Contextualized didactic sequence for learning linear functions

Abad Romero Estrada Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
Francisco Aguilar Acevedo Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
Roberto Romano Rivera Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica
Luis Alberto Rodríguez Morales Universidad Anáhuac Puebla

Teaching linear functions often focuses on procedures and exercises that are only weakly connected to real-life situations, which limits understanding of the relationship between variables and the link among algebraic, graphical, and tabular representations. As an alternative, this article presents the design and evaluation of a contextualized didactic sequence based on Blum and Leiß's modeling cycle, supported by the PhET simulation "Eating and Exercise," and in the context of processed food and sugar consumption. This quasi-experimental quantitative study used a one-group pretest–posttest design with 22 students aged 15 to 17. A nine-item instrument was employed, addressing variable identification, algebraic structure, modeling, evaluation, and interpretation of linear functions. Following the implementation of the sequence, which consisted of eight sessions, an overall improvement of +37.4% in the percentage of correct answers was recorded, with comparable increases among students, only lower in 9.1% of participants. The results suggest that the strategy can improve learning, promote equity, encourage reflection on self-care, and increase student interest and participation.

Introducción

Uno de los propósitos de la educación matemática es que los estudiantes puedan construir conocimientos que les permitan comprender e interpretar situaciones de su entorno. No obstante, con frecuencia la enseñanza se centra en procedimientos y ejercicios alejados de la realidad de los estudiantes, dificultando la construcción de aprendizajes significativos. Ante esta situación, la contextualización y la modelización matemática emergen como enfoques que pueden favorecer la conexión entre los conceptos matemáticos y los fenómenos del mundo real.

En particular, esta necesidad se hace evidente en el aprendizaje de ecuaciones y funciones lineales, que es fundamental para el desarrollo de conceptos aritméticos y algebraicos, y respecto al cual se han documentado importantes dificultades (Elagha y Pellegrino, 2024). En este sentido, Bakar et al. (2019) señalan que, en la transición de este tipo de aprendizajes, surgen obstáculos que pueden ser ontogénicos cuando los estudiantes carecen de conocimientos básicos, epistemológicos cuando estos presentan dificultades para modelar, calcular o justificar sus respuestas, o didácticos cuando la enseñanza no se ajusta a las necesidades de los estudiantes. Al respecto, para Maskar et al. (2024) los obstáculos ontogénicos y epistemológicos suelen ser fomentados por las preguntas y tareas asignadas por docentes que desconocen los contenidos a fondo, carecen de un método de enseñanza, dependen de libros de texto y/o evitan contextualizar problemas.

Para su enseñanza, las funciones lineales suelen abordarse mediante procedimientos y ejercicios que privilegian la manipulación algebraica por encima de la comprensión de la relación entre variables y el significado de sus resultados en un contexto real. Este enfoque tradicional limita el desarrollo de habilidades matemáticas básicas, como la resolución de problemas, el razonamiento, la conexión con la vida cotidiana y el pensamiento crítico (Kutluca y Kaya, 2023). En la práctica, estas limitaciones se traducen en dificultades para que los estudiantes relacionen las diferentes formas de representación de una función (algebraica, gráfica, tabular), y describan la relación entre

variables al momento de interpretar gráficas y de manipular símbolos matemáticos (Miranda et al., 2024).

Frente a este panorama, la modelación matemática se presenta como un proceso que, al permitir traducir una situación a una representación matemática, resolverla e interpretar sus resultados en el contexto planteado, favorece el pensamiento y el aprendizaje matemático (Kıyıcı y Dikkartın-Övez, 2025). En este sentido, Durandt et al. (2022) señalan que, la situación a modelar tiene que ser creíble para que pueda ocurrir en la práctica o bien presentarse como una formulación deliberada con fines educativos. Así, la construcción de modelos matemáticos permite demostrar a los estudiantes cómo usar las matemáticas en situaciones fuera del contexto escolar (Kohen, 2025).

Desde esta perspectiva, las dificultades en el aprendizaje de las funciones lineales no solo están asociadas a aspectos propios de los conceptos, sino también a la forma en que suelen enseñarse. En este sentido, si bien la literatura reporta beneficios de la modelización matemática y del uso de recursos tecnológicos para favorecer la comprensión conceptual, aún persiste la necesidad de diseñar propuestas didácticas que integren ambos elementos en contextos cercanos a la realidad de los estudiantes.

