

# APLICACIÓN ANDROID Y EL MEJORAMIENTO DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE FÍSICA BÁSICA

## ANDROID APPLICATION AND THE IMPROVEMENT OF ACADEMIC PERFORMANCE OF BASIC PHYSICS STUDENTS

---

Recibido: 24/09/2024 - Aceptado: 15/01/2025

---

**Jhohan Mauricio Rojas Mejía**

Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Posgrado

Magíster en Educación, Tecnología e Innovación  
Universidad Politécnica Estatal del Carchi

jhohan.rojas@upec.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-4001-686X>

---

**Darwin Fabricio Casaliglla Ger**

Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
Posgrado

Máster en Ingeniería Matemática y Computación  
Universidad Internacional de la Rioja

[darwin.casaliglla@upec.edu.ec](mailto:darwin.casaliglla@upec.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-1343-0814>

---

Rojas, J., & Casaliglla, D. (febrero, 2025). Aplicación Android y el mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes de Física Básica. *Sathiri*, 201 – 214. <https://doi.org/10.32645/13906925.1360>



## Resumen

El aprendizaje de Física en los primeros semestres de universidad conlleva numerosas dificultades para los estudiantes, factores como: falta de motivación, complejidad de los conceptos físicos y falta de recursos de entrenamiento efectivos hace que el aprendizaje se vuelva un proceso confuso y difícil de asimilar en su totalidad. El uso de material educativo en aplicaciones Android ha ayudado en diferentes áreas de estudio, sin embargo, la accesibilidad de aplicaciones en el área de la Física no ayuda al estudiante en su aprendizaje para mejorar su rendimiento académico. Con base en esto el estudio pretende aportar con el uso de una aplicación Android que permita mejorar el rendimiento de los estudiantes en la asignatura de Física. Para encontrar las necesidades de los estudiantes en la asignatura de Física se procedió a recopilar información mediante el uso de encuestas, de esta manera se estableció parámetros importantes que determinen la forma y el contenido de la aplicación Android. El desarrollo de la aplicación se realizó mediante una plataforma de uso gratuito, y se compartió con un grupo de estudiantes para evaluar el desempeño al realizar ejercicios y tareas utilizando el contenido apoyo brindado por la aplicación, el cual se compone de: texto, imágenes y herramientas de cálculo. Al trabajar con la aplicación los estudiantes calificaron la practicidad del material como una ayuda para comprender y aplicar con mayor facilidad los contenidos de dificultad.

**Palabras clave:** Aprendizaje, aplicación Android, Física, rendimiento académico.

## Abstract

Learning Physics in the first semesters of university usually brings difficulties for students. Factors such as: lack of motivation, complexity of physical concepts and lack of effective training resources make learning a confusing process that is difficult to assimilate in its entirety. The use of educational material in Android applications has helped in different areas of study, however, the accessibility of applications in the area of Physics does not help the student in their learning to improve their academic performance. Based on this, the study aims to contribute with the use of an Android application that allows improving the performance of students in the subject of Physics. To find the needs of the students in the subject of Physics, information was collected through the use of surveys, in this way important parameters were established that determine the form and content of the Android application. The development of the application was carried out through a free-to-use platform, and it was shared with a group of students to evaluate performance when performing exercises and tasks using the supporting content provided by the application, which is made up of: text, images and calculation tools. When working with the application, students rated the practicality of the material as a help to understand and apply difficult content more easily.

**Keywords:** Learning, Android application, Physics, academic performance.

## Introducción

El bajo rendimiento de estudiantes en asignaturas técnicas puede ser el resultado de procesos de aprendizajes inadecuados, por consiguiente, la innovación de los procesos de aprendizaje se convierte en un campo crucial para desarrollar. Estos procesos se pueden mejorar mediante el uso de la tecnología, con el objetivo de lograr avances en el rendimiento cognitivo del estudiante y fomentar su creatividad durante el aprendizaje (Ulfa et al., 2017a)

En la actualidad, el crecimiento acelerado de las tecnologías ha revolucionado la educación, transformándola en un sistema innovador y multidisciplinario, a causa de esto, el uso de dispositivos móviles como recurso de aprendizaje a través del E-learning o aprendizaje virtual se encuentran en constante expansión. Esto ha facilitado el aprendizaje mediante celulares, tablets y otros dispositivos de video, además, el desarrollo de software educativo ha proporcionado diversas ayudas en el aprendizaje virtual (Eom, 2022)

