

## **App Pyto: un caso de estudio en el aprendizaje de matemáticas discretas**

Fabricio Marcillo  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
[frmarcillo@pucesd.edu.ec](mailto:frmarcillo@pucesd.edu.ec)  
Instituto Superior Universitario Japón  
[fmarcillo@itsjapon.edu.ec](mailto:fmarcillo@itsjapon.edu.ec)  
Santo Domingo, Ecuador

Franklin Carrasco  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
[facarrasco@pucesd.edu.ec](mailto:facarrasco@pucesd.edu.ec)  
Santo Domingo, Ecuador

Willian Ocampo  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
[wjocampo@pucesd.edu.ec](mailto:wjocampo@pucesd.edu.ec)  
Santo Domingo, Ecuador

Rodolfo Córdova  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador  
[rscordovag@pucesd.edu.ec](mailto:rscordovag@pucesd.edu.ec)  
Santo Domingo, Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.56124/encriptar.v8i15.001>

### **Resumen**

Las aplicaciones móviles hoy en día presentan múltiples herramientas para el aprendizaje de diferentes campos en la educación, ya sea de tipo inicial, secundario, terciario o de postgrado. Estas han transformado múltiples aspectos como el acceso a información, aprendizaje personalizado, flexibilidad y gamificación. La propuesta en este estudio fue el uso de una aplicación móvil (app Pyto) y evaluar el nivel de destreza adquirido en estudiantes de tercer nivel de educación en Santo Domingo, Ecuador con el objetivo de determinar la usabilidad de la aplicación móvil para la enseñanza de matemáticas discretas. Los resultados obtenidos, demostraron que la usabilidad de la aplicación fue aceptable dentro de la población de estudio sin embargo el nivel de destreza adquirido por la población de estudio varía considerando múltiples factores. En conclusión, el uso de aplicaciones móviles con fines de ludificación de conocimiento permite la exploración de nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje y adaptación a nuevas generaciones de estudiantes.

**Palabras clave:** Matemática discreta, Pyto, aprendizaje, usabilidad, educación.

## ***App Pyto: a case study in learning discrete mathematics***

### **ABSTRACT**

Mobile applications today present multiple tools for learning in different fields of education, whether initial, secondary, tertiary or postgraduate. They have transformed multiple aspects such as access to information, personalized learning, flexibility and gamification. The proposal in this study was to use a mobile application (Pyto app) and evaluate the level of skills acquired in third level education students in Santo Domingo, Ecuador with the objective of determining the usability of the mobile application for the teaching of discrete mathematics. The results obtained showed that the usability of the application was acceptable within the study population; however, the level of skill acquired by the study population varied considering multiple factors. In conclusion, the use of mobile applications for knowledge gamification purposes allows the exploration of new teaching-learning methods and adaptation to new generations of students.

**Keywords:** Discrete mathematics, Pyto, learning, usability, education.

### **1. Introducción**

En la era digital actual, las aplicaciones móviles han emergido como herramientas poderosas que transforman diversos aspectos de la vida cotidiana, incluida la educación. Con la proliferación de dispositivos móviles y el acceso a internet en constante expansión, las aplicaciones educativas ofrecen una oportunidad sin precedentes para mejorar la enseñanza y el aprendizaje (Fujita, 2020).

Estas herramientas permiten a los estudiantes acceder a una amplia gama de recursos educativos en cualquier momento y lugar, facilitando un aprendizaje más flexible y personalizado (Jain et al., 2023a). Desde plataformas de cursos en línea hasta aplicaciones de aprendizaje de idiomas y herramientas de gestión del tiempo, las aplicaciones móviles están revolucionando la manera en que los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades (Sloep & Berlanga, 2011).

El desarrollo de aplicaciones móviles educativas implica un proceso detallado que busca no solo la innovación tecnológica sino también la efectividad pedagógica. Uno de los primeros pasos cruciales es la identificación de las necesidades educativas y la definición de objetivos claros (Land & Zimmerman, 2015).

Esto incluye entender qué competencias y conocimientos deben adquirir los estudiantes y cómo las aplicaciones pueden facilitar este aprendizaje. Los desarrolladores deben colaborar estrechamente con educadores y expertos en contenido para asegurarse de que las aplicaciones no solo sean técnicamente robustas, sino también pedagógicamente sólidas (Wang et al., 2023).

En el contexto educativo actual, caracterizado por la diversidad de necesidades y estilos de aprendizaje, el uso de aplicaciones móviles se ha convertido en una necesidad imperante. Estas herramientas ofrecen una solución flexible y accesible para abordar los desafíos de personalización y diferenciación en la enseñanza. Las aplicaciones móviles pueden adaptarse a las habilidades individuales de los estudiantes, proporcionando contenido interactivo y multimedia que puede hacer que el aprendizaje sea más atractivo y efectivo (Seidel et al., 2022).