Así, en este trabajo se presenta el desarrollo, implementación y resultados de la aplicación de una secuencia didáctica bajo el enfoque de la modelización matemática y apoyada de simulaciones interactivas, como estrategia para la enseñanza contextualizada de funciones lineales. Para orientar la progresión de actividades dentro de una secuencia didáctica, en este estudio se empleó el ciclo de modelización propuesto por Blum y Leiß (2007), el cual ha sido usado ampliamente debido a que se centra en las acciones cognitivas que se llevan a cabo durante el proceso de modelación (Kıyıcı y Dikkartın-Övez, 2025), permitiendo al estudiante ir del contexto a las representaciones matemáticas y regresar al contexto para juzgar la pertinencia de sus resultados. Con este propósito último, se empleó una simulación interactiva PhET (*PhysicsEducationTechnology*), como medio para interpretar y contrastar los resultados obtenidos con los datos recabados por los estudiantes, y como consecuente promover la exploración activa y la discusión guiada (Gani et al., 2020). Desde un enfoque transdiciplinario (Martínez-Heredia y Soto-Molina, 2024), se seleccionó como eje contextual el consumo de alimentos procesados, buscando propiciar una conexión entre los conceptos de función lineal y su aplicación en la toma de decisiones sobre el cuidado de su salud.

Materiales y Método

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo centrado en el análisis del impacto de una secuencia didáctica contextualizada para el aprendizaje de funciones lineales. El diseño fue de tipo cuasi-experimental pretest-postest con un solo grupo de 22 estudiantes (12 hombres, 10 mujeres) de entre 15 y 17 años de educación media superior. La caracterización de la muestra reportó que algunos estudiantes provenían de familias monoparentales, mostraban falta de interés en sus estudios y/o dificultades en matemáticas. Esta información fue relevante para diseñar una estrategia con tareas contextualizadas y apoyo tecnológico.

La intervención consistió en la implementación de una secuencia didáctica de ocho sesiones de 50 minutos, más tres horas de trabajo independiente, teniendo como marco de desarrollo el ciclo de modelación de Blum y Leiß (2007), sin considerar la fase final de Presentación, al tratarse de un solo ciclo. En la tabla 1 se muestra una síntesis de las actividades de la secuencia didáctica realizadas por sesión, y su relación con las fases del ciclo de modelación. La secuencia integró lecturas críticas, recolección de datos reales sobre consumo de azúcar, construcción de representaciones gráficas y algebraicas, resolución de problemas, y uso de una simulación interactiva PhET (véase Figura 1).

Para medir el efecto de la aplicación de la secuencia didáctica, se elaboró un instrumento con 9 ítems de opción múltiple, diseñado particularmente para este estudio. Su construcción consideró