Este estudio analizó los factores que influyen en el aprendizaje de Física en los estudiantes de primer nivel universitario, utilizando Google Forms. A partir de esta información, se planteó el desarrollo de una aplicación que funcione como refuerzo cognitivo para los estudiantes, logrando como resultado mejoras en su rendimiento académico (Lisana & Suciadi, 2021)

### Tecnología educativa y aprendizaje activo

La tecnología educativa se ha convertido en un componente esencial de la enseñanza y el aprendizaje moderno. Esta facilita la implementación de métodos pedagógicos positivos, en los que los estudiantes participan en más interacciones durante el proceso de aprendizaje (Ulfa et al., 2017). El uso de la tecnología en el aula puede mejorar la comprensión de conceptos complejos mediante el suministro de recursos multimedia, simulaciones y actividades prácticas. (Hayke, 2023)

Los estudiantes de primer semestre de la asignatura de Física a menudo enfrentan importantes desafíos académicos (Gatbonton R & Galang G, 2020). Estos problemas pueden explicarse por la complejidad inherente de los conceptos de Física y la curva de aprendizaje inicial que requiere ajustes en los métodos de enseñanza y el rigor académico (Ma'ruf et al., 2020)

Las aplicaciones educativas móviles son una herramienta prometedora para abordar estos desafíos académicos en ingeniería y Física (Gatbonton Ryan & Galang Geraldine, 2020). Estas aplicaciones pueden proporcionar contenido interactivo, ejercicios prácticos y retroalimentación instantánea para personalizar y estimular el aprendizaje. Ejemplos exitosos incluyen aplicaciones que ofrecen tutoriales, simulaciones y ejercicios de resolución de problemas. (Boari et al., 2023)

### Evaluación de impacto educativo

Evaluar el impacto de una aplicación educativa es crucial para determinar su efectividad. Los métodos de evaluación pueden incluir pruebas antes y después de la implementación, seguimiento del progreso de los estudiantes durante el uso de la aplicación, encuestas de satisfacción y comentarios cualitativos. Estos datos permiten medir el impacto en el aprendizaje y los resultados cognitivos de los estudiantes. (Zhampeissova et al., 2020)

La comodidad y la accesibilidad son aspectos cruciales en la creación de aplicaciones móviles educativas. La interfaz de usuario debe ser intuitiva y amigable, asegurando un proceso de aprendizaje efectivo (Mardiana & Kuswanto, 2017). También es importante que la aplicación esté disponible para todos los estudiantes, ofreciendo componentes gratuitos que faciliten su acceso y uso. (Hwang et al., 2016)

Se ha propuesto una teoría del cambio que sugiere que una aplicación de Android diseñada específicamente para estudiantes de primer semestre de Física mejorará su comprensión de

los conceptos y, en consecuencia, su desempeño y resultados de aprendizaje. Se espera que esta aplicación aborde las dificultades de aprendizaje identificadas y proporcione a los alumnos herramientas de aprendizaje efectivas (Hochberg et al., 2020)

## Métodos

### Identificación de dificultades

Mediante encuestas y entrevistas, se identificaron las principales dificultades en la enseñanza-aprendizaje de Física durante el primer semestre en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, ubicada en Tulcán, Carchi, Ecuador. La población seleccionada fueron los estudiantes de primer semestre de la carrera de Computación en la UPEC.

Se tomó una muestra de 30 estudiantes que cursaban la asignatura de Física Básica en el periodo 2023-B. A través de variables cuantitativas y cualitativas, se evaluaron las necesidades educativas de estos estudiantes. Los resultados permitieron identificar las principales dificultades que enfrentan los estudiantes de primer nivel en la carrera de Computación.

### Desarrollo de aplicación y evaluación del mejoramiento académico

Con base en los datos almacenados a partir de la fase uno, se determinaron las variables y los temas pertinentes para el desarrollo de la aplicación Android incluyendo contenido educativo, herramientas interactivas y recursos de apoyo.

Utilizando la plataforma MIT App Inventor, se desarrolló la aplicación con un enfoque multimedia que contenga los temas y recursos solicitados por los estudiantes, así como las características necesarias para mejorar su proceso de aprendizaje.