Además, en un mundo donde el aprendizaje continuo y autodirigido es cada vez más importante, las aplicaciones móviles permiten a los estudiantes acceder a materiales educativos y recursos de aprendizaje en cualquier momento y lugar, fomentando así una cultura de aprendizaje permanente (Shurmel et al., n.d.).

La capacidad de integrar evaluaciones instantáneas y retroalimentación personalizada también permite a los educadores monitorear el progreso de los estudiantes y ajustar sus estrategias de enseñanza en tiempo real, mejorando significativamente los resultados educativos (Chan & Fung, 2020).

Las matemáticas discretas son una rama fundamental de las matemáticas que se enfoca en el estudio de estructuras no continuas, formadas por elementos contables y separados (Quintana Álvarez et al., 2021a). Estas incluyen áreas como la teoría de grafos, combinatoria, teoría de números, lógica matemática, y teoría de autómatas y lenguajes formales (Molina et al., 2022).

Estas disciplinas son esenciales para el desarrollo de algoritmos, la optimización de procesos y el análisis de estructuras de datos, todos ellos componentes críticos en el campo de la informática. En la formación de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información, las matemáticas discretas proporcionan los fundamentos teóricos y prácticos necesarios para comprender y diseñar sistemas eficientes y efectivos (Sandefur et al., 2022a).

En tal sentido, App Pyto, una aplicación de Python diseñada específicamente para dispositivos iOS como iPhone y iPad, juega un papel crucial. Esta herramienta permite a los usuarios ejecutar scripts de Python directamente en sus dispositivos móviles, proporcionando una plataforma conveniente y portátil para la programación. Pyto ofrece una interfaz amigable que facilita la escritura y ejecución de código, haciendo que la experiencia de programar en un dispositivo móvil sea más accesible y eficiente (Mendoza et al., 2016a).

Además, incluye soporte para numerosas bibliotecas populares de Python, como NumPy, Pandas y Matplotlib, lo que la convierte en una opción robusta para desarrolladores y estudiantes por igual (Mendoza et al., 2016b).

Una de las características destacadas de Pyto es su capacidad para interactuar con el hardware del dispositivo, permitiendo a los usuarios aprovechar funcionalidades como la cámara y los sensores (Tudić et al., 2022a).

Esto abre un abanico de posibilidades para desarrollar aplicaciones que utilicen las capacidades integradas del iPhone o iPad. Pyto también proporciona un entorno de desarrollo relativamente completo, permitiendo a los programadores escribir, depurar y ejecutar sus scripts sin necesidad de una computadora de escritorio (Tudić et al., 2022b).

El uso de la app Pyto está centrado en el humano, con un enfoque para el desarrollo de scripts interactivos que tiene como objetivo hacer que los conjuntos de ejercicios sean utilizables y útiles, centrándose en los usuarios, sus necesidades, y requisitos, aplicando factores humanos, ergonomía, conocimientos y técnicas de usabilidad (Jain et al., 2023b).

El objetivo de este artículo fue el uso de una App móvil en sistema operativo iOS para determinar el nivel de destreza adquirido por estudiantes, considerando su usabilidad como método alternativo de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de tercer nivel de educación en Ecuador en el aspecto de las matemáticas discretas.

## **2. Metodología (Materiales y métodos)**

### **2.1. Población de estudio**

Para este estudio, la aplicación móvil Pyto fue evaluada en el sistema operativo iOS. La población de estudio estuvo conformada por 25 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Santo Domingo. En este artículo, se consideraron a los estudiantes que se encontraban en formación de la unidad de aprendizaje Estructuras Discretas II, previo al uso de la aplicación móvil.

### **2.2. App Pyto en este estudio**

La colección de ejercicios que se resolvieron pertenece al capítulo 6, "Métodos de Conteo y Principio del Palomar", del libro titulado "Matemática Discreta" (sexta edición) del autor Richard Johnson Baugh. A este respecto, una vez que el profesor presenta el listado de ejercicios a los estudiantes, estos se desarrollan a lo largo de 5 semanas, dedicando 6 horas de trabajo cada semana, distribuidas en 3 días diferentes (lunes, miércoles y sábado), sumando un total de 30 horas de trabajo. Cada semana se divide en tres etapas clave:

Etapa 1: Cada estudiante dispone de aproximadamente 120 minutos para resolver individualmente el conjunto de ejercicios y obtener las respuestas que consideren adecuadas. Durante este tiempo, el profesor monitoriza el progreso de la actividad.