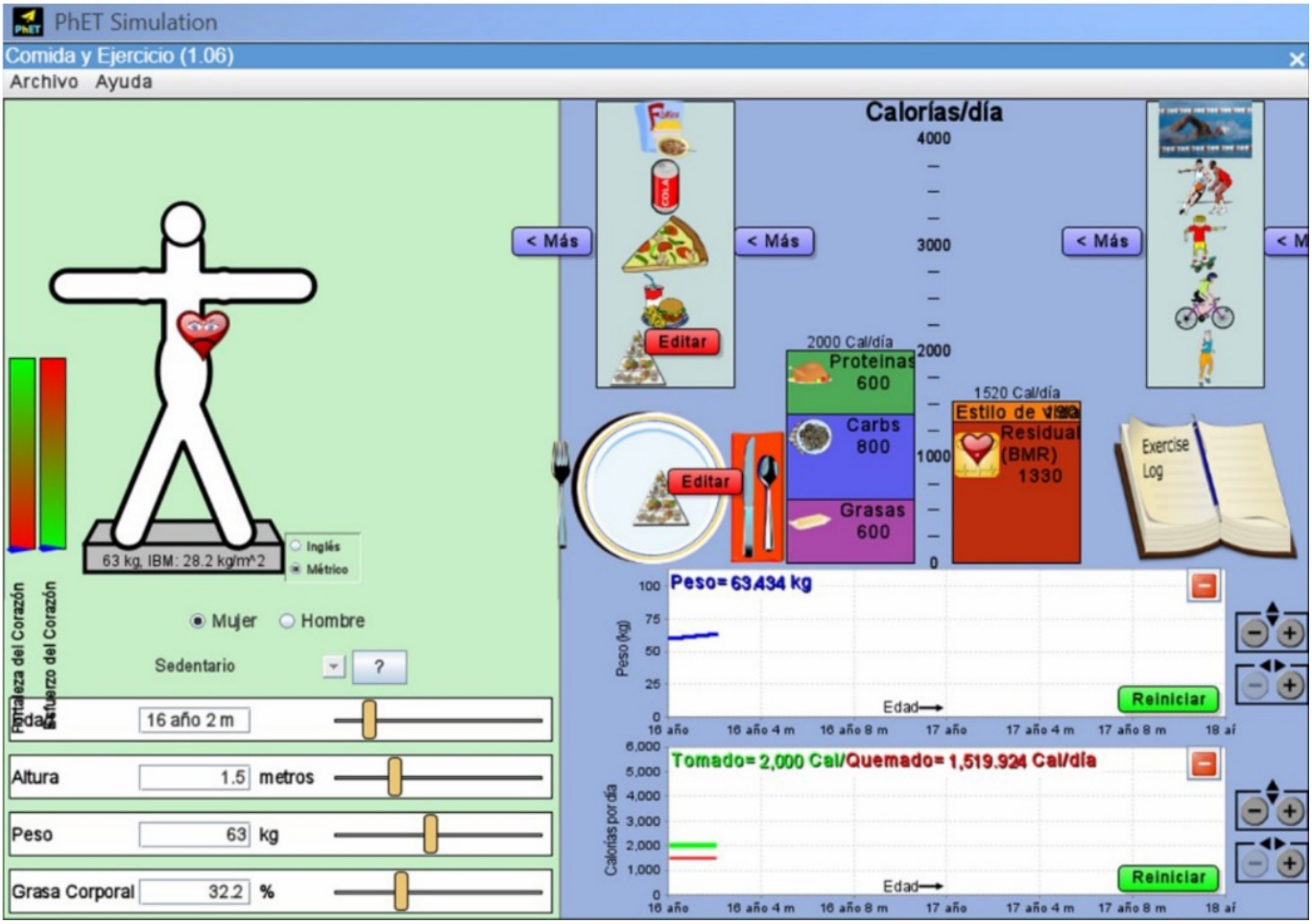
los tipos de problemas sobre funciones lineales (descripción, gráficos y tablas) identificados por Elagha y Pellegrino (2024), y fue validado por tres especialistas en Física y docencia. Los ítems abordan seis temas fundamentales de funciones lineales: identificación de variables, estructura algebraica, modelación, evaluación e interpretación a partir de gráficas y de tablas. El instrumento se aplicó antes (pretest) y posterior (postest) a la intervención.

Tabla 1.

Síntesis de actividades de la secuencia didáctica por sesión

Sesión	Fase	Actividades principales
1	1: Comprender	• Lectura reflexiva sobre el consumo de alimentos procesados. • Preguntas exploratorias sobre los hábitos alimenticios.
2	2: Simplificar/estructurar 3: Matematizar	• Tabulación de datos reales a partir de la recolección de etiquetas nutricionales de productos consumidos.
3 – 4	4: Trabajar matemáticamente	• Identificación de relaciones y funciones a partir de otras tablas de datos.
5 – 6	5: Interpretar	• Interpretación de datos tabulados en la sesión 2. • Uso de simulador PhET "Eating and Exercise".
7 – 8	6: Validar	• Comparación de los resultados del simulador PhET con un modelo matemático propuesto. • Reflexión final sobre la relación entre alimentación, peso y salud.

Figura 1.
Simulación PhET "Eating and Exercise"



Resultados

Como se muestra en la Figura 2, de forma global el grupo presentó un incremento en el porcentaje de aciertos pasando de 42.4% a 79.8%, con rangos intercuartiles equiparables. En la Figura 3 se presenta una comparación entre el porcentaje de respuesta correctas del pretest y postest por estudiante. Como se observa, si bien el 18.2% (4/22) de los estudiantes no alcanzaron un mínimo aprobatorio (60%) de respuestas correctas en el postest, tres de estos estudiantes (3, 9 y 15) mostraron un incremento en sus aciertos de +33.4%.