Se realizó una prueba piloto con un grupo de estudiantes para evaluar el funcionamiento y la utilidad de esta herramienta mediante un cuestionario en Google Forms.

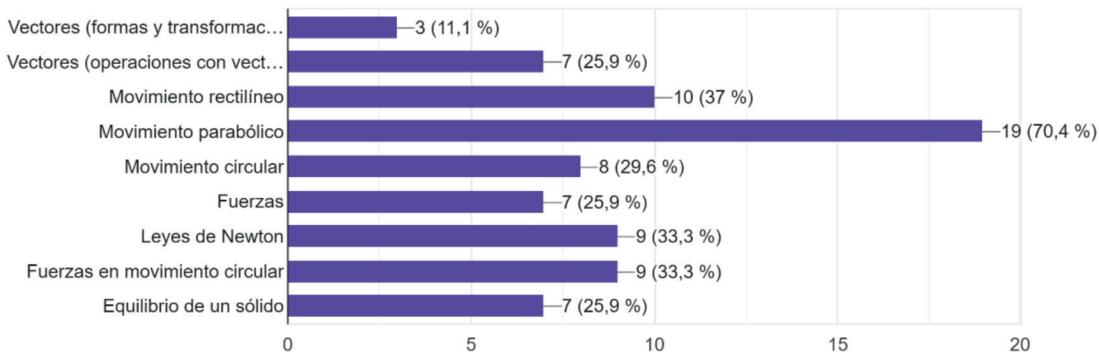
Finalmente, en la plataforma de la aplicación, se evaluaron los parámetros de aprendizaje para calcular el nivel de calidad (IQ) de acuerdo con métricas de funcionamiento para aprendizaje móvil (Duarte A, 2014)

## Resultados

Para este caso de estudio, se realizó una segmentación basada en el sílabo de la asignatura de Física, se seleccionó el tema a tratar y el desarrollo del contenido para la aplicación Android. En la Figura 1. Temas con mayor dificultad académica se presentan los resultados, que muestran que los temas de mayor interés para los estudiantes fueron el movimiento parabólico y el movimiento rectilíneo.

**Figura 1.**

*Temas con mayor dificultad académica*



**Nota.** Este gráfico corresponde a los datos obtenidos en la encuesta de Google Forms.

Se desarrolló una aplicación Android utilizando la plataforma MIT App Inventor para cumplir con los requerimientos solicitados por los estudiantes, generando un archivo .apk compatible con la mayoría de los dispositivos Android.

La aplicación se diseñó para ser gratuita y para resolver cálculos matemáticos aplicados a la Física, funcionando como una herramienta de apoyo en la resolución de ejercicios de la asignatura.

Desde la pantalla de inicio, mostrada en la Figura 2, los usuarios pueden acceder al contenido de la aplicación, que abarca los temas de mayor dificultad académica: el movimiento rectilíneo (uniforme y variable) y el movimiento parabólico. También se incluyeron instrucciones para facilitar el uso de la aplicación.

**Figura 2.**

*Pantalla de inicio de aplicación*



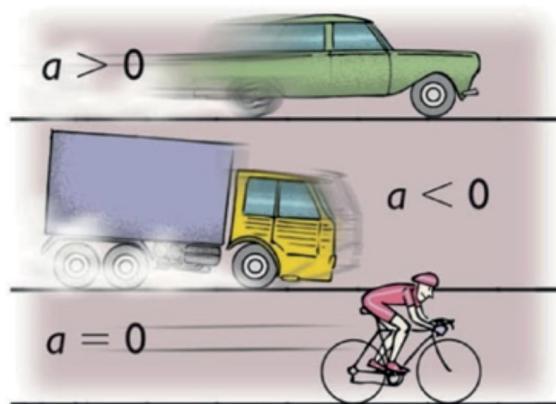
Se desarrollaron dos componentes para complementar el proceso de aprendizaje del estudiante: un componente teórico y un componente práctico.

**Componente teórico:** este componente se accede desde el menú principal, como se muestra en la Figura 3. Incluye conceptos teóricos, imágenes, diagramas y nomenclatura, proporcionando una base sólida para el entendimiento de los temas.