Etapa 2: Con el fin de generar retroalimentación, se forman grupos de trabajo. Cada grupo de estudiantes dispone de aproximadamente 120 minutos para comparar las respuestas obtenidas en la etapa inicial. La asistencia del profesor es esencial para aclarar cualquier incertidumbre que pueda surgir al comparar resultados diferentes en esta etapa.

Etapa 3: Una vez revisado y calificado el grupo de ejercicios por el profesor, se procede a la autorización del uso del dispositivo móvil y la ejecución de la app Pyto. El objetivo es generar el código fuente necesario en Python 3 para validar las respuestas de los estudiantes bajo la supervisión del profesor. Esta actividad se extiende a 120 minutos.

En el diseño experimental, se dividió a los estudiantes por grupos, estos grupos se consideraron con varianza desigual, por factores de logística, donde se desarrollaron actividades por semana (toda la población de estudio se declaró en no haber usado la app anteriormente y estos pertenecen a un mismo nivel de instrucción de educación). La variable de estudio fue el nivel de destreza adquirido y se utilizó estadística no paramétrica para el análisis de resultados.

### 3. Resultados (análisis e interpretación de los resultados)

De acuerdo con los resultados obtenidos, veinticinco estudiantes usaron Pyto, de los cuales el 96,00 % son hombres y el 4,00 % son mujeres, estos datos hacen referencia al número de estudiantes matriculados desde el año 2024 hasta la fecha como se muestra en la Figura 1.

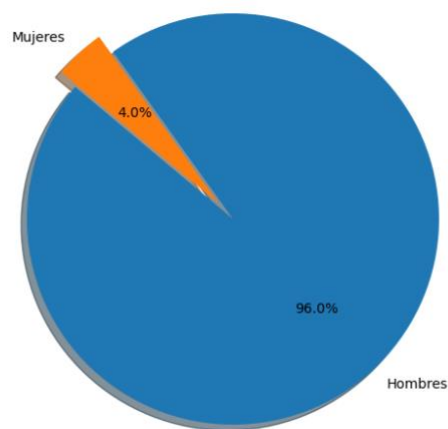


Figura 1. Diagrama de la distribución de la población estudiada.

Los resultados obtenidos a lo largo de cinco semanas se presentan en el Cuadro 1. En la primera semana, los estudiantes realizaron 72 ejercicios sobre los principios básicos de los métodos de conteo y 83 ejercicios de permutaciones y combinaciones, logrando una media de éxito del 82%. Durante la segunda semana, se desarrollaron 53 ejercicios de introducción a la probabilidad discreta, obteniendo una media del 86%. En la tercera semana, se realizaron 52 ejercicios sobre la teoría de la probabilidad discreta, con una media del 80%.

La cuarta semana incluyó 51 ejercicios sobre permutaciones y combinaciones generalizadas, resultando en una media del 82%. Finalmente, en la quinta semana, los estudiantes completaron 31 ejercicios del principio del palomar, alcanzando una media del 90%. Los detalles de las destrezas alcanzadas por los diferentes grupos a lo largo de estas semanas se resumen en el Cuadro 1, donde se registró el nivel de destreza de cada grupo de estudio.

Cuadro 1. Destrezas alcanzadas en los estudiantes.

Grupo	Semanas				
	1	2	3	4	5
1	77%	91%	78%	71%	100%
2	74%	79%	72%	99%	82%
3	83%	86%	95%	88%	97%
4	92%	76%	81%	70%	75%
5	84%	98%	73%	80%	96%
<b>Media</b>	<b>82%</b>	<b>86%</b>	<b>80%</b>	<b>82%</b>	<b>90%</b>



En base a los resultados, se obtuvo que la distribución de los datos no es normal, por lo que se aplicó estadística no paramétrica. La prueba de Kruskal-Wallis, determinó un p-valor de 0.2970, por lo que, se consideró que la variable nivel de destreza adquirido, no es diferente entre el grupo de estudiantes considerando el promedio de la variable como se observa en la Figura 2.