Figura 2.
Comparativo entre resultados del pretest y postest

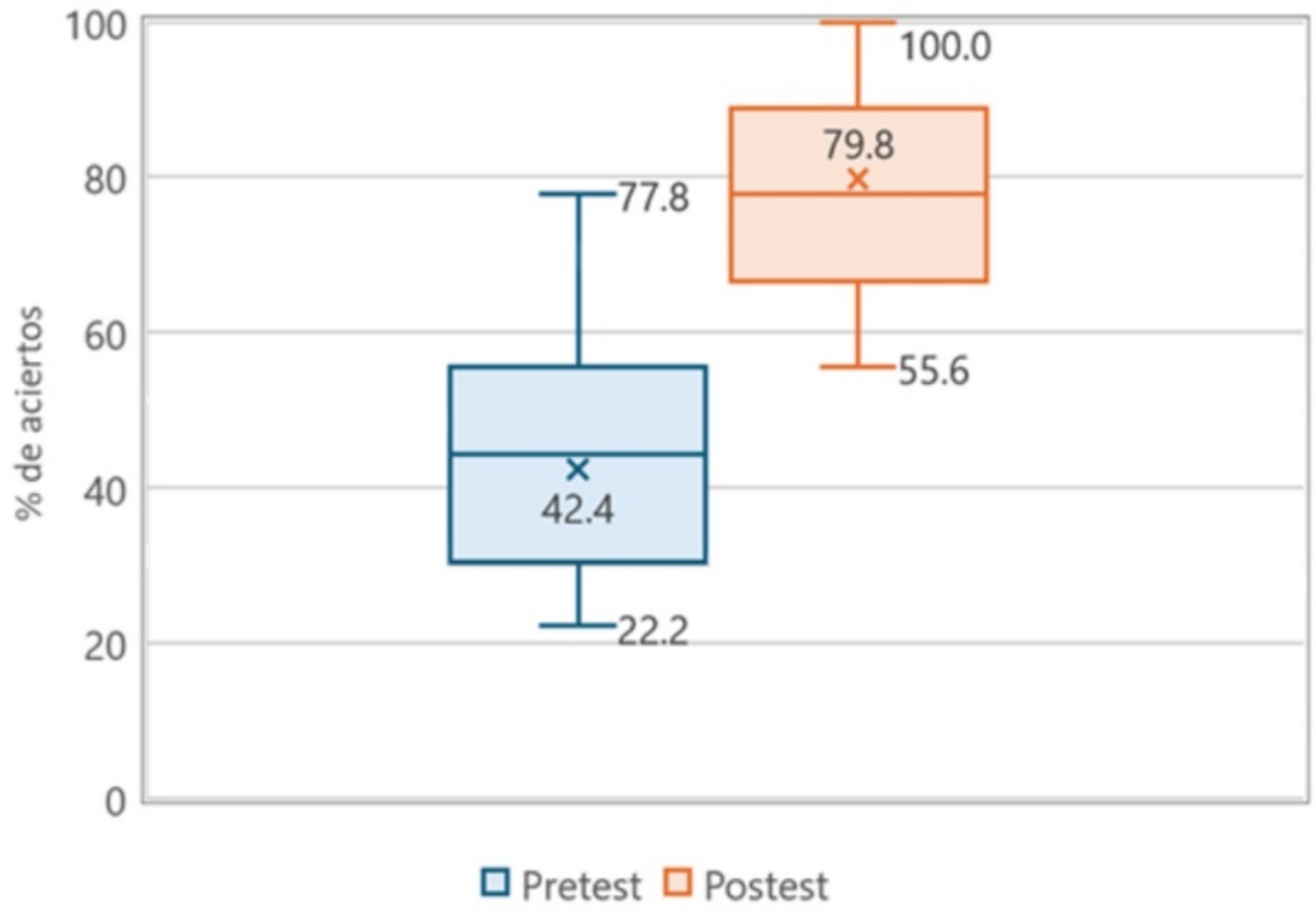
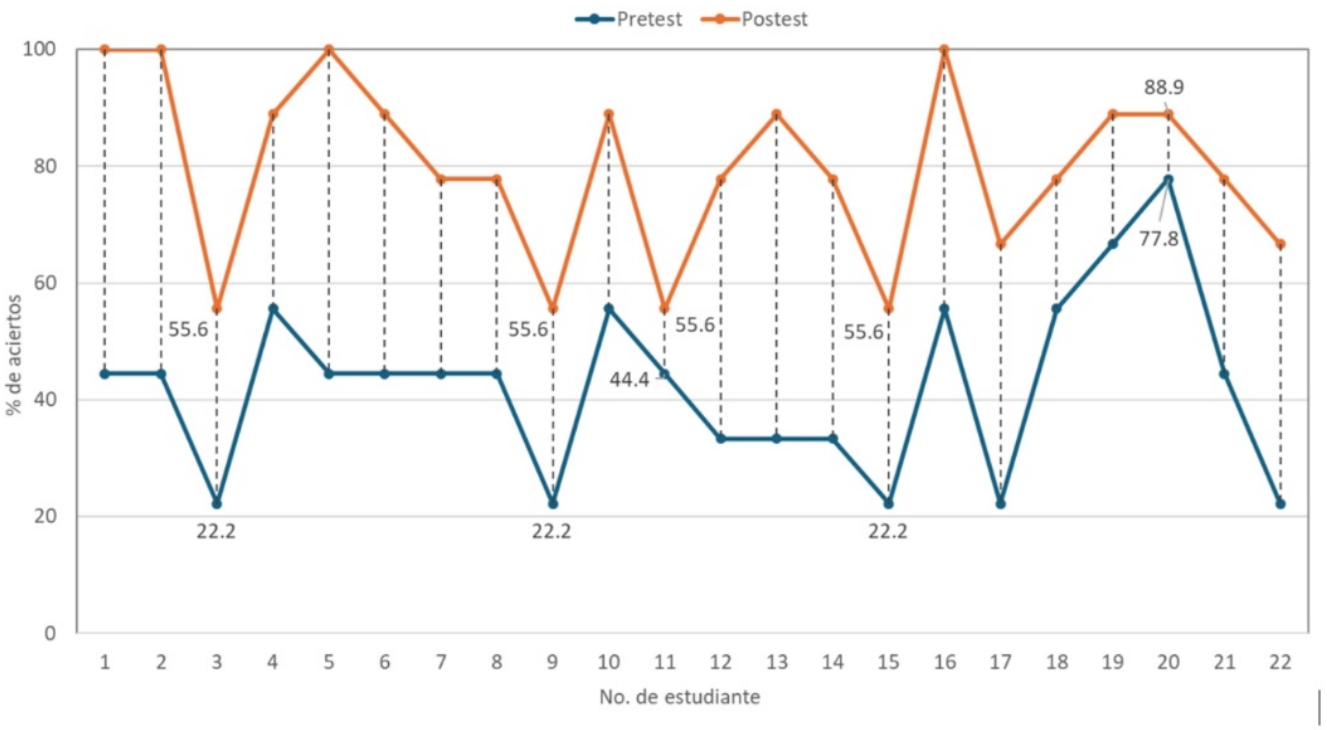
