

Ciencia de Datos para la visualización y comprensión de conceptos matemáticos en programas académicos de administración pública

Data Science for the visualization and understanding of mathematical concepts in public administration programs

<http://doi.org/10.17981/cultedusoc.16.2.2025.6408>

Recibido: 24-04-2025; Aceptado: 08-09-2025; Publicado: 19-09-2025

Jonathan Cervantes-Barraza 

Escuela Superior de Administración Pública
(ESAP). Barranquilla (Colombia)
jonathan.cervantes@esap.edu.co 

Laurenth Hernández-Martínez 

Universidad del Atlántico. Barranquilla
(Colombia)

ldanielahernandez@mail.uniatlantico.edu.co

Wendy De León-Zamora 

Escuela Superior de Administración Pública
(ESAP). Barranquilla (Colombia)
wendy.deleon@esap.edu.co

Para citar este artículo:

Cervantes-Barraza; De León-Zamora & Hernández-Martínez (2025). Ciencia de Datos para la visualización y comprensión de conceptos matemáticos en programas académicos de administración pública. *Cultura Educación y Sociedad*, 16(2), e6408. DOI: <https://doi.org/10.17981/cultedusoc.16.2.2025.6408>

Resumen

Introducción: En investigación educativa la Ciencia de Datos representa una estrategia didáctica en los procesos formativos que facilita la toma de decisiones en los programas de administración pública. **Objetivo:** Analizar, desde la ejecución de proyectos de aprendizaje, el proceso de comprensión de conceptos matemáticos (función y derivada), mediado por la Ciencia de Datos, como base para la toma de decisiones informadas por parte de los estudiantes en programas académicos de administración pública. **Metodología:** Estudio cualitativo, se analizaron diez proyectos educativos diseñados por cuarenta estudiantes de los cursos de matemática y estadística en un programa de Administración Pública de una universidad oficial colombiana. El procesamiento de los datos se fundamentó en el análisis de contenido, tomando con unidades de análisis las gráficas generadas con base en los códigos en el programa Python y visualizados en la plataforma Jupyter. **Resultados:** Los estudiantes evidenciaron comprensión significativa de los conceptos de Función y Derivada en contextos reales mediante la ejecución de códigos, análisis de datos, y producción de gráficas. Los ejes temáticos relevantes en los proyectos desarrollados con datos reales refirieron aspectos como: eficiencia económica y tasas de cambio monetarias, mediante la identificación de máximos y mínimos, y representaciones de las funciones. Las gráficas permitieron la toma de decisiones prácticas en contextos reales. **Conclusiones:** se concluye que la articulación entre la matemática, la computación y el uso de datos reales transforma el aprendizaje de las matemáticas en la educación superior, al favorecer procesos de inferencia, modelación y toma de decisiones fundamentadas.

Palabras clave: Conceptos matemáticos; estadística; ciencia de datos; mediación didáctica.

Abstract

Introduction: In educational research, Data Science represents a didactic strategy in training processes that facilitates decision-making in public administration programs. **Objective:** To analyze, through the execution of learning projects, the process of understanding mathematical concepts (function and derivative), mediated by Data Science, as a basis for informed decision-making by students in higher education public administration academic programs, by fostering processes of inference, modeling, and well-founded decision-making. **Methodology:** This qualitative study analyzed ten educational projects designed by forty students enrolled in mathematics and statistics courses within a Public Administration program at a Colombian public university. Data processing was based on content analysis, using graphs generated from Python code and visualized on the Jupyter platform as units of analysis. **Results:** The students demonstrated a significant understanding of the concepts of Function and Derivative in real-world contexts through code execution, data analysis, and graph creation. The relevant themes in the projects developed with real data addressed aspects such as economic efficiency and currency exchange rates, through the identification of maxima and minima, and the representation of functions. The graphs facilitated practical decision-making in real-world scenarios. **Conclusions:** It is concluded that the articulation between mathematics, computing and the use of real data transforms the learning of mathematics in higher education, by favoring processes of inference, modeling and informed decision-making.

Keywords: Mathematical concepts; statistics; data science; didactic mediation.



INTRODUCCIÓN

En el marco de la Educación Matemática, se reconoce que la enseñanza de la matemática universitaria prevalece el enfoque tradicionalista y fundamentado en procesos repetitivos con poca comprensión por parte de los estudiantes de los conceptos matemáticos (Cervantes-Barraza et al., 2025). El estudio busca promover la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos matemáticos, función y derivada dentro del contexto de la toma de decisiones informadas y efectivas en la administración pública, mediante su visualización gráfica en Python y el análisis de datos.

La Ciencia de Datos combina tres disciplinas: la programación, las matemáticas y la estadística en un área de aplicación (VanderPlas, 2016). En este caso específico, el área de aplicación implica datos relacionados con la administración pública, dado que, se requiere que los futuros administradores ganen habilidades actuales como el análisis de datos, visualización e interpretación de datos. Autores como, VanderPlas (2018), señala que combinar diferentes técnicas estadísticas para sintetizar y modelar grandes volúmenes de datos, así como desarrollar el pensamiento lógico matemático para diseñar e implementar algoritmos ayudan eficientemente a la organización, visualización e interpretación de dichos datos (Zheng, 2017).

En el área específica del conocimiento de la administración pública, autores como Osorio-Sanabria & Amaya-Fernández (2021) estudiaron cómo las políticas de datos abiertos de Colombia han beneficiado la transparencia y eficiencia dentro de la Administración Pública. Entre los resultados más relevantes, resalta la importancia de crear valor público, social y económico a través de la Ciencia de Datos en el contexto de la administración pública (Soe y Drechsler, 2018). En las últimas dos décadas, emerge un lenguaje de programación y de acceso libre llamado Python, que permite realizar tareas como el procesamiento, análisis y visualización de datos (VanderPlas, 2018; Sundnes, 2020). Debido a su fácil sintaxis e integración con entornos interactivos como Jupyter y Google Colab, se considera una de las herramientas más utilizadas en este campo.

Alvarado et al. (2025), sostienen que la enseñanza de la estadística como pilar básico en la ciencia de datos permite interpretar de los datos y apoya la toma de decisiones basadas en ellos, convirtiéndose en un eje central en las diferentes áreas del conocimiento del ámbito universitario. No obstante, en el campo profesional como en la formación de ciudadanos con pensamiento crítico ante la información, los cursos de estadística en la educación superior no han incorporado de manera sistemática metodologías activas que favorezcan el desarrollo de habilidades propias.

Desde un enfoque integral, las matemáticas en la Educación STEAM desempeñan un papel fundamental en el proceso interdisciplinario, fomentando experiencias de aprendizaje integrales y significativas. En efecto, las matemáticas sirven como un lenguaje común que une estas disciplinas, brindando herramientas para analizar, modelar y resolver problemas en diversos campos (Rotger, 2024). Por lo que diversas investigaciones respaldan la incorporación de la tecnología con las matemáticas, en este sentido Cervantes-Barraza et al. (2025), abordaron el estudio de conceptos matemáticos propios del cálculo diferencial desde un enfoque gráfico-visual basados en el lenguaje de programación Python, lo que potenció la construcción de argumentos deductivos y

promovió la comprensión conceptual del concepto en el estudio, su ecuación general, su representación gráfica y su interpretación geométrica.

Con base en los autores mencionados, se reconoce la necesidad de construir en la formación en Ciencia de Datos de los estudiantes de administración pública mediante el curso Matemáticas- estadística y se propone implementar la estrategia Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la cual consiste en la modelación de un fenómeno de orden social, económico o físico con la guía del docente, producto de la necesidad de solucionar una problemática real y el estudiante se involucra desde su identificación hasta la resolución del problema planteado (Mora León et al., 2019).

Como parte de los cursos de matemáticas y estadística que reciben estudiantes de Administración Pública, deben desarrollar un proyecto final, cuyo tema central abordó una problemática contextualizada dentro de la administración pública. Para el desarrollo del proyecto, los estudiantes usan bases de datos generadas en sus propios entornos laborales o recolectar los datos de los distintos portales colombianos de datos abiertos. Lo anterior, se fundamenta en los hallazgos de Salvador y Ramió (2020), quienes analizaron la relevancia de las capacidades de analizar datos como condiciones previas para la implementación de la inteligencia artificial (IA) en la administración pública. Así, se destacan la gestión y el análisis de datos como elementos fundamentales para la modernización de la administración pública.