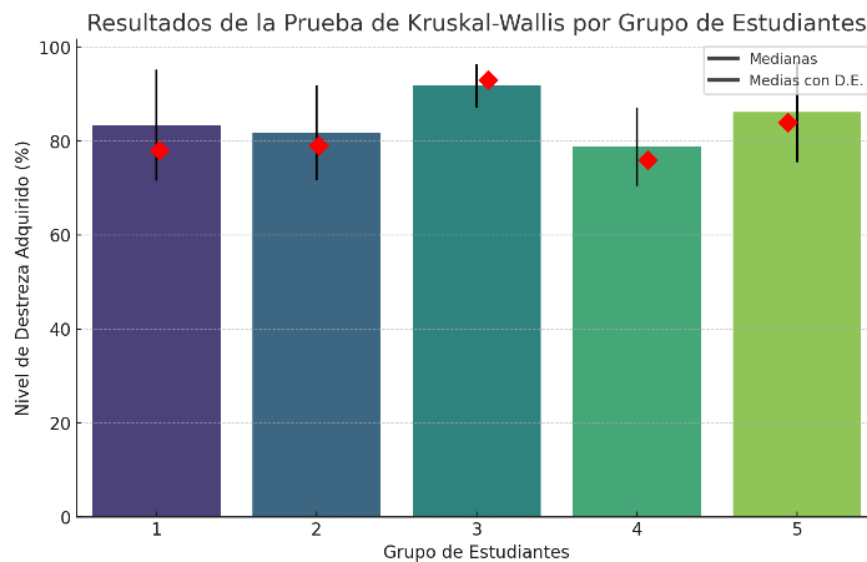


Figura 2. Gráfico de barras considerando los grupos de estudiantes y su nivel de destreza adquirido.

El gráfico de los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis muestra que, aunque existen variaciones en el nivel de destreza adquirido (%) entre los diferentes grupos de estudiantes, estas diferencias no son estadísticamente significativas. Esto sugiere que los cinco grupos de estudiantes evaluados presentan un rendimiento similar en términos de destrezas adquiridas, independientemente de las posibles diferencias en los métodos de enseñanza o recursos utilizados (Quintana Álvarez et al., 2021b).

Este hallazgo es relevante en el contexto educativo, ya que subraya la importancia de evaluar continuamente la efectividad de diferentes enfoques pedagógicos y herramientas educativas, como las aplicaciones móviles, para asegurar que todos los estudiantes tengan oportunidades equivalentes de aprendizaje (Sharma et al., 2021).

Las aplicaciones móviles en la educación tienen el potencial de ofrecer un aprendizaje personalizado y accesible, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes. Sin embargo, el resultado de la prueba de Kruskal-Wallis indica que, en esta muestra específica, no hubo una ventaja significativa en el uso de aplicaciones móviles en comparación con otros métodos (Sandefur et al., 2022b).

Esto podría deberse a varios factores, como la calidad y el contenido de las aplicaciones, la manera en que se integran en el currículo, o incluso la familiaridad y comodidad de los estudiantes con la tecnología. Por lo tanto, es crucial que las aplicaciones educativas no solo sean innovadoras, sino también estén alineadas con los objetivos educativos y se implementen de manera efectiva (Avalos Carbonell, 2021).

#### **4. Conclusiones**

En conclusión, aunque las aplicaciones móviles pueden ser una herramienta poderosa en el ámbito educativo, los resultados de este estudio sugieren que su impacto debe ser evaluado cuidadosamente. Los educadores y desarrolladores de aplicaciones deben trabajar juntos para crear soluciones que no solo sean tecnológicamente avanzadas, sino también pedagógicamente sólidas.

Además, se debe considerar la formación y el apoyo tanto para estudiantes como para profesores en el uso de estas tecnologías. Al garantizar que las aplicaciones móviles se utilicen de manera efectiva, se puede maximizar su potencial para mejorar el aprendizaje y asegurar que todos los estudiantes se beneficien por igual.

Los desarrolladores de aplicaciones y los educadores deben colaborar estrechamente para crear y utilizar herramientas educativas que no solo sean innovadoras, sino también impactantes en términos de resultados de aprendizaje. Con un uso adecuado y reflexivo, las aplicaciones móviles pueden ser una poderosa adición al arsenal educativo, proporcionando beneficios significativos para todos los estudiantes.

## 5. Referencias

- Avalos Carbonell, J. A. (2021). Uso del algoritmo de colonia de hormigas para optimizar rutas de entrega o transporte mediante Python. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17708>
- Chan, H. C. B., & Fung, T. T. (2020). Enhancing student learning through mobile learning groups. *Proceedings of 2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering, TALE 2020*, 99–105. <https://doi.org/10.1109/TALE48869.2020.9368416>
- Fujita, N. (2020). Transforming online teaching and learning: towards learning design informed by information science and learning sciences. *Information and Learning Science*, 121(7–8), 503–511. <https://doi.org/10.1108/ILS-04-2020-0124>