**Figura 3.**  
*Componente teórico*

### Movimiento rectilíneo

Este tipo de movimiento presenta trayectoria con línea recta y la dirección de la velocidad permanece constante, pero puede variar en su módulo.



#### Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)

El movimiento es cuando un objeto viaja en una trayectoria recta con velocidad constante, permanece constante en módulo y sentido.

Cálculos MRU:

#### Movimiento rectilíneo uniforme variable (MRUV)

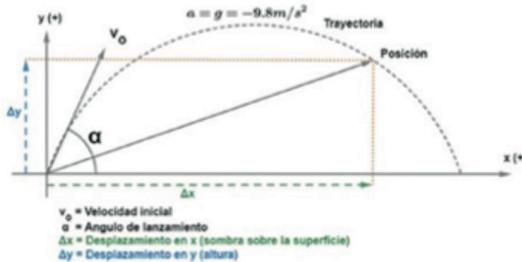
El movimiento es cuando un objeto viaja en una trayectoria recta con aceleración constante, permanece constante en módulo y sentido.

Calculos MRUV:

**VOLVER**

### Movimiento parabólico

El movimiento parabólico por su naturaleza es de los que presentan mayor interés en la humanidad, se encuentra presente en: los planetas alrededor del Sol, en los satélites, en el lanzamiento de proyectiles en la superficie terrestre, etc.



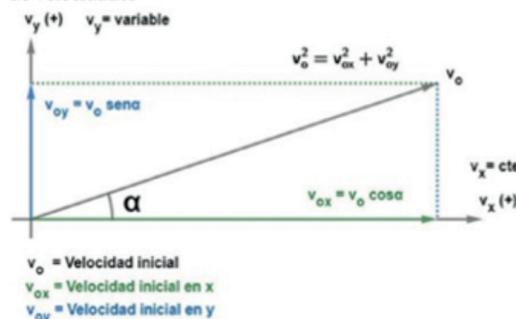
Para una mejor comprensión se descompone el movimiento en los ejes (x,y)

Calculos en el eje y:

Calculos en el eje x:

### Triángulo de velocidades

Junto a la velocidad inicial se tiene presente el ángulo de salida, y se realiza la descomposición mediante el triángulo de velocidades