Por su parte, investigadores pioneros en la transformación digital indican que, en América Latina, específicamente en la administración pública colombiana, es necesario diseñar e implementar políticas públicas que respalden la transición hacia un gobierno digital eficiente (Llanes-Font y Salvador-Hernández, 2020). Por lo tanto, se propone que a partir del desarrollo de proyectos se aborden 4 unidades temáticas: 1) Funciones 2) Derivadas 3) Aplicaciones en la administración pública y 4) Programación en Python.

Al combinar las matemáticas con la computación, se busca desarrollar habilidades para crear códigos en el lenguaje de programación Python que permitan modelar situaciones problemas y con esto tomar decisiones (Horton y Hardin, 2021). Asimismo, Según los resultados de la investigación de Mendoza-Lozano (2021), un análisis bibliométrico sobre la base teórica para el desarrollo de programas académicos en Ciencia de Datos revela que la evolución del campo y el interés en la formación de administradores públicos capacitados es muy escasa o prácticamente nula.

Por consiguiente, el objetivo de la investigación consiste en contribuir una propuesta didáctica para la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos matemáticos, función y derivada dentro del contexto de decisiones informadas y efectivas en la administración pública, mediante su visualización gráfica en Python y el análisis de datos. El desarrollo de este curso implica la identificación de las problemáticas existentes desde una perspectiva didáctico-pedagógico, dado que autores como Horton y Hardin (2021) y Zheng (2017) señalan que los estudiantes no han recibido suficiente acompañamiento para el desarrollo de las habilidades computacionales y mucho menos con las habilidades propia de la Ciencia de Datos.

La propuesta didáctica centra su atención en el aprendizaje práctico de los estudiantes que pretende servirles de ayuda, al encontrarle sentido a conceptos matemáticos abstractos y a que adquieran confianza para desenvolverse laboralmente. La idea es

“aprender haciendo” a través de proyectos, en el que los estudiantes puedan tomar decisiones con evidencias y resuelvan situaciones problemas (Zheng, 2017, p.774).

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Metodología educativa: Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

El aprendizaje situado en contextos reales que implica la construcción y desarrollo de proyectos de índole educativos, científicos o artísticos implican al constructo teórico del ABP, este centra su atención en la participación de los educandos durante la construcción del conocimiento. Son ellos, quienes, mediante diversas estrategias, asumen el control de su propio aprendizaje sin que el docente tenga que exponer todo el contenido académico o imponer formas de enseñanza. De esta manera, los estudiantes logran convertirse en protagonistas conscientes de su propio aprendizaje, haciendo uso de su autonomía para adoptar posturas y tomar decisiones (Mora León et al., 2019). Como complemento a esta metodología, se implementará el principio de *aprender haciendo*, el cual según Zheng (2017), aporta confianza durante el aprendizaje del estudiante, debido a que la ejecución de acciones en las distintas tareas o actividades que pretende formarlos para la toma de decisiones eficientes y la resolución de problemas.

En este sentido, el estudio pretende que los estudiantes practiquen la toma de decisiones en la resolución de problemas práctico y propio de su contexto laboral en el marco de la administración pública. En la Figura 1 se muestra el proceso del ABP, donde visualiza que el rol del docente es guiar el proceso de enseñanza-aprendizaje y el estudiante realiza acciones, como determinar sus necesidades, seleccionar los medios adecuados, tratar la información obtenida para la resolución un problema práctico.

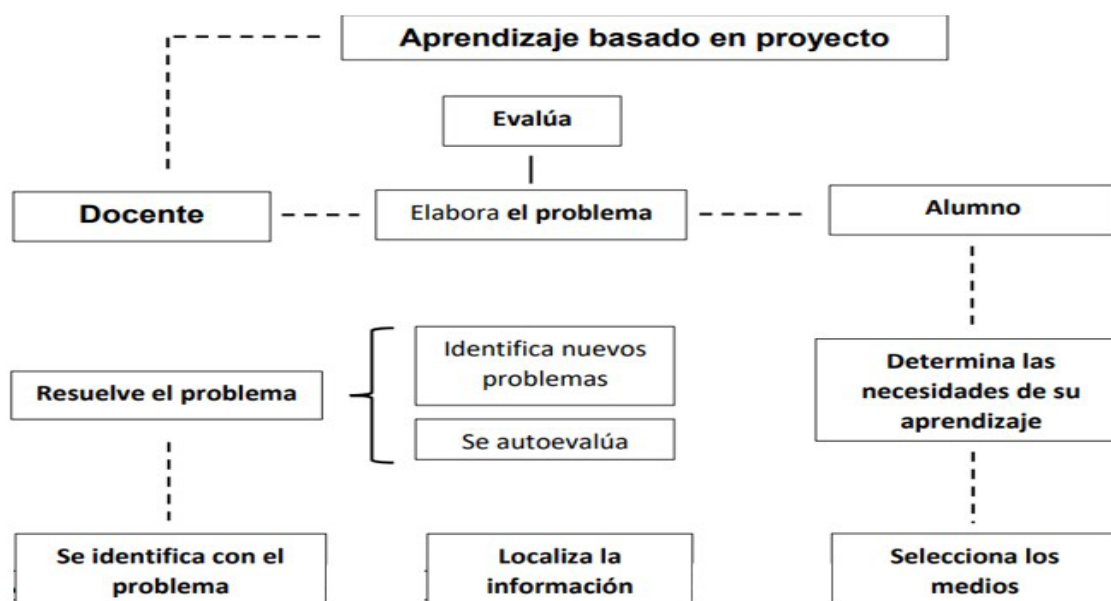


Figura 1. Esquema del proceso del Aprendizaje basado en proyectos (Mora León, Salazar Carranza y Palíz Sánchez, 2019, p.24)

Para el desarrollo de las sesiones del curso, se propone implementar Python usando el lector de códigos Visual Studio Code y/o los cuadernos de Jupyter Notebook o Google

Colab, los cuales son una forma de cuadernos interactivos que combinan código y texto, como se observa en la [Figura 2](#). Los cuadernos se ven a través de un navegador y se parecen bastante a una página web simple, pero con la importante diferencia de que los segmentos de código son códigos Python “vivo” que se puede ejecutar, cambiar y volver a ejecutar mientras se lee el documento” ([Sundnes, 2020](#), p. 3).

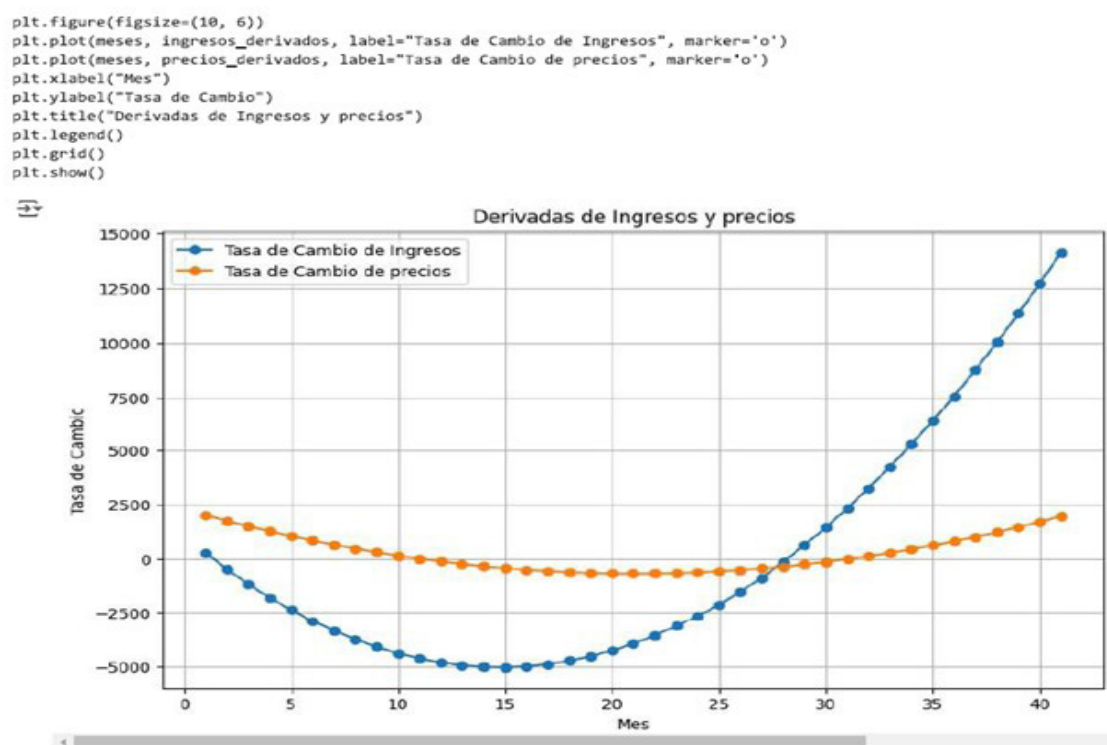


Figura 2. Cuadernos interactivos que combinan código, texto y gráficos, ejemplo en Google Colab. Fuente: elaboración propia de los autores.