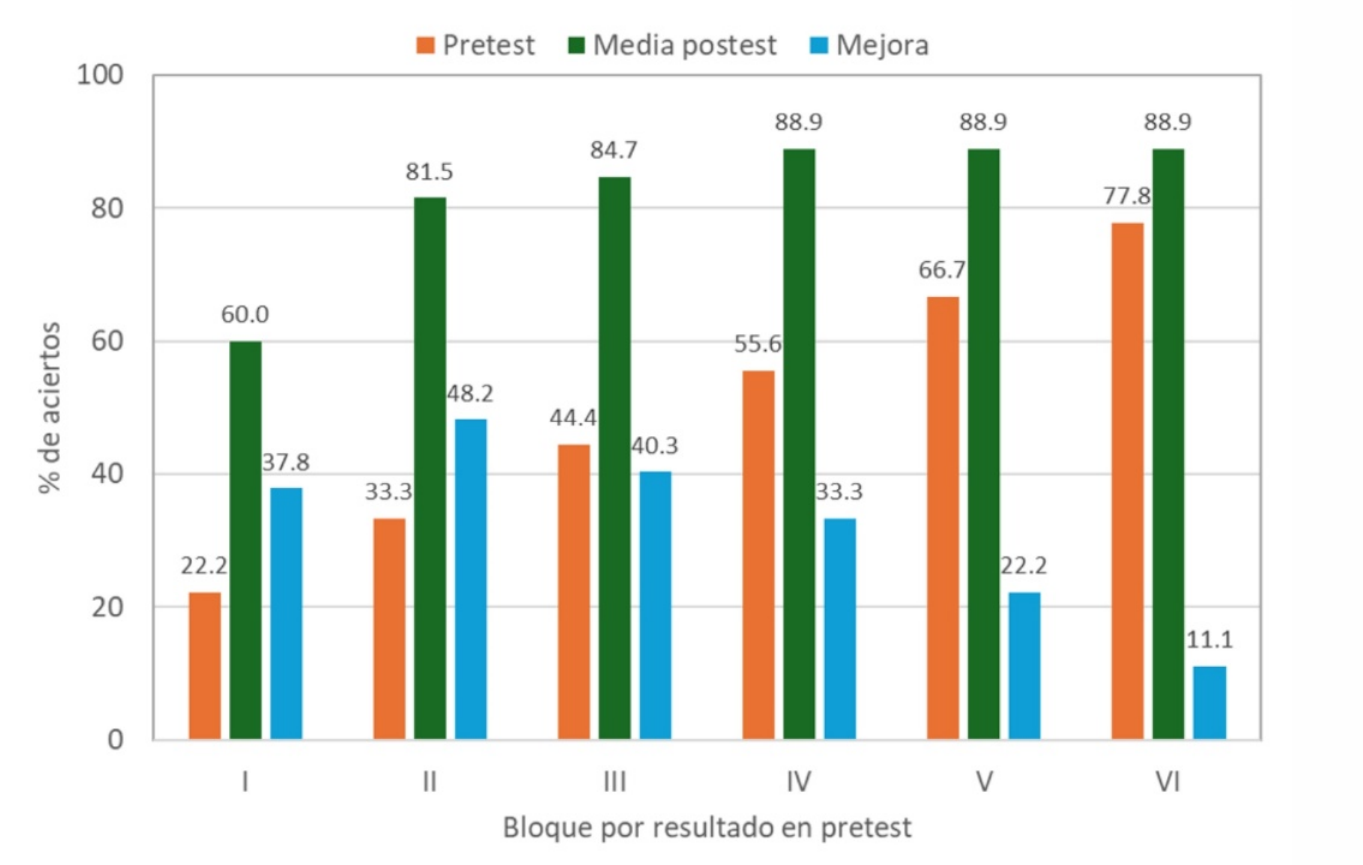