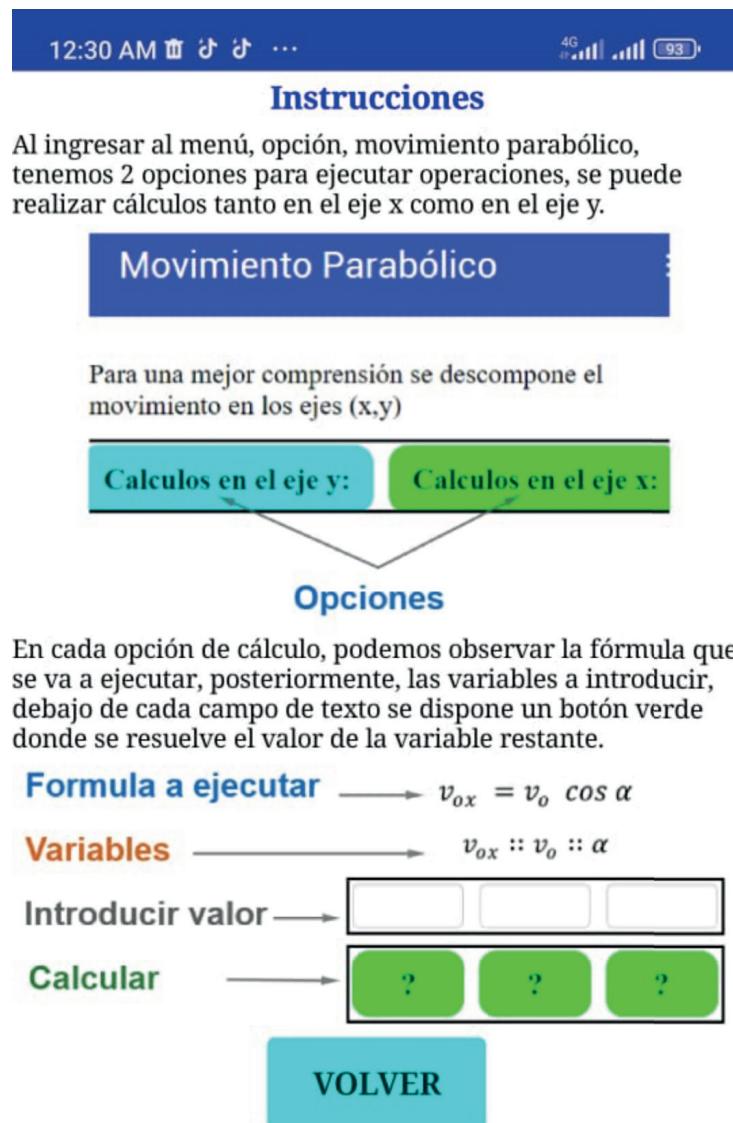
### Nomenclatura

$v_0$ : Velocidad inicial

$v_{0x}$ : Velocidad inicial en x

**Componente práctico:** este módulo se accede después de seleccionar el tema de interés, como se muestra en la Figura 4. Incluye fórmulas y herramientas de cálculo, y su funcionamiento se explica en el apartado de instrucciones.

**Figura 4.**  
*Módulo de fórmulas y cálculos*

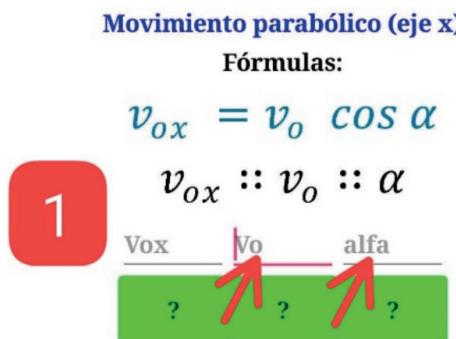


El funcionamiento de este componente se explica a continuación con un ejemplo práctico:

Para ilustrar el uso del componente práctico, se realizó un cálculo en el módulo de movimiento parabólico (eje x) con el objetivo de determinar la velocidad inicial en la dirección x. Este proceso se lleva a cabo en tres pasos, detallados a continuación:

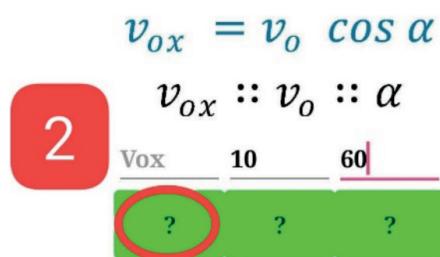
**Paso 1:** Se ingresó valores para velocidad inicial ( $V_0$ ) y el ángulo de salida ( $\alpha$ ) como se observa en la Figura 5.

**Figura 5.**  
*Ejemplo de cálculo paso 1*



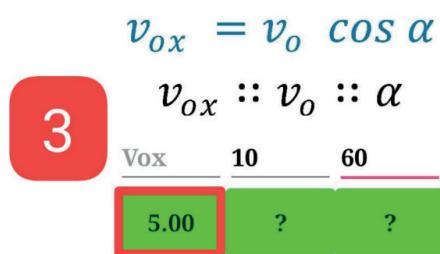
**Paso 2:** Se presionó el botón de interrogación ubicado debajo de la variable “velocidad inicial en x”, como se muestra en la Figura 6. Ejemplo de cálculo paso 2.

**Figura 6.**  
*Ejemplo de cálculo paso 2*



**Paso 3:** Se obtuvo el valor numérico de velocidad inicial en x al presionar el botón correspondiente. Este resultado se muestra en la Figura 7.

**Figura 7.**  
*Ejemplo de cálculo paso 3*



Para calcular una variable diferente, se completan los campos correspondientes a las variables conocidas y se presiona el botón verde asociado a la variable que se desea resolver.

### Seguridad y uso de información

Se llevaron a cabo verificaciones de seguridad para asegurar el manejo seguro de datos mediante el uso del software Firebase proporcionado por Google. Los resultados de estas

verificaciones, que garantizan un uso seguro de los datos, se muestran en la Figura 8. Verificación proporcionada por Firebase.