En línea con la propuesta de [Gavrilović \(2023\)](#), quien expone un enfoque investigativo y activo en la enseñanza de las matemáticas, se fundamentan en la analítica de datos, específicamente la enseñanza de las funciones lineales y la visualización. Los datos son recolectados, procesados y analizados por los estudiantes, permitiendo que ellos mismos descubran patrones y creen modelos matemáticos que describan fenómenos reales.

Comprensión de dos conceptos matemáticos: función y derivada

En el proceso de enseñanza de la matemática universitaria autores como [Cervantes-Barraza et al. \(2025\)](#) y [Rodríguez-Nieto et al. \(2023b\)](#), sostienen que el enfoque tradicionalista se caracteriza en procesos repetitivos y el desarrollo de actividades con poca comprensión sobre los conceptos matemáticos que prevalecen en el quehacer estudiantil, en particular, en cursos de cálculo diferencial, integral multivariado y ecuaciones diferenciales. Para abordar el estudio del cálculo diferencial, se recomienda abordar los conocimientos previos que refieren a los conceptos sobre objetos y operaciones que conectan el cálculo diferencial con el integral, tales conceptos son de carácter consecutivos y se requiere que los estudiantes tengan una apropiación adecuada conceptualmente y operacional ([Balacheff, 1999](#)). Dichos conceptos son: funciones, límites de funciones,

continuidad de funciones, cálculo de derivadas de funciones, cálculo de integrales indefinidas y definidas.

En el marco del desarrollo de cursos de cálculo diferencial, los planes curriculares proponen centrar la atención en la enseñanza de un concepto fundamental que será herramienta para entender otros conceptos avanzados del cálculo, dicho concepto matemático es “Función”. Abordar este concepto, permite a los estudiantes identificar la relación entre dos conjuntos numéricos, los cuales pueden traducirse como dos variables en el contexto de la experimentación y los elementos corresponden con datos numéricos que guardan una relación. Formalmente, una función puede definirse como “una regla que asigna a cada elemento x de un conjunto D exactamente un elemento, llamado $f(x)$, de un conjunto de llegada E ” (Stewart, 2012, p.10). Lo anterior garantiza que a cada valor de x le corresponde un único valor $f(x)$.

Las funciones, permiten el estudio de situaciones límite en la construcción de nociones donde la función de estudio no existe, pero si existe una aproximación en ambas direcciones hacia ese punto que permite converger en un valor numérico. Por lo anterior, es esencial el concepto de límite para analizar el comportamiento de una función cuando sus valores de entrada se acercan a un valor específico, aunque no esté definida en dicho valor. Stewart (2012) afirma que “el límite de $f(x)$, cuando x tiende a a , es igual a L ”, si podemos hacer que los valores de $f(x)$ se acerquen a L tanto como lo queramos, seleccionando valores para x lo bastante cerca de a , tanto por derecha como por izquierda, pero sin ser nunca iguales a a (p.87).

El análisis de las características de las funciones abre una oportunidad para determinar si estas presentan interrupciones o discontinuidad, por lo que se requiere el estudio de la continuidad y sus condiciones. Siguiendo la ruta de conceptos matemáticos propios del cálculo diferencial, la continuidad de una función se relaciona con la derivación y la integración. Este concepto permite determinar el comportamiento de $f(x)$ en un intervalo definido. Según Stewart (2012), $f(x)$ es considerada continua dentro de un intervalo cuando presenta continuidad en todos los números pertenecientes a dicho intervalo, teniendo en cuenta que si $f(x)$ es continua solamente en uno de los extremos del intervalo, se entiende que existe una continuidad por la derecha o por la izquierda, según sea el caso. De manera formal, “una función f es continua en un número $x = a$ si $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$ ” (Stewart, 2012, p.118), lo cual asegura que no haya indeterminación.

La derivada de una función bajo la noción geométrica se define como la pendiente de la recta tangente a la representación gráfica de la función en el punto, donde el dominio está constituido por todos los valores de x cuya derivada existe y puede ser más reducido que el dominio de la función inicial. La expresión que define la derivada $f'(x)$ para cualquier x donde el límite exista es:

$$f'(x) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h} \quad (1)$$

En términos cualitativos, la derivada de una función permite analizar su variación con relación a los valores que puede tomar x (Stewart, 2012, p.154).

Investigadores se han interesado en explorar sobre la comprensión de estos conceptos matemáticos, Gavilán-Izquierdo, García & Martín-Molina (2021), Darmadi, Nartini &

Soleh (2023), y Cervantes-Barraza et al. (2025) en sus estudios destacan la importancia de la tecnología digital en la enseñanza de conceptos matemáticos muy abstractos y concluyen que trabajar con diversas representaciones del concepto, les ayuda a una comprensión más profunda debido a la conexión que se logra establecer entre las representaciones gráficas y las analíticas.

Aplicaciones de la derivada y las funciones en la Administración Pública

El análisis de las funciones y sus derivadas tienen múltiples aplicaciones en la economía y la administración. Una de las aplicaciones más importantes en las funciones, es el cálculo del máximo y mínimo, en particular porque ayuda a optimizar la asignación de los recursos. Por ejemplo, un fabricante estará interesado en conocer su ganancia máxima con respecto al precio y un profesional de la economía querrá conocer la tasa más alta a la que puede crecer la economía de su país con referencia a los impuestos. Según Arya & Lardner (2009) “el precio óptimo y la tasa máxima se obtiene por medio de un proceso llamado maximización u optimización de la función de utilidad” (p.535).

La literatura sobre los valores extremos que puede alcanzar una función deja clara la existencia de un máximo y un mínimo. Según Arya & Lardner (2009), “el término extremo se utiliza para denotar a un máximo local o bien a un mínimo local” (p. 536). Por consiguiente, una función tiene un máximo local en $x = c$ cuando $f(x)$ es menor que $f(c)$ y un mínimo local cuando $f(x)$ es mayor que $f(c)$. Cabe resaltar que en una función pueden existir varios máximos y mínimos locales (Arya & Lardner, 2009, p.536).

Otra aplicación fundamental es el análisis de la elasticidad de la demanda. Según Haeussler & Paul (2003) es como “un medio por el cual los economistas miden cómo un cambio en el precio de un producto afecta la cantidad demandada” (p.593). Por su parte Arya & Lardner (2009), la definen por medio de la ecuación:

$$\eta = \frac{p}{x} \times \frac{dx}{dp} = \frac{p \times f'(p)}{f(p)} \quad (2)$$

Donde el resultado de la expresión permite clasificar la demanda según la relación existente entre su cambio porcentual y el del precio, así: la demanda es elástica si $\eta < -1$, inelástica si $-1 < \eta < 0$ y unitaria si $\eta = -1$ (Arya & Lardner (2009), p.612). En términos informales, Haeussler & Paul (2003) la definen como “la razón del cambio porcentual en la cantidad demandada que resulta en un cambio porcentual dado en el precio” (p.593). Esta aplicación de la derivada se refiere a la reacción del consumidor con respecto a los cambios en el precio, el cual es un dato clave para que las empresas fijen sus precios de forma estratégica.