Figura 3.
Comparativo entre resultados del pretest y postest por estudiante



Para comprender mejor el impacto de la estrategia, se realizó un análisis por bloques, agrupando a los estudiantes que obtuvieron el mismo porcentaje de aciertos en el pretest. Esta clasificación permitió identificar seis bloques etiquetados del I al VI con una proporción de 5, 3, 8, 4, 1 y 1 estudiantes, respectivamente. En la Figura 4 se presenta el porcentaje de acierto en el pretest y el valor medio obtenido en el postest para cada bloque. Como se observa, los bloques (I, II y III) con menor promedio pretest presentaron un mayor porcentaje de mejora, mientras que los bloques (IV, V y VI) con mayor desempeño inicial, mostraron una mejora más moderada.

Figura 4.
Comparativo entre bloques de estudiantes con mismos resultados en pretest



Respecto a los resultados por ítem, en la tabla 2 se presentan las diferencias entre postest y pretest, siendo positivas para todos los casos, con un mínimo del +18.2% y un máximo del +63.6%.

Tabla 2.
Comparativo entre resultados pretest y postest por ítem

		% de aciertos / no. estudiantes					
Ítem	**Temática**	**Pretest**		**Postest**		**Diferencia**	
1	Identificación de variables	68.2	15	95.5	21	+27.3	+6
2		63.6	14	81.8	18	+18.2	+4
3	Estructura algebraica	40.9	9	77.3	17	+36.4	+8
4		31.8	7	90.9	20	+59.1	+13
5	Modelación	40.9	9	68.2	15	+27.3	+6
6		4.5	1	68.2	15	+63.6	+14
7	Evaluación	40.9	9	72.7	16	+31.8	+7
8	Interpretación a partir de gráficas	50.0	11	81.8	18	+31.8	+7
9	Interpretación a partir de tablas	40.9	9	81.8	18	+40.9	+9

Discusión

Desde una perspectiva cuantitativa, la estrategia permitió una mejora general de +37.4%, con incrementos en el número de aciertos por estudiantes equiparables dentro del grupo, siendo menor solo en 9.1% de ellos (estudiantes 11 y 20).

A nivel de bloques, los valores presentados en la Fig. 4 sugieren que la secuencia benefició en mayor proporción a quienes partieron de niveles bajos o medios, lo que puede ser atribuido al hecho que las actividades de las secuencias ofrecieron oportunidades para reconstruir conceptos base, lo que contribuyó a una mayor equidad en los aprendizajes.

En el análisis a nivel de ítem, el mayor avance se observó en el ítem 6 (+63.6%) relacionado con la modelación, en correspondencia al enfoque bajo el que se desarrolló la secuencia. Por otra parte, este resultado refuerza lo planteado por otras investigaciones (Durandt et al., 2022; Miranda et al., 2024; Kohen, 2025), en el sentido de que las tareas contextualizadas favorecen la articulación del lenguaje verbal con las expresiones algebraicas. Adicionalmente, los ítems 3 y 4 relacionados con la estructura algebraica de funciones lineales mostraron la mayor mejora conjunta, lo que sugiere que las actividades enfocadas a la interpretación de la pendiente como una razón de cambio, tuvieron un efecto notable. En el caso del ítem 2, este presentó el menor progreso (+18.2%), remarcando el hecho de la dificultad que presentan los estudiantes para identificar la relación funcional entre variables a partir de una información verbalizada, lo que requiere la construcción de una representación cognitiva precisa y correcta (Elagha y Pellegrino, 2024).

Estos hallazgos sugieren que, si bien, la intervención no eliminó las dificultades de aprendizaje, sí generó mejoras aun en trayectorias con desempeño inicial bajo, lo que presuponen que los aprendizajes fueron equitativos, contribuyendo a la necesidad de garantizar el acceso, la participación y el éxito de todos los estudiantes (Paucar, 2025).

Por su parte, en la última sesión los estudiantes expresaron a través de una pregunta de reflexión comentarios como “mejorar mi alimentación” o “voy a dejar de comer botanas y refresco”. Estas manifestaciones evidencian un cambio de actitud y una toma de conciencia sobre los efectos de sus hábitos alimenticios, lo que coincide con los señalamientos realizados por Amsari et al. (2022) quienes indican que la enseñanza contextualizada proporciona al estudiante la capacidad de descubrir sus propias experiencias de aprendizaje, ayudándoles a identificar conceptos y desarrollar su capacidad de razonamiento para la resolución de problemas, influyendo así en su interés (Velani y Retnawati, 2020) y capacidad para comprender conceptos matemáticos (Yeni et al., 2019).

En conjunto, los resultados obtenidos sugieren que una secuencia didáctica contextualizada basada en modelización y apoyada por simulación interactiva puede fortalecer el aprendizaje de funciones lineales y fomentar la equidad en los aprendizajes. El aumento y equiparidad en el promedio de aciertos, así como los comentarios de los estudiantes, dan muestra de la relevancia de la construcción de significados a partir de la contextualización de situaciones de enseñanza. Por otra parte, desde el enfoque de la modelización una contribución de este tipo de intervenciones es que, la función lineal deja de ser un objeto “dado” y se convierte en un modelo construido. Las fases iniciales de comprensión y estructuración, apoyadas en lecturas y preguntas sobre el impacto del azúcar, permitieron que el problema fuera interpretado como una situación que exige cuantificación. De igual manera, al recolectar datos y construir tablas con variables (kcal, gramos de azúcar, días), se hace explícito que los modelos requieren decidir qué medir y cómo registrar. Finalmente, durante el uso del simulador se observaron actitudes que sugieren una mayor reflexión sobre el cuidado de la salud. Esto, por una parte, muestra la utilidad de los simuladores para ofrecer retroalimentación, y por otro sugiere que en un contexto auténtico (nutrición y consumo de azúcares) la motivación e interés por aprender pueden aumentar.

