementos multimedia, se mostraran teniendo en cuenta los ejes de coordenadas como se muestra en la Fig. 3.

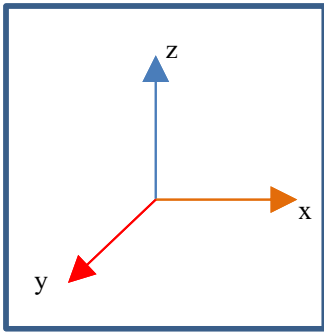


Fig. 3. Disposición de los ejes coordenados.

El marcador utilizado fue la expresión algebraica de una función que fue presentada a los estudiantes de manera impresa en una hoja de papel, la cual se pegó en el tablero para poder mostrar el objeto virtual en el mismo entorno en donde se hace la explicación del tema. Un ejemplo del marcador utilizado en el prototipo se puede visualizar en la Fig. 4.

$$b(x,y) = 4 - x^2 - 2y^2$$

Fig. 4. Marcador utilizado para prueba piloto.

La aplicación del prototipo se realizó en una clase de cálculo multivariable abordando la temática de funciones de varias variables, donde, luego de explicar el tema en mención, se procedió a hacer el refuerzo con la herramienta tecnológica, donde se puede visualizar la característica de la función de forma gráfica.

#### IV. EVALUACIÓN Y RESULTADOS

Luego de la aplicación del prototipo, se midió el nivel de aceptación de los estudiantes del curso por medio de un instrumento de medición, permitiendo recolectar información necesaria para futuros desarrollos. Los aspectos tenidos en cuenta fueron usabilidad, interfaz, funcionalidad, accesibilidad del prototipo desarrollado.

##### Usabilidad

Dentro del proceso de aplicación del prototipo se tuvo en cuenta aspectos relacionados con la usabilidad, como la facilidad que tiene el usuario final de interactuar con la herramienta digital. Como inicialmente el aplicativo presenta sólo la función de mostrar elementos de realidad aumentada, el nivel de usabilidad fue bastante bueno; esto se refleja en las respuestas realizadas por los estudiantes, de los cuales, el 100% asegura que el prototipo es de fácil uso.

##### Interfaz

La interfaz se define como el entorno por medio del cual el usuario final interactúa con la máquina, en este caso, el

dispositivo móvil. Respecto a este aspecto, la gran mayoría de los usuarios aportaron buenos comentarios respecto a la forma en cómo se presenta la aplicación.

Sólo cuatro estudiantes de los 51 encuestados realizó observaciones respecto al prototipo, las cuales fueron:

- Faltan funcionalidades como captura de pantalla
- Las gráficas deberían girar
- Las gráficas en determinado momento presentan una vibración algo molesta

Como se muestra en la Fig. 5, un buen porcentaje de estudiantes aprueban a satisfacción el aplicativo:

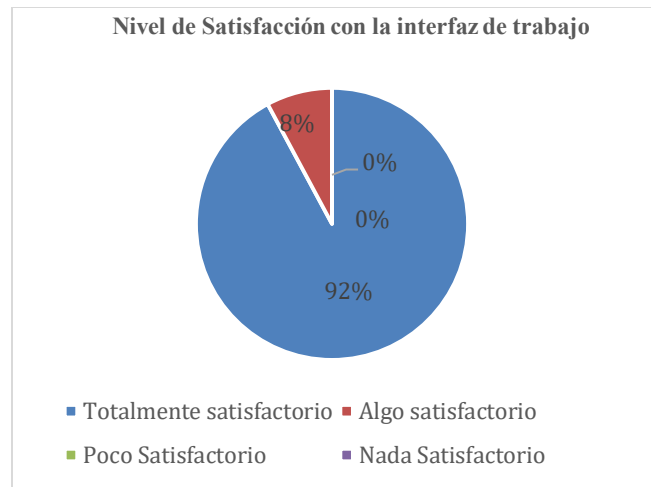


Fig. 5. Nivel de satisfacción con la interfaz de trabajo.

##### Funcionalidad

Respecto a la funcionalidad, los ejercicios seleccionados fueron objeto de estudio en una clase magistral dentro de los parámetros normales; se realizó la explicación del tema en el tablero y posteriormente a la misma se solicitó a los estudiantes que hicieran uso del prototipo compartido, donde se encuentran las gráficas en Realidad Aumentada.