De la misma manera, en que existen estudios para mejorar la comprensión del concepto de derivada y función, también, hay estudios soportados en la evidencia empírica que muestran los obstáculos en el aprendizaje cuando los estudiantes intentan conectar los conceptos matemáticos en cuestión con sus aplicaciones en campos específicos como la economía y la administración. Entre los hallazgos obtenidos en Feudel & Biehler (2021), evidenciaron que únicamente dos estudiantes de la muestra conectaron el concepto matemático con su correcta interpretación económica. El resto, a pesar de que identificaron las diferencias no lograron explicar ambos conceptos ni comprender su representación

gráfica y simbólica. A manera de conclusión, los investigadores resaltan la necesidad de formar estudiantes con una comprensión más amplia de las funciones económicas y para ello, sugieren centrar la enseñanza en minimizar la brecha entre el concepto formal de la derivada y sus aplicaciones prácticas en contextos económicos y administrativos. Asimismo, [Sah et al. \(2024\)](#) proponen que para los estudiantes de economía y futuros administradores públicos es menester desarrollar un entendimiento profundo de los conceptos matemáticos, en especial de la derivada, para que posteriormente puedan ser aplicados de forma apropiada en situaciones económicas.

METODOLOGÍA

La metodología de la presente investigación aborda un enfoque mixto, permite integrar componentes cualitativos y cuantitativos con el fin de interpretar los resultados del fenómeno educativo implicado en el proceso de enseñanza de la matemática, estadística y la computación. Para el procesamiento de los datos se aplicó un análisis de contenido fundamentado en las descripciones que realizaron los estudiantes de los gráficos generados en Python en el marco de los proyectos finales de los cursos de matemáticas y estadística. Las unidades de análisis desde el enfoque cualitativo estuvieron asociadas a las respuestas escritas que evidenciaron los niveles de comprensión de los educandos, mientras que, las correspondientes al enfoque cuantitativo se sustentaron en el estudio de los máximos y mínimos de funciones, así como la razón de cambio en los proyectos finales que implicaron datos reales contextualizados en situaciones prácticas de la administración pública.

Participantes

La investigación fue desarrollada con la intervención de 40 estudiantes del curso de matemáticas II, matriculados en segundo semestre de la carrera profesional Administración pública, en una universidad oficial de Colombia. Los participantes de forma voluntaria manifestaron interés en hacer parte de la implementación de la propuesta didáctica. La naturaleza de esta asignatura permitió a los estudiantes contextualizar contenidos matemáticos a situaciones problematizadoras propias de su quehacer en el área de la administración pública. En el momento de la investigación, los estudiantes laboraban en el sector público y disponían de acceso a bases de datos reales las cuales sirvieron de insumos para el diseño de los respectivos proyectos educativos.

Técnicas e instrumentos

En el desarrollo de esta investigación se identifica como unidades de objeto de estudio las respuestas emitidas por los estudiantes desde la descripción de las gráficas generadas por los procedimientos computacionales en Jupyter Notebook. El análisis de contenido permitió develar las regularidades en las respuestas a nivel semántico, mediante el reconocimiento de códigos, temas, subtemas que condujeron a la caracterización de la situación investigada. A su vez, los códigos emergentes se agruparon de acuerdo con su similitud en categorías más amplias.

Las categorías englobaron las diferentes interpretaciones y evidencias que señalaron niveles de comprensión de los datos analizados. Los principales constructos emergentes fueron: 1) Comprensión conceptual de la función, 2) comprensión conceptual de la derivada, y 3) aplicación contextual y transferencia del conocimiento.

Marco analítico: reconocimiento de las acciones computacionales y estadísticas de los estudiantes

Se implementó el marco analítico del reconocimiento de las acciones computacionales y estadísticas de los estudiantes como parte fundamental del proceso de enseñanza de la Ciencia de Datos propuesta por Woodard y Lee (2021), para ello, se propone que los estudiantes transiten a través de cuatro acciones: 1) automatización de procedimientos computacionales, 2) pensamiento computacional, 3) utilización de nuevos métodos y 4) reconocimiento de patrones y toma de decisiones. En la Tabla 1, se presentan las acciones correspondientes por cada proceso.

Tabla 1.

Acciones computacionales y estadísticas de los estudiantes en un curso de Ciencia de Datos.

Acciones computacionales y estadísticas	Competencias evidenciadas por los estudiantes para cada una de las acciones computacionales y estadísticas
Automatización de procedimientos computacionales	Uso de la tecnología para crear gráficas, resumir e interpretar conjuntos de datos. Uso de la tecnología para desarrollar cálculos estadísticos y usar los resultados para tomar decisiones apropiadas.
Pensamiento computacional	Creación de una estrategia de solución y la comunica mediante construcción de softwares, programas o códigos. Pensamiento crítico y abstracto de la computación. Creación de códigos para utilizarlos en tareas nuevas.
Utilización de nuevos métodos	Construcción de soluciones a preguntas estadísticas Creación de métodos propios para analizar mientras se usa la tecnología.
Reconocimiento de patrones y toma de decisiones	Identifica y comprende información para resolver un problema nuevo. Reconoce patrones del análisis estadístico y usa la información para determinar el siguiente paso. Reconoce patrones en la forma de construir códigos para ayudar a resolver el problema.

Análisis de Datos

Los resultados que se presentan en esta investigación consolidan los proyectos finales que realizaron los estudiantes participantes durante el desarrollo del curso bajo el principio metodológico de aprender haciendo, este principio permitió que los estudiantes abordaran el proceso de aprendizaje de la Ciencia de Datos a través de actividades, acciones que generaron la confianza para aprender en el proceso de construcción de acciones computacionales requeridas en las diversas tareas o actividades, y con esto practicaron la toma de decisiones y la resolución de problemas contextualizados (Zheng, 2017).

Se recolectaron 10 proyectos finales realizados por los estudiantes en grupos de 2 o 3 y realizados en la aplicación de Jupyter Notebook. Los proyectos reúnen el proceso de: 1)

obtención de los datos, 2) depuración de los datos, 3) construcción de códigos y elección de la herramienta óptima y 4) análisis y construcción de conclusiones desde el punto de vista estadístico.

Los proyectos finales de los estudiantes implicaron la búsqueda de una base de datos con información que relacione una temática de la administración pública en Colombia. Los temas seleccionados por los estudiantes fueron: consumo de energía en sus hogares, ventas y ganancias, salarios, entre otros. En los proyectos escritos los estudiantes realizaron un análisis del comportamiento de las funciones matemáticas que modelan los datos registrados, junto con la tasa de cambio y los puntos máximos y mínimos.

El análisis cuantitativo implicó un proceso de limpieza de datos, extracción de nulos, construcción de códigos iniciales para la graficar los datos, análisis. Para el cargue y limpieza de la base de datos en el cuaderno de Jupyter Notebook, los estudiantes crearon un conjunto de datos (dataframe) y los organizaron en tablas que permitieron relacionar variables asociadas al tema estudiado. Por ejemplo, en el proyecto de evaluaciones agropecuarias municipales los estudiantes visualizaron los datos de dataframe, la cual contiene columnas que señalan las variables o posibles categorías de análisis. Los datos se encuentran alojados en cada celda de forma vertical y acumulativa.

RESULTADOS

Los proyectos desarrollados por los estudiantes permitieron evidenciar cómo a través de la visualización gráfica como herramienta de Ciencia de Datos, es posible generar comprensiones significativas de los conceptos matemáticos de función y derivada aplicados a situaciones reales dentro de la administración pública. A continuación, se presenta un análisis interpretativo de 6 proyectos, con énfasis en cómo los estudiantes interpretaron las gráficas y qué tan adecuadamente aplicaron los conceptos matemáticos. Cabe resaltar que 4 proyectos no se relacionaron con los conceptos matemáticos de interés.

De los 6 proyectos, 4 se basaron en el concepto de función y 2 en el concepto de derivada. En la [Tabla 2](#) muestra cada proyecto con su correspondiente categoría.

Tabla 2.