**Figura 8.**  
*Verificación proporcionada por Firebase*

The screenshot shows the Firebase Test Lab interface. At the top, it displays the project name 'matrix-uv1p33yo6pffa'. Below that is a section titled 'Resumen de resultados del dispositivo' (Device Test Results Summary). It includes a table with the following data:

Prueba Robo	10/5/24, 11:01 p.m.	Con errores	Correctos	Total de dispositivos
Correcta		0	1	1

Below this summary are 'Detalles del dispositivo' (Device Details) and a 'Ver clústeres de capturas de pantalla' (View screen capture clusters) button. The device details section shows a Pixel 5, nivel de API 30, inglés (Estados Unidos), Configuración regional, and Orientación.

**Nota.** Esta figura corresponde a la prueba de seguridad obtenida de Firebase.

Además, se realizaron pruebas utilizando el software VirusTotal para detectar la presencia de software malicioso. Los resultados confirmaron que la aplicación está libre de amenazas y es segura para su uso, como se muestra en la Figura 9. Verificación proporcionada por VirusTotal.

**Figura 9.**  
*Verificación proporcionada por VirusTotal*

The screenshot shows the VirusTotal analysis interface. At the top, it displays a 'Community Score' of 0 / 64 and a note that 'No security vendors and no sandboxes flagged this file as malicious'. Below this are sections for 'DETECTION', 'DETAILS', 'RELATIONS', 'BEHAVIOR', and 'COMMUNITY'. The 'DETAILS' tab is active, showing the file hash '0ac42a9bad64b0bfde5f04b87be0116c12b167e19f59f5ef9eae4dc9574dddc' and the file name 'App\_Fisica.apk'. It also shows the file size (8.47 MB) and last modification date (2 minutes ago). The 'APK' file type is indicated. The 'BEHAVIOR' tab shows activity from engines like VirusTotal Droidy and Zenbox android. The 'COMMUNITY' tab includes a link to join the community and automate checks. The 'Activity Summary' section at the bottom provides a quick overview of detections, signatures, rules, dropped files, and network communications.

**Nota.** Estos datos representan la prueba de Software malicioso obtenida mediante Virus total.

Para obtener la aplicación de forma gratuita, puedes descargarla desde el siguiente enlace:  
<https://drive.google.com/file/d/1RXWm2wT-i9JJDXtrYz084vzhr9eYZ3vr/view>

## Uso de la aplicación y rendimiento académico

Para evaluar las mejoras en el rendimiento académico, se llevó a cabo una encuesta cuantitativa en la que se calificó el impacto de la aplicación en una escala del 1 al 10. Los resultados de esta evaluación se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

*Evaluación de la aplicación Android*

Pregunta	valor
¿Puede acceder a los contenidos de la asignatura cuando se necesita?	7.28
¿La aplicación es rica en términos de contenidos?	8.42
¿Puedo aprender a través de la aplicación independientemente del tiempo y lugar?	8.28
¿Puede utilizarse en la educación tradicional como apoyo para los estudiantes?	8.42
¿El diseño de la aplicación es apropiado para la aplicación?	8.03
¿La aplicación me da conocimiento sobre fórmulas de Física ayuda a su aplicación?	8.35
¿La aplicación me permite mejorar mi comprensión en clase?	9.1

**Nota.** Esta tabla corresponde a la evaluación de aporte en el rendimiento académico.

Los resultados de la evaluación de la aplicación Android indican una mejora en la comprensión de la clase, ya que se ha demostrado ser una herramienta útil para la resolución de ejercicios de Física. Además, la aplicación destaca por su capacidad para proporcionar apoyo en cuanto a contenidos y herramientas de cálculo, incluyendo las fórmulas necesarias.

Para evaluar la funcionalidad y efectividad de la aplicación, se han estimado diversos parámetros que se detallan en la Tabla 2. Evaluación de parámetros de aprendizaje de la aplicación Android.