Conclusiones

Los resultados del estudio muestran que una secuencia didáctica contextualizada no solo aporta a mejorar el desempeño de los estudiantes, sino también a generar equidad en los aprendizajes, respaldando la premisa de que una planificación didáctica basada en principios de modelización y uso oportuno de tecnología educativa puede potenciar el aprendizaje significativo y activo. No obstante, debido al carácter cuasi-experimental del estudio, al tamaño de la muestra y a la ausencia de un grupo de control, los resultados deben considerarse exploratorios. Sobre esta línea, resulta pertinente desarrollar investigaciones con seguimientos longitudinales que permitan aportar mayor evidencia sobre la efectividad de este tipo de intervenciones didácticas.

Referencias

Amsari, D., Arnawa, I. M., & Yerizon, Y. (2022). Development of a local instructional theory for the sequences and series concept based on contextual teaching and learning. *Linguistics and Culture Review*, *6*(S2), 434–449.

Bakar, M. T., Suryadi, D., & Darhim, D. (2019). Learning obstacles on linear equations concept in junior high school students: analysis of intellectual need of DNR-based instructions. *Journal of Physics: Conference Series*, *1157*(3), Article 032104.

Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems?. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics* (pp. 222–231). Chichester: Horwood.

Durandt, R., Blum, W., & Lindl, A. (2022). A Mathematical Modelling Unit for First-Year Engineering Students. *Modelling in Science Education and Learning*, *15*(1), 77–92.

Elagha, N., & Pellegrino, J. W. (2024). Understanding error patterns in students' solutions to linear function problems to design learning interventions. *Learning and Instruction*, *92*, Article 101895.

Gani, A., Syukri, M., Khairunnisak, K., Nazar, M., & Sari, R. P. (2020). Improving concept understanding and motivation of learners through PhET simulation word. *Journal of Physics: Conference Series*, *1567*, Article 042013.

Kohen, Z. (2025). Structured mathematical modelling in an authentic scientific-engineering context. *ZDM Mathematics Education*, *57*, 317–332.

Kutluca, T., & Kaya, D. (2023). Mathematical modelling: A retrospective overview. *Journal of Computer and Education Research*, *11*(21), 240–274.

Kıyıcı, O. D., & Dikkartın-Övez, F.T. (2025). Mathematical Working Spaces in the mathematical modeling cycle: the case of preservice elementary mathematics teachers. *Educational Studies in Mathematics*. Advance online publication.

Maskar, S., Muslim, A. P., Darhim, D., Herman, T., & Puspaningtyas, N. D. (2024). Linear equation and linear function: An alternative material based on visual representation in mathematics. *InovasiMatematika*, *6*(2), 67–82.

Martínez-Heredia, K., & Soto-Molina, J. E. (2024). Transformación educativa a través de la transdisciplinariedad: Una ruta hacia la innovación curricular. *EDUCARE ET COMUNICARE Revista de investigación de la Facultad de Humanidades*, *12*(2), 76–89.

Miranda, I., Vargas-Rivera, L. A., & Salinas-Hernández, U. (2024). Aprendizaje del concepto de

función lineal a partir de la implementación de una secuencia didáctica sobre el movimiento de objetos, *JournalofResearch in MathematicsEducation*, *13*(3), 245–267.

Paucar, K. S. (2025). Innovación pedagógica e inclusión social en instituciones educativas. *Educare et Comunicare Revista de investigación de la Facultad de Humanidades*, *13*(1), 41–50.

Velani, F. Y., & Retnawati, H. (2020). Application of contextual teaching and learning approaches in improving mathematics interest and learning achievement of elementary school students. *Journal of Physics: Conference Series*, *1511*, Article 012032.

Yeni, Y. R., Syarifuddin, H., & Ahmad, R. (2019). The effect of contextual teaching and learning approach and motivation of learning on the ability of understanding the mathematics concepts of grade V student. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *314*, Article 012064.

References