Categorización de los proyectos

Concepto Matemático	Categoría	Proyecto
Función	Comprensión conceptual de la Función	En el proyecto 1, los estudiantes analizan los ingresos generados por una moto y los precios de sus repuestos.
	Comprensión conceptual de la Función	En el proyecto 2 se comparan ingresos de varios locales comerciales.
	Aplicación contextual de la función y transferencia del conocimiento	El proyecto 3, centrado en el análisis económico de una propiedad en arriendo.
	Aplicación contextual de la función y transferencia del conocimiento	El proyecto 4, aborda el análisis de los datos de consumo eléctrico doméstico, tomando como referencia los recibos de luz de su hogar.
Derivada	Comprensión conceptual de la Derivada	El proyecto 5, analiza las tasas de cambio de dos funciones: ingresos del motocarro $f(t)$ y precios de los repuestos $g(t)$ a lo largo de un intervalo temporal de 40 meses.
	Comprensión conceptual de la Derivada	En el proyecto 6 se analizan dos funciones que corresponden a los datos de los ingresos de una quesera propiedad de uno de los estudiantes y los precios por mayor: ingresos $f(t)$ y precios por mayor $g(t)$ a través de sus respectivas derivadas.

En el proyecto 1, los estudiantes se enfocan en una gráfica que muestra la diferencia entre ingresos y precios en función del tiempo o de los niveles de precio. La línea azul representa esa diferencia (ingresos menos precios), y los puntos rojos marcan los valores mínimos de esa diferencia, es decir, los momentos de máximo déficit.

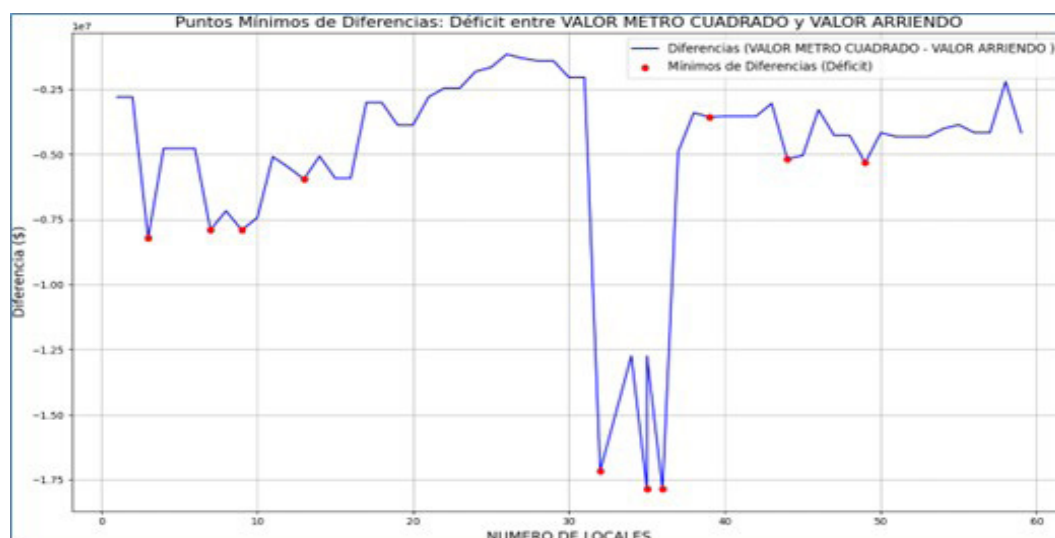


Figura 4. Gráfica de puntos mínimos de las funciones con datos reales. Fuente: elaboración propia de los autores.

Los estudiantes explican: “*Los puntos rojos indican los mínimos de esas diferencias, es decir, los puntos donde el déficit [...] es mayor*”. Esta interpretación es correcta en términos visuales y matemáticos, ya que identifican los mínimos locales en una función y los asocian correctamente con situaciones de pérdida. Además, reconocen que “la gráfica ilustra la variabilidad en el margen de ganancia o pérdida [...] a través de distintos precios”, demostrando que comprenden el gráfico como una herramienta para evaluar la eficiencia económica. No obstante, su análisis resulta limitado al no describir con mayor precisión el comportamiento funcional, como si la función es creciente, decreciente o cóncava ni referirse a conceptos como la derivada o la tasa de cambio, que habrían aportado mayor solidez al enfoque matemático. Asimismo, ellos mismos reconocen la “falta de escala temporal”, lo cual debilita el análisis al carecer de un marco cuantitativo que permita contextualizar mejor la interpretación de los datos.

En el proyecto 2, los estudiantes destacan que: “los locales 32, 35 y 36 se muestran por debajo de los demás como si fuera un déficit”, pero aclaran que esto se debe a que “como son de menor tamaño generan menos ingresos”. La interpretación es parcialmente válida, pues reconocen visualmente diferencias entre categorías (ingresos más bajos), pero no aplican conceptos matemáticos como mínimos, proporciones, tasas relativas o escalas comparativas.

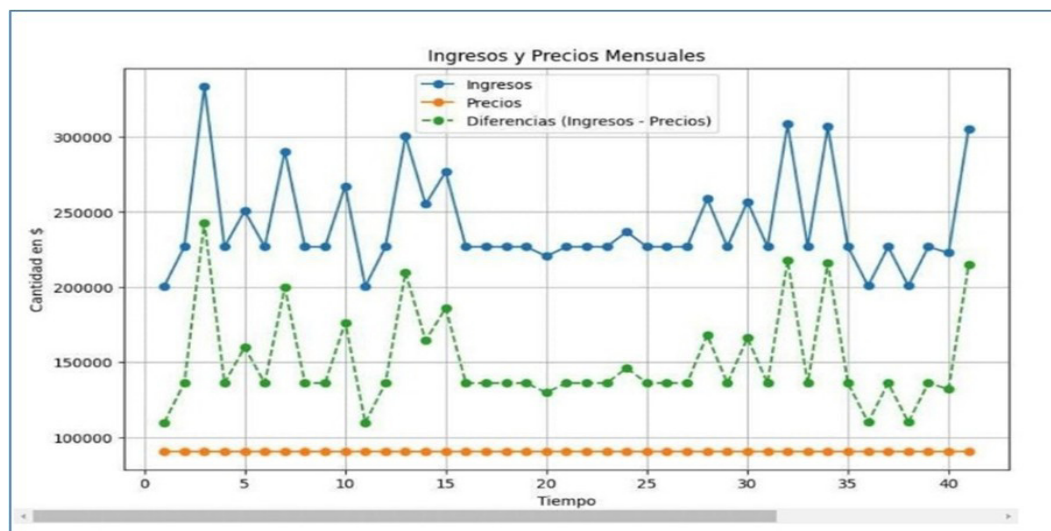


Figura 5. Gráfica de puntos mínimos de las funciones con datos reales. Fuente: elaboración propia de los autores.

En el proyecto 3, los estudiantes no sólo organizan el problema a través de funciones matemáticas, sino que articulan una interpretación visual, crítica y contextual de los datos recolectados.

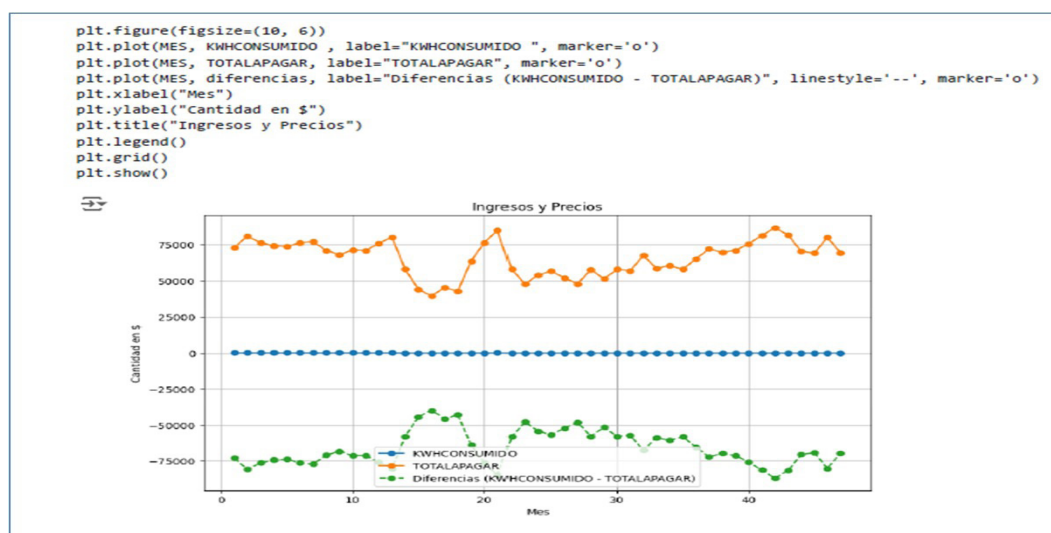


Figura 6. Gráfica de funciones con datos reales. Fuentes: elaboración propia de los autores.