- Jain, R., Joseph, T., Saxena, A., Gupta, D., Khanna, A., Sagar, K., & Ahlawat, A. K. (2023a). Feature selection algorithm for usability engineering: a nature inspired approach. *Complex and Intelligent Systems*, 9(4), 3487–3497. <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00384-z>
- Jain, R., Joseph, T., Saxena, A., Gupta, D., Khanna, A., Sagar, K., & Ahlawat, A. K. (2023b). Feature selection algorithm for usability engineering: a nature inspired approach. *Complex and Intelligent Systems*, 9(4), 3487–3497. <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00384-z>
- Land, S. M., & Zimmerman, H. T. (2015). Socio-technical dimensions of an outdoor mobile learning environment: a three-phase design-based research investigation. *Educational Technology Research and Development*, 63(2), 229–255. <https://doi.org/10.1007/S11423-015-9369-6>
- Mendoza, E. A. S., Conceicao, A. F. Da, Aliaga, A. H. M., & Vieira, D. (2016a). Pytos: A Framework for Mobile Computation Offloading in Python. *Proceedings - 11th International Conference on Signal-Image Technology and Internet-Based Systems, SITIS 2015*, 262–269. <https://doi.org/10.1109/SITIS.2015.117>
- Mendoza, E. A. S., Conceicao, A. F. Da, Aliaga, A. H. M., & Vieira, D. (2016b). Pytos: A Framework for Mobile Computation Offloading in Python. *Proceedings - 11th International Conference on Signal-Image Technology and Internet-Based Systems, SITIS 2015*, 262–269. <https://doi.org/10.1109/SITIS.2015.117>
- Molina, O. E., Fuentes-Cancell, D. R., & García-Hernández, A. (2022). Evaluating usability in educational technology: A systematic review from the teaching of mathematics. *Lumat*, 10(1), 65–88. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.10.1.1686>

- Quintana Álvarez, J. H., Díaz Bravo, T., & Rosete Suarez, A. (2021a). Procedimientos didácticos para aplicar conjuntos de resultados en el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios TT - Didactics procedures to apply sets of outcomes in the development of the skill to solve combinatorial problems. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(2), 158–182.
- Quintana Álvarez, J. H., Díaz Bravo, T., & Rosete Suarez, A. (2021b). Procedimientos didácticos para aplicar conjuntos de resultados en el desarrollo de la habilidad resolver problemas combinatorios TT - Didactics procedures to apply sets of outcomes in the development of the skill to solve combinatorial problems. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(2), 158–182. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2227-18992021000200158&lang=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992021000200158&lang=pt)
- Sandefur, J., Lockwood, E., Hart, E., & Greefrath, G. (2022a). Teaching and learning discrete mathematics. *ZDM - Mathematics Education*, 54(4), 753–775. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01399-7>
- Sandefur, J., Lockwood, E., Hart, E., & Greefrath, G. (2022b). Teaching and learning discrete mathematics. *ZDM - Mathematics Education*, 54(4), 753–775. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01399-7>
- Seidel, N., Karolyi, H., Burchart, M., & de Witt, C. (2022). Approaching Adaptive Support for Self-regulated Learning. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 349 LNNS, 409–424. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-90677-1\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-030-90677-1_39)
- Sharma, D. K., Singh, B., Raja, M., Regin, R., & Rajest, S. S. (2021). An Efficient Python Approach for Simulation of Poisson Distribution. *2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems*, ICACCS 2021, 2011–2014.

- <https://doi.org/10.1109/ICACCS51430.2021.9441895>
- Shurmel, K., Sharapov, A., Samokval, E., & Tsishchanka, V. (n.d.). Intelligent Tutoring System for Discrete Mathematics. 221–228.
- Sloep, P., & Berlanga, A. (2011). Learning networks, networked learning. *Comunicar*, 19(37), 55–63. <https://doi.org/10.3916/C37-2011-02-05>
- Tudić, V., Kralj, D., Hoster, J., & Tropčić, T. (2022a). Design and Implementation of a Ball-Plate Control System and Python Script for Educational Purposes in STEM Technologies. *Sensors*, 22(5). <https://doi.org/10.3390/s22051875>
- Tudić, V., Kralj, D., Hoster, J., & Tropčić, T. (2022b). Design and Implementation of a Ball-Plate Control System and Python Script for Educational Purposes in STEM Technologies. *Sensors*, 22(5). <https://doi.org/10.3390/s22051875>
- Wang, S., Christensen, C., Cui, W., Tong, R., Yarnall, L., Shear, L., & Feng, M. (2023). When adaptive learning is effective learning: comparison of an adaptive learning system to teacher-led instruction. *Interactive Learning Environments*, 31(2), 793–803. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1808794>