Luego de la experiencia, la totalidad de los estudiantes encuestados están de acuerdo en que la aplicación del prototipo sería de gran aporte a su proceso de aprendizaje. Reconocieron la importancia de vincular tecnología en el preciso momento de la clase debido a que crea una mayor aceptación de la temática por los elementos adicionales que se incluyen por medio de su dispositivo móvil.

De igual manera, ellos esperan que la tecnología de Realidad Aumentada sea propagada hacia otras asignaturas donde, bajo su propia experiencia, se presentan dificultades.

##### Accesibilidad del Prototipo

Debido a que es un prototipo, no está abierto al público para su descarga, por lo tanto, la difusión del mismo se hizo por medio de correo electrónico. Vía email, se envió el apk que sería posteriormente instalado en los dispositivos.

Como el dispositivo se desarrolló para sistema operativo Android debido a su gran popularidad, usuarios con smartphone cuyo sistema operativo es iOS no pudieron realizar las pruebas necesarias. De hecho, sólo dos usuarios de los 51 poseen iPhone, por lo tanto, la muestra tomada es significativa.



Fig. 6. Porcentaje de estudiantes que pudieron utilizar el dispositivo

## V. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la información recopilada a través de material Bibliográfico, es importante mencionar la aplicabilidad creciente que está teniendo la Realidad Aumentada en las soluciones que buscan apoyar la labor docente en diferentes disciplinas del conocimiento, tanto a nivel mundial como en situaciones puntuales del país. Adicional a esto, el grado de aceptación de la tecnología por parte de los estudiantes es muy alto, permitiendo una visión alternativa de las temáticas estudiadas en diversas asignaturas.

- La implementación de la herramienta basada en realidad aumentada para dispositivos móviles permite a los estudiantes visualizar de manera alternativa temáticas con cierto grado de abstracción en la asignatura de Cálculo multivariable. Además, el grado de aceptación, así como la funcionalidad otorgada por una herramienta de este tipo pretende resultados contundentes a futuro.

- Factores que influyen de manera negativa en el desempeño académico de los estudiantes en su trasegar por la institución son la falta de motivación hacia las temáticas expuestas en asignaturas donde no es muy claro el aporte a su ejercicio profesional, bases poco sólidas de asignaturas que son requisito para el temario de la materia vista, poca incorporación de Tecnologías de la Información y la Comunicación en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

- La herramienta desarrollada para dispositivos móviles ofrece una amplia gama de posibilidades para el aprendizaje de los estudiantes, permitiendo mejorar el nivel de captación de las temáticas desde el mismo momento en que el docente imparte sus conceptos. Los estudiantes objeto de estudio manifestaron su motivación respecto al prototipo y el afán de poder utilizarlo en otras asignaturas de su plan de estudios.

## VI. REFERENCIAS

[1] UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, «Plan de Desarrollo Institucional 2012-2020, PLAN ESTRATÉGICO 2016,» Bucaramanga, 2016.

[2] I. P.-L. I. García y L. S. R. L. A. & H. K. Johnson, «Informe Horizon: Edición Iberoamericana 2010,» The New Media Consortium, Austin, Texas, 2010.

[3] L. Johnson, S. Adams y M. Cummins, «Informe Horizon del NMC: Edición para la enseñanza universitaria 2012,» The New Media Consortium., Austin, Tejas, 2012.

[4] L. A. B. S. E. V. F. A. Johnson, «NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition.,» The New Media Consortium, Austin, Texas, Estados Unidos, 2014.

[5] L. A. B. S. E. V. a. F. A. Johnson, «NMC Horizon Report: Edición Educación Superior 2015.,» The New Media Consortium., Austin, Texas, 2015.

[6] L. A. B. S. C. M. E. V. F. A. y. H. C. Johnson, «NMC Informe Horizon 2016 Edición Superior de Educación.,» The New Media Consortium., Austin, Texas., 2016.

[7] G. B. Pérez de Lanzetti, M. C. Ávila, C. Lanzillotto, S. A. Chaile, V. D. Genari y M. S. Heredia, «Las Tic's Aplicadas a la Educación en la Universidad Pública-Caso FAUD-UNC.,» de XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, 2012.

[8] Blender, «Blender, The Free and Open Source 3D Creation Suite.,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.blender.org/>.

[9] VUFORIA, «Vuforia Developer Portal,» 2017. [En línea]. Available: <https://developer.vuforia.com/>.

[10] Unity Technologies., «Manual de Unity,» 2017. [En línea]. Available: <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/UnityManual.html>.