Desde una perspectiva matemática, organizan su análisis en torno a tres funciones de una variable temporal: *los ingresos mensuales por arriendo ($I(t)$)*, *los precios mensuales de servicios ($C(t)$)* y *la diferencia entre ambos, es decir, el beneficio mensual ($B(t) = I(t) - C(t)$)*. Aunque no se formaliza con notación simbólica, la estructura subyacente en su discurso denota una comprensión implícita del comportamiento de funciones reales de variable real. En este sentido, $I(t)$ es descrita como una función no monótona, con presencia de extremos locales “picos altos y bajos significativos”, mientras que $C(t)$ se aproxima a una función constante. Esto se puede visualizar claramente en la figura 6, donde se observan oscilaciones marcadas en los ingresos, en contraste con la línea prácticamente plana que representa los precios de los recibos:

“Hay meses con ingresos superiores a 300.000 y otros por debajo de 200.000, y cuando hablamos de precios, permanecen notablemente constantes durante los 40 meses, mostrando muy poca variación alrededor de los 90.000.”

En el proyecto 4, la interpretación se centra en dos variables clave: *el consumo mensual de kilovatios hora (kWh)* y *el total a pagar*. A partir del tratamiento gráfico de estos datos, el estudiante despliega una lectura que vincula el concepto de función con la variación mensual de los montos facturados por el servicio energético.

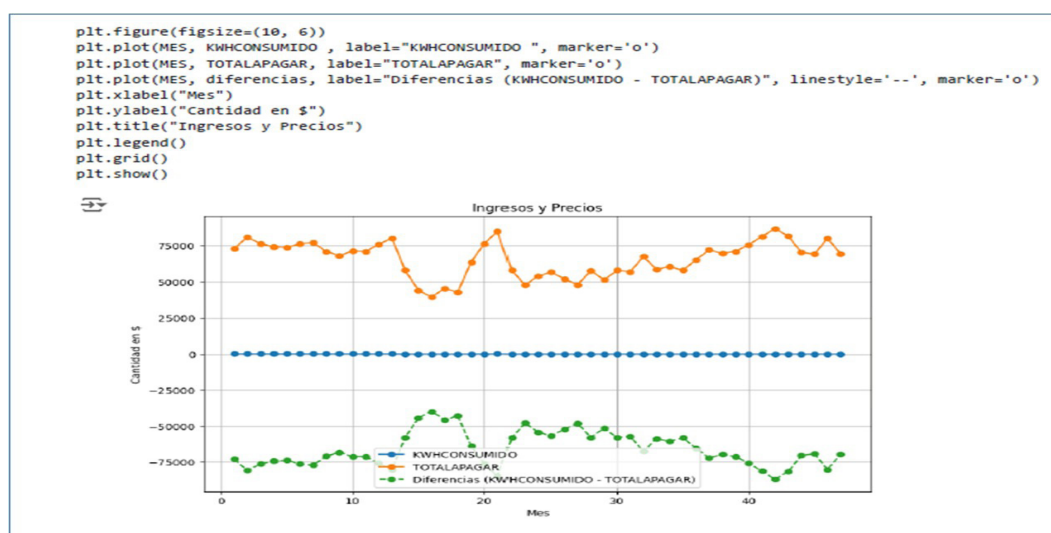


Figura 7. Gráfica de funciones con datos reales. Fuente: elaboración propia de los autores.

En su análisis, el estudiante comienza diferenciando el comportamiento de ambas variables: *“El consumo de los kilovatios (kWh) que está marcado en la gráfica de color Azul se mantuvo en una posición de manera Constante Horizontal”*, lo cual indica que el consumo energético mensual fue relativamente estable durante el periodo observado. Esta lectura sugiere que, desde el punto de vista funcional, dicha variable puede modelarse como una función constante, lo que denota un dominio temporal sin grandes alteraciones en el uso del servicio. En contraste, la línea del total a pagar muestra *“un Mínimo Absoluto, Máximo Absoluto, un Mínimo Relativo y un Máximo Relativo”*, lo que sugiere una función no monótona, con variaciones significativas que el estudiante interpreta como resultado de posibles ajustes en las tarifas o políticas de facturación.

Además, al analizar la diferencia entre consumo y pago *“KWHCONSUMIDO – TOTAL A PAGAR”*, concluye que *“en ciertos meses [...] hubo unos ahorros”*, esta afirmación implica una interpretación económica de las gráficas, en la que el análisis visual permite identificar momentos donde el costo fue menor en relación con el consumo, asociando estos puntos a beneficios o “ahorros” logrados.

En el proyecto 5, se interpreta correctamente que la derivada $f'(t)$ representa la velocidad de crecimiento de los ingresos, mientras que $g'(t)$ indica la variación en el costo de los insumos.

Describe que: *“La tasa de cambio de precios de los repuestos es alta y decrece constantemente”*, lo que sugiere que $g'(t)$ inicia con un valor positivo alto y disminuye, posiblemente tendiendo a cero o a valores negativos. En cambio: *“La tasa de cambio de ingresos del motocarro es negativa y aumenta gradualmente hasta alcanzar un máximo”*, lo cual implica que $f'(t) < 0$ inicialmente, pero incrementa hasta que $f''(t) = 0$, indicando un punto crítico local máximo de la derivada, o punto de inflexión en la función original.

Al identificar que *“en el mes 10 ambas tasas de cambio se cruzan”*, el estudiante reconoce *un punto de intersección* entre $f'(t)$ y $g'(t)$, lo que puede interpretarse como una igualdad momentánea en las velocidades de cambio. Después de este cruce: *“la tasa de cambio de precios se vuelve positiva y aumenta exponencialmente”*, es decir, $g'(t) > 0$ y creciente, mientras que $f'(t)$ comienza a decrecer, aunque *“se mantiene positiva”*.

El estudiante evidencia una relación inversa entre dos funciones derivadas, donde los extremos y cambios de concavidad permiten interpretar procesos económicos reales, como ciclos de rentabilidad o impacto de los costos variables.

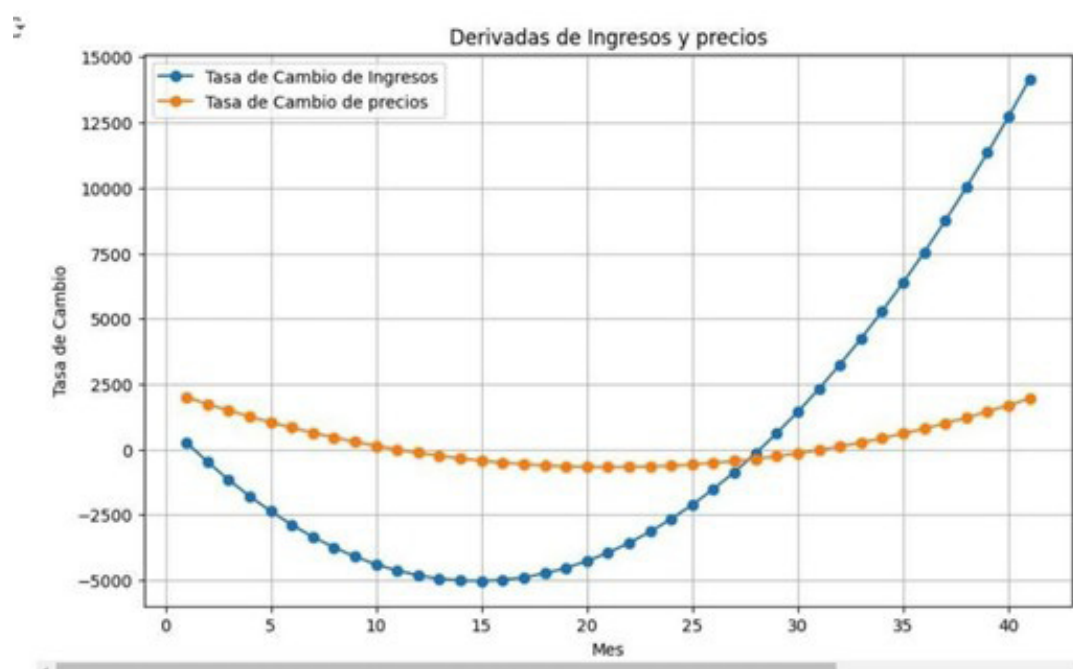


Figura 8. Gráfica de derivadas de funciones con datos reales. Fuente elaboración propia de los autores.