**Tabla 2.**

*Evaluación de parámetros de aprendizaje de la aplicación Android*

Métrica	variable	valor
Indicador continuidad de la interacción humano- aplicación-#conexión y salidas de un nodo pagina	ICN	1
Indicador de grado de homogeneidad de los procesos de datos de entrada	IH	1
Tiempo de carga	IL	0.5
Longitud de ruta de acceso-niveles de acceso	IP	1
Indicador – información requerida por el usuario	IR	0.33
Indicador complejidad de la homogeneidad y la simetría de los componentes de salida	ICP	1

**Nota.** Esta tabla corresponde a la evaluación de funcionalidad y efectividad.

Se sustituyen los valores obtenidos previamente en la Ecuación 1 para calcular el nivel de calidad (IQ).

$$I_Q = \frac{0.12ICN + 0.11IH - 0.17IL - 0.13IP - 0.15IR + 0.09ICP + 0.45}{0.77} = 0.73 \quad (1)$$

Para verificar el nivel de calidad y su correspondencia se consultan los indicadores presentados en la Tabla 3 (Alshamsi et al., 2023). Con un valor de 0.73, el nivel de calidad se califica como “bueno”, lo que indica que la aplicación cumple con los criterios de M-Learning.

**Tabla 3.**  
*Niveles cualitativos para evaluación*

Nivel cualitativo	Valor mínimo	Valor máximo
Malo	0.00	0.20
Regular	0.20	0.40
Medio	0.40	0.60
Bueno	0.60	0.80
Excelente	0.80	1.00

## Discusión

En el modelo de M-Learning, el nivel de calidad se evalúa utilizando el índice IQ. Otros estudios han evaluado diversas aplicaciones enfocadas en el aprendizaje y el uso estudiantil. Por ejemplo:

- **Ar Academic:** Esta aplicación proporciona soluciones integrales para el aprendizaje en aulas de estudiantes y ha recibido una calificación de 0.57.
- **Morphology Plant:** Una aplicación para la identificación de plantas, que ha obtenido una calificación de 0.83.

Ambas aplicaciones cumplen con las características del modelo M-Learning.

Sin embargo, también se han evaluado otras aplicaciones de apoyo estudiantil, como:

- **Evernote:** Una aplicación de organización y toma de apuntes, que recibió una calificación de 0.48. Este resultado indica que no cumple con los parámetros de calidad del modelo M-Learning, ya que no está diseñada específicamente como una herramienta de aprendizaje (Duarte A, 2014).

Basado en el análisis de aplicaciones de aprendizaje, se diseñó una aplicación que es homogénea, rápida y segura, cumpliendo con los parámetros necesarios para lograr resultados positivos. Estos resultados incluyen un tiempo de carga reducido, una longitud de acceso minimizada y una cantidad mínima de información requerida por el usuario.

La evaluación de la aplicación arrojó un índice IQ de 0,73, lo que indica que cumple con las características del modelo M-Learning. Esto se debe a que su diseño y enfoque se ajustan a las condiciones establecidas para alcanzar un alto nivel de calidad.

## Conclusiones

La implementación de la aplicación Android, diseñada para mejorar el aprendizaje de la Física, ha demostrado ser beneficiosa, logrando un nivel de calidad de 0,73. Este resultado clasifica la aplicación como una herramienta de aprendizaje que cumple con los criterios del modelo M-Learning.

Los resultados reflejan una aprobación general tanto del uso de herramientas tecnológicas como del contenido didáctico incorporado en la aplicación. El enfoque, que incluyó la participación

activa de los estudiantes en la selección de temas y en la identificación de dificultades, proporciona una base sólida para futuros desarrollos en el ámbito educativo.

La plataforma MIT App Inventor ha demostrado ser una herramienta versátil y accesible, con potencial para ampliar y mejorar la enseñanza en diversas áreas técnicas. Esto sugiere posibilidades prometedoras para la educación mediante el uso de aplicaciones móviles.

## Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios futuros que exploren el uso de la plataforma MIT App Inventor para complementar y reforzar los contenidos en diversas materias técnicas. Al ser una plataforma gratuita, MIT App Inventor ofrece gran versatilidad para diseñar aplicaciones orientadas a diferentes objetivos educativos.

Para estudios posteriores se recomienda investigar dificultades en asignaturas técnicas para poder conocer a profundidad las dificultades cognitivas que presentan los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Para investigaciones posteriores, se sugiere examinar las dificultades en asignaturas técnicas con el fin de comprender mejor las barreras cognitivas que enfrentan los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

Se propone investigar y desarrollar aplicaciones que incorporen tecnologías emergentes, como la realidad virtual, y analizar su impacto en el rendimiento académico.