En el proyecto 6, los estudiantes observan que “*ambas tasas de cambio son positivas al inicio, pero la de ingresos es mayor*”, es decir, $f'(t) > g'(t) > 0$ lo que refleja un crecimiento más rápido en los ingresos.

Con el tiempo, “*la tasa de cambio de ingresos disminuye hasta ser negativa*”, indicando un máximo local en $f(t)$ identificado visualmente como una “*U invertida*”, lo cual alude a una concavidad negativa. Por su parte, la derivada de los precios se mantiene “*relativamente baja y estable con ligero crecimiento*”, es decir, $g'(t) \approx c > 0$ cercana a una constante positiva.

Finalmente, señalan que “*ambas gráficas tienen forma de U invertida, pero con menor amplitud en la de los precios*”, lo que implica mayor sensibilidad y oscilación en los ingresos frente a variaciones del mercado, comparado con los precios.

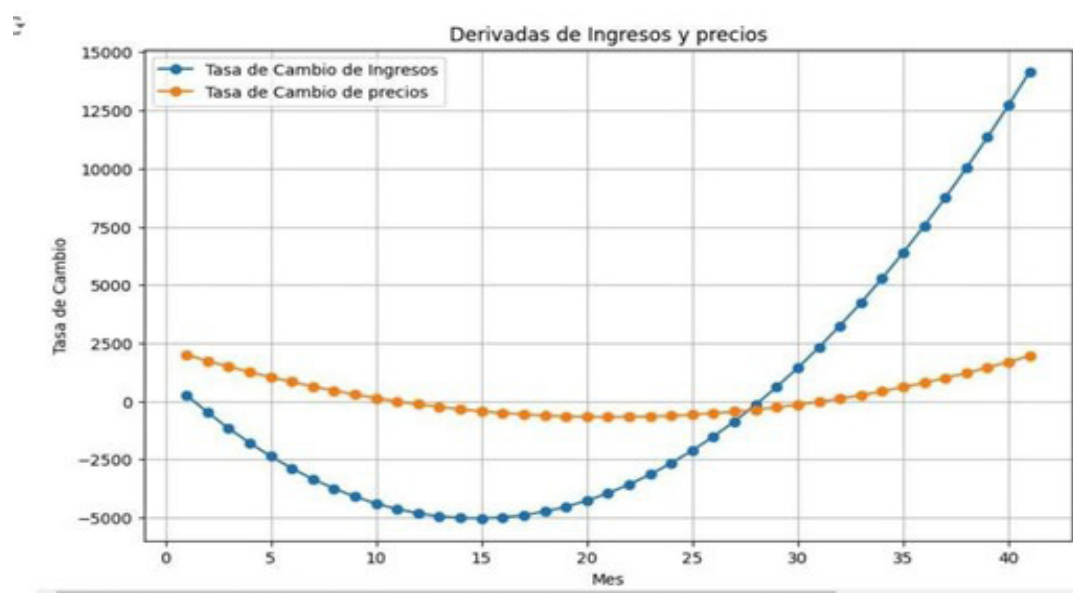


Figura 9. Gráfica de orientación de las tasas de cambio de las funciones con datos reales. Fuente: elaboración en Python y Google Colab.

Por último, en la [Tabla 3](#) se visualizan las acciones computacionales y estadísticas manifestadas por los estudiantes en cada proyecto. No obstante, es claro que aún no logran transitar por la tercera acción, dado que no aplican métodos distintos a los enseñados durante el desarrollo de las clases y los estudiantes logran reconocer regularidades que les ayuden a comprender el fenómeno estudiado.

Tabla 3.

Matriz de reconocimiento de las acciones en cada proyecto

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Automatización de procedimientos computacionales						
Pensamiento computacional						
Utilización de nuevos métodos						
Reconocimiento de patrones y toma de decisiones						

DISCUSIÓN

Los resultados del trabajo colaborativo al implementar Python como herramienta didáctica y propia de la Ciencia de Datos evidencian que no sólo ayudó a visualizar las funciones y derivadas en los diferentes contextos propuestos por los estudiantes, sino que cambió la forma de aproximarse a ellos. Este hallazgo indica una transición que va desde una comprensión básica y plana hasta una más estructurada y aplicada a fenómenos reales, coherente con el estudio de [Borji et al. \(2024\)](#), el cual muestra también la comprensión local de funciones, a través del uso de representaciones múltiples y de la programación. Estas herramientas contribuyen significativamente al desarrollo del pensamiento analítico y matemático en torno a las derivadas parciales, lo cual respalda el valor pedagógico de integrar lenguajes computacionales en la enseñanza del cálculo.

Complementariamente, los hallazgos coinciden con [Cervantes-Barraza et al. \(2024\)](#), que resalta el uso de tareas matemáticas contextualizadas y guiadas por secuencias de análisis, abstracción, generalización y síntesis para movilizar acciones cognitivas que conducen a la construcción profunda de conceptos como derivadas e integrales en contextos reales. De la misma forma, concuerda con [Rodríguez-Nieto et al. \(2023b\)](#), al señalar la pertinencia de herramientas como de Ciencia de Datos, como Python para representar, analizar y contextualizar situaciones propias de la disciplina. Se infiere la posibilidad de fortalecer los procesos de comprensión conceptual del cálculo diferencial e integral en programas académicos del área de la Administración Pública.

Por tanto, resulta relevante expandir estas herramientas al campo administrativo y de la economía, aplicando los conceptos matemáticos de función y derivada denotando su conveniencia de diseñar proyectos que aborden temáticas específicas relacionadas con la rentabilidad y eficiencia. a diferencia de [Feudel & Biehler \(2021\)](#), quienes reportaron dificultades de aprendizajes al realizar una transferencia de conocimiento hacia el análisis económico.

La comprensión lograda por los estudiantes de estos abstractos conceptos matemáticos puede explicarse desde la naturaleza propia del Aprendizaje Basado en Proyectos porque ubica al aprendiz en el centro del proceso y le asigna un rol de analista de datos y al mismo tiempo de quien toma decisiones transcendentales, como bien lo plantea la perspectiva

“aprender haciendo” de Zheng (2017). El ABP fue una herramienta de mediación para integrar el concepto de función y derivada en contextos de administración y economía, generando un aprendizaje significativo y práctico.

En esta misma línea, se evidenció que los estudiantes pasaron de una interpretación descriptiva de los datos, a una comprensión estructurada, identificando regularidades, extremos e intervalos de variación en contextos reales vinculados a la administración pública. Este avance fue impulsado por tareas que exigieron habilidades computacionales como: el pensamiento computacional y el reconocimiento de patrones. Estas dimensiones en línea con el marco propuesto por Woodard y Lee (2021), resultan clave para integrar la Ciencia de Datos en la enseñanza de la matemática. En conjunto, estas prácticas favorecieron una experiencia de aprendizaje activa, donde los estudiantes no solo aplicaron conocimientos previos, sino que desarrollaron nuevas estrategias de análisis con datos reales de su propio entorno. Se puede inferir que la comprensión conceptual de la función y la derivada se relaciona con el nivel computacional y estadístico, lo que significa que quienes demostraron mejor manejo de Python fueron quienes presentaron las interpretaciones más completas y adecuadas. Lo anterior robustece la idea de Horton y Hardin (2021), de que para desarrollar habilidades de mayor nivel se debe complementar la enseñanza de la matemática y la estadística con programación.

En cuanto a las proyecciones futuras y limitaciones, se recomienda profundizar en el estudio de cómo las estrategias de enseñanza basadas en Ciencia de Datos pueden favorecer la comprensión de otros conceptos matemáticos en contextos administrativos e invita a repensar la práctica docente en programas de Administración Pública, en términos de aportar al tránsito de un gobierno digital transparente y eficiente, como proponen Llanes-Font & Salvador-Hernández (2020). También se sugiere explorar el uso de otros lenguajes de programación y plataformas como, R, Ruby, o GeoGebra, para comparar su impacto en la comprensión funcional. Finalmente, será valioso implementar más evaluaciones mixtas que integren análisis cualitativo y cuantitativo para enriquecer la caracterización de los aprendizajes.

CONCLUSIONES

Los proyectos finales construidos por los estudiantes son el producto que reflejan la construcción de conocimientos matemáticos aplicados a la computación y al análisis de las bases de datos en el contexto de la administración pública. Las temáticas seleccionadas por los estudiantes implicaron el interés de cada grupo por analizar y comprender fenómenos actuales. Los estudiantes realizaron análisis cualitativo y cuantitativo de las bases de datos obtenidas de forma gratuita, para realizar descripciones de la situación, comprender cantidades y áreas utilizadas versus las políticas públicas que la conduce la ley colombiana.

La integración de la matemática, los conceptos de la lógica matemática con el lenguaje de programación desempeñaron dos componentes esenciales para la comprensión y construcción de códigos. La base del lenguaje de la programación recae en la comprensión de los conectores lógicos, las leyes de inferencias como estructuras de los códigos y funciones que se estructuran con ecuaciones matemáticas. Se resalta la importancia

de integrar conceptos de la lógica justo antes de iniciar el proceso de aprendizaje o construcción de códigos, aunado con conceptos de la estadística descriptiva e inferencial tales como las medidas de tendencial, y análisis de gráficas estadísticas.

Finalmente, se concluye que la articulación entre la matemática, la computación y el uso de datos reales transforma el aprendizaje de las matemáticas en la educación superior, al favorecer procesos de inferencia, modelación y toma de decisiones fundamentadas. Este tipo de experiencias didácticas no solo promueve una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos, sino que también contribuye al desarrollo de competencias profesionales esenciales para el ejercicio en el ámbito de la administración pública.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

El trabajo sometido no representa ningún conflicto de interés.

DECLARACIÓN DE FINANCIACIÓN

Este estudio fue apoyado por la Escuela Superior de Administración Pública (ESAP), Bogotá (Colombia), a través del proyecto de investigación D1_05_2025.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Jonathan Cervantes-Barraza: Conceptualización, análisis formal y redacción del manuscrito original.

Wendy De León-Zamora: Conceptualización y redacción del manuscrito (introducción y revisión).

Laurenth Hernández-Martínez: Conceptualización y redacción del manuscrito (introducción y revisión).

REFERENCIAS

Alvarado, H., Retamal, L., Estrella, S., Díaz, J. y Galindo, M. (2025). Habilidades de Análisis de Datos mediante un Ciclo de Investigación en Estudiantes Universitarios. *Journal of Research in Mathematics*, 14(2), pp. 139-162. <http://dx.doi.org/10.17583/redimat.17691>

Arya, J. & Lardner, R. (2009). *Matemáticas aplicadas a la administración y a la economía*. Quinta edición. Pearson educación

Balacheff, N. (1999). *Is argumentation an obstacle? Invitation to a debate*. *International Newsletter on the Teaching and Learning of Mathematical Proof* Mai/Juin 1999

Borji, V., Martínez-Planell, R. & Trigueros, M. (2024). Students' geometric understanding of partial derivatives and the locally linear approach. *Educ Stud Math* 115, 69–91. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10242-z>

- Cervantes-Barraza, J., Rodríguez-Nieto, C., Damian-Mojica, A., & Morales-Carballo, A. (2025). Promoting the use of the Python programming language to analyze contextualized situations on derivatives and integrals considering the fundamental theorem of calculus. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(9), <https://doi.org/10.29333/ejmste/16885>
- Darmadi, Nartini & Soleh, D. (2023). Profile of Students' Visual Thinking in Understanding and Applying Derivative Concepts. *International Journal of Applied Educational Research (IJAER)*, 1(2), 103 – 112. <https://doi.org/10.59890/ijaer.v1i2.1013>
- Feudel, F. & Biehler, R. (2021). Students' Understanding of the Economic Interpretation of the Derivative in the Context of Marginal Cost. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 8, 437 - 468. <https://doi.org/10.1007/s40753-021-00144-x>
- Gavilán-Izquierdo, J., García, M., & Martín-Molina, V. (2021). Characterizing the Role of Technology in Mathematics Teachers' Practices When Teaching About the Derivative. *Computers in the Schools*, 38, 36 - 56. <https://doi.org/10.1080/07380569.2021.1882211>
- Gavrilović, B. (2023). Mathematical modeling in teaching using data analytics. *Norma*. 28, 79-93. <https://doi.org/10.5937/norma2301079g>
- Haeussler, E. & Paul, R. (2003). *Matemáticas para administración y economía*. Décima edición. Pearson educación
- Horton, J. y Hardin, J. (2021). Integrating Computing in the Statistics and Data Science Curriculum: Creative Structures, Novel Skills and Habits, and Ways to Teach Computational Thinking. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 29:sup1, S1- S3, DOI: 10.1080/10691898.2020.1870416
- Mendoza-Lozano, F. A. (2021). Fundamentación teórica para la creación de un programa académico de ingeniería y ciencia de datos: una aplicación bibliométrica. *Revistas UDES*
- Mora León, W., Salazar Carranza, L. y Palíz Sánchez, C., (2019). Learning based on project: reality and perspectives. *Journal of science and research*, 4(4), 22-33
- Llanes-Font, M., & Salvador-Hernández, Y. (2020). *Cuarta revolución industrial y administración pública de América Latina y el Caribe*. *Ciencias Empresariales y Administración*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/1815/181563834007/181563834007.pdf>
- Osorio-Sanabria, M. A., & Amaya-Fernández, F. O. (2021). Políticas, normas y estrategias que fomentan los datos abiertos en Colombia: un análisis de literatura. *Revista Universidad Católica del Norte*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/1942/194265735008/194265735008.pdf>
- Rodríguez-Nieto, C. A., Cervantes-Barraza, J. A., & Font, V. (2023b). Exploring mathematical connections in the context of proof and mathematical argumentation:

- A new proposal of networking of theories. *Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(5), 1-20. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13157>
- Rotger García, L. (2024). *Modelizando en tres dimensiones para la resolución de problemas de matemáticas con un enfoque STEAM*. En *Actas del XIII Congreso de matemáticas con un enfoque STEAM*.
- Sah, S., Sahani, S., Sahani, K. & Sharma, D. (2024). Some real Life Application of Derivatives in Economics. *Mikailalsys Journal of Advanced Engineering International MJAEI*. 1(2),120-131. <https://doi.org/10.58578/MJAEI.v1i2.2954>
- Salvador, M., & Ramió, C. (2020). Capacidades analíticas y gobernanza de datos en la Administración pública como paso previo a la introducción de la Inteligencia Artificial. *Revista del CLAD Reforma y Democracia*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/3575/357566674001/357566674001.pdf>
- Soe, R. M. y Drechsler, W. (2018). *Agile local governments: Experimentation before implementation*. 323–335. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2017.11.010>
- Stewart, J. (2012). *Cálculo de una variable. Transcendentes tempranas*. Séptima edición. Cengage Learning Editores.
- Sundnes, J. (2020). *Introduction to Scientific Programming with Python*. Simula Springer Briefs on Computing: Switzerland
- VanderPlas, J. (2018). *Python Data Science Handbook. Essential Tools for Working with Data*. O'Reilly: USA. 222 2ht 2tan2r
- Woodard, V. y Lee, H. (2021), “How Students Use Statistical Computing in Problem Solving. *Journal of Statistics and Data Science Education*, 29, 1–18, DOI: 10.1080/10691898.2020.1847007
- Zheng, T. (2017). Teaching Data Science in a Statistical Curriculum: Can We Teach More by Teaching Less? *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 26(4), 772-774. DOI: 10.1080/10618600.2017.1385473

NOTAS DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Jonathan Cervantes-Barraza: Licenciado en Matemáticas, Magister y Doctor en Educación Matemática. Docente universitario enfocado en desarrollar investigación en la disciplina de la educación matemática; identificador Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5708-8571>.

Wendy De León-Zamora: Licenciada en Matemáticas, Ingeniera Industrial y Magister en Educación Matemática. Docente universitaria enfocada en desarrollar investigación en la disciplina de la educación matemática y administración pública. identificador Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4536-1988>.

Laurenth Hernández-Martínez: Licenciada en Matemáticas, docente de educación secundaria enfocada en desarrollar investigación en la disciplina de la educación matemática y administración pública. identificador Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4617-0817>.