## Referencias

- Alshamsi, A. M., El-Kassabi, H., Serhani, M. A., & Bouhaddioui, C. (2023). A multi-criteria decision-making (MCDM) approach for data-driven distance learning recommendations. *Education and Information Technologies*, 28(8), 10421–10458. <https://doi.org/10.1007/S10639-023-11589-9>
- Boari, Y., Megavity, R., Pattiasina, P. J., Ramdani, H. T., & Munandar, H. (2023). The Analysis Of Effectiveness Of Mobile Learning Media Usage In Train Students' Critical Thinking Skills. *Mudir : Jurnal Manajemen Pendidikan*, 5(1), 172–177. <https://doi.org/10.55352/MUDIR.V5I1.44>
- Duarte A. (2014). *Modelo de evaluación para aplicaciones móviles de...*
- Eom, S. (2022). The effects of the use of mobile devices on the E-learning process and perceived learning outcomes in university online education. <Https://Doi.Org/10.1177/20427530221107775>, 20(1), 80–101. <https://doi.org/10.1177/20427530221107775>
- Gatbonton R, & Galang G. (2020). (PDF) Revisión sistemática de los efectos de las aplicaciones móviles de enseñanza en la mejora del rendimiento en física de los estudiantes. [https://www.researchgate.net/publication/339599295\\_Systematic\\_review\\_on\\_the\\_effects\\_of\\_mobile\\_teaching\\_applications\\_in\\_improving\\_students\\_physics\\_performance](https://www.researchgate.net/publication/339599295_Systematic_review_on_the_effects_of_mobile_teaching_applications_in_improving_students_physics_performance)
- Gatbonton Ryan, & Galang Geraldine. (2020). *Físicadebolsillo–AplicacionesenGooglePlay*. [https://play.google.com/store/apps/details/Pocket\\_Physics?id=Gecko.Droid.PhysicsHelper&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details/Pocket_Physics?id=Gecko.Droid.PhysicsHelper&hl=en_US)
- Hayke, Z. D.-A. исследования в современной, undefined. (2023). TECNOLOGÍA EDUCATIVA PEDAGÓGICA: ESENCIA, CARACTERÍSTICAS Y EFICIENCIA. *Econferences.Ru*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10006435>
- Hochberg, K., Becker, S., Louis, M., ... P. K.-... of S. E. and, & 2020, undefined. (2020). Using smartphones as experimental tools—a follow-up: cognitive effects by video analysis and reduction of cognitive load by multiple representations. *Springer*, 29(2), 303–317. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09816-w>
- Hwang, J., Technology, H. C.-I. J. of S. and, & 2016, undefined. (2016). Influence of smart devices on the cognition and interest of underprivileged students in smart education. *Ischolar.Sscldl.In*, 9(44). <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i44/105171>
- Lisana, L., & Suciadi, M. F. (2021). The Acceptance of Mobile Learning: A Case Study of 3D Simulation Android App for Learning Physics. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 15(17), 205–214. <https://doi.org/10.3991/IJIM.V15I17.23731>
- Mardiana, N., & Kuswanto, H. (2017). Android-assisted physics mobile learning to improve senior high school students' divergent thinking skills and physics HOTS. *AIP Conference Proceedings*, 1868. <https://doi.org/10.1063/1.4995181>
- Ma'ruf, M., Setiawan, A., de..., A. S.-... R. en línea, & 2020, undefined. (2020). Investigación de las dificultades de los estudiantes en conferencias de física básica y preparación para implementar la resolución de problemas de física asistida por Android multimedia interactivo en... *European-Science.Com*, 9(4), 820–827. <https://european-science.com/eojnss/article/view/6113>

Ulfa, A. M., Sugiyarto, K. H., & Ikhsan, J. (2017a). The effect of the use of android-based application in learning together to improve students' academic performance. *AIP Conference Proceedings*, 1847(1). <https://doi.org/10.1063/1.4983910/700429>

Ulfa, A. M., Sugiyarto, K. H., & Ikhsan, J. (2017b). The effect of the use of android-based application in learning together to improve students' academic performance. *AIP Conference Proceedings*, 1847(1). <https://doi.org/10.1063/1.4983910/700429>

Zhampeissova, K., Gura, A., Vanina, E., & Egorova, Z. (2020). *Academic performance and cognitive load in mobile learning*. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i21.18439>