



El modelo de barras como recurso visual para el pensamiento prealgebraico

The bar model as a visual tool for pre-algebraic thinking

Juan Luis Ramírez Lubianos  | ramanujan_jl@yahoo.com.mx
Universidad de Ixtlahuaca CUI

Recepción: 10 de junio de 2025 | Aceptación: 29 de junio de 2025

Resumen

Este artículo explora el uso del modelo de barras como una herramienta prealgebraica que favorece el uso de los componentes analíticos de la visualización matemática en la resolución de problemas verbales. A partir del análisis de diversos problemas, se muestra cómo esta herramienta representa visualmente cantidades y relaciones cuantitativas de forma accesible y cómo se aprovechan los componentes analíticos de la visualización, descomposición, construcciones auxiliares, reorganización, recomposición y síntesis, para resolver los problemas verbales sin recurrir a un planteamiento algebraico. Esta discusión concluye que el modelo de barras es una estrategia útil para resolver problemas verbales, ya que es una herramienta que muestra la estructura matemática subyacente al problema, ayudando a los estudiantes a entender cómo abordarlo.

Palabras clave

Modelo de barras, visualización, pensamiento prealgebraico, resolución de problemas.

Abstract

This article examines the use of the bar model as a pre-algebraic tool that facilitates the application of analytical components of mathematical visualization in solving word problems. Through the analysis of various problems, it demonstrates how this tool visually represents quantities and quantitative relationships in an accessible way and how analytical components of visualization—such as decomposition, auxiliary constructions, reorganization, recomposition, and synthesis—are employed to solve word problems without resorting to algebraic formulations. The discussion concludes that the bar model is a helpful strategy for solving word problems, as it reveals the underlying mathematical structure of the problem, enabling students to understand how to approach it effectively.

Keywords

Bar model, visualization, pre-algebraic thinking, problem solving.

Introducción

El modelo de barras de Singapur es útil en la resolución de problemas verbales, especialmente aquellos que involucran comparaciones, cálculos de parte-todo, razones, proporciones y razones de cambio (Kempen & Roos, 2024). Este modelo de barras funciona como un recurso prealgebraico que ayuda a los estudiantes en la comprensión de conceptos algebraicos al permitir la organización visual de las relaciones entre cantidades y operaciones presentes en un problema matemático. Su principal fortaleza radica en la capacidad de convertir los enunciados verbales en representaciones visuales, lo que le permite a los estudiantes identificar la estructura subyacente del problema antes de abordarlo mediante procedimientos algebraicos (Sevinç & Baysal, 2021).

El modelo de barras se ha implementado en distintos niveles educativos, generando diversas formas de adaptación didáctica en función tanto de la estructura de los problemas como de las características de los estudiantes. En el nivel primario, este modelo se ha introducido como una herramienta de visualización que permite representar relaciones aditivas y multiplicativas mediante esquemas proporcionales, favoreciendo la comprensión de situaciones que implican comparación, parte-todo o transformación temporal (Ruiz et al., 2016). En investigaciones más recientes, como la de Naeem Shah (2022), se ha documentado que su uso puede extenderse a la educación secundaria como recurso transicional hacia el álgebra, al ofrecer representaciones intermedias entre el lenguaje natural y las expresiones simbólicas. La potencialidad de este método se observa cuando los docentes adaptan el modelo para ajustarlo al contenido y nivel cognitivo de sus estudiantes, introduciendo variaciones en los diagramas, secuencia de actividades y tipos de problemas abordados (Büscher, 2021). Como señala Morin (2017), las

representaciones no son entidades estáticas, sino sistemas dinámicos que, al insertarse en nuevas prácticas, redefinen sus funciones cognitivas y heurísticas. Bajo esta lógica, el modelo es una interfaz entre distintos niveles de generalidad matemática, capaz de transitar entre el razonamiento aritmético y el pensamiento algebraico sin depender exclusivamente del lenguaje simbólico.

Aunque el modelo de barras ha sido ampliamente usado por su valor representacional en la resolución de problemas, existen tensiones inherentes a su aplicación, sobre todo cuando se introduce en niveles más avanzados o con estudiantes que enfrentan dificultades en la estructuración visual. Ruiz et al. (2016) señala que aunque el método puede guiar a los alumnos hacia la operación adecuada, su alcance es limitado cuando las proporciones entre las cantidades representadas no se conservan gráficamente o cuando el problema exige comparaciones simultáneas entre múltiples elementos. Esta dificultad se acentúa en problemas con más de un paso, donde la organización secuencial de las barras puede resultar confusa para estudiantes que no dominan la segmentación de información. En trabajos como el de Bulac (2019) se ha documentado que los estudiantes con bajo rendimiento requieren apoyos adicionales para interpretar los esquemas, y que los errores no suelen originarse en el cálculo sino en la comprensión de las relaciones implícitas en los diagramas. Estas observaciones abren líneas de indagación sobre las condiciones bajo las cuales el modelo de barras funciona como soporte, así como sobre su integración con tecnologías digitales que podrían potenciar su uso dinámico y ajustado a las trayectorias del pensamiento matemático.

El propósito de este artículo es examinar el modelo de barras como un medio que opera dentro del proceso más amplio denominado visualización matemática, en la resolución de problemas verbales. Se argumenta que el modelo de barras no constituye un fin en sí mismo, sino un recurso que permite poner en juego componentes analíticos de la visualización, tales como la descomposición, la construcción de auxiliares, la transformación estructural y la síntesis, para representar y explorar relaciones cuantitativas de los problemas. A partir del análisis de varios ejemplos concretos, se busca mostrar cómo este modelo visual contribuye a estructurar el pensamiento prealgebraico y a favorecer el tránsito desde la comprensión aritmética hacia formas de razonamiento más generalizables.

Este artículo desarrolla una exploración teórica sobre el modelo de barras a partir de ejemplos elaborados para mostrar con detalle cómo operan las estructuras visuales en la resolución de problemas verbales. La finalidad no es presentar datos observacionales ni reportes de aula, sino examinar cómo se articulan los componentes de la visualización matemática en casos representativos que permiten analizar relaciones cuantitativas sin recurrir a notación algebraica formal. Los problemas seleccionados funcionan

como escenarios que ponen en juego procesos de descomposición, construcción auxiliar y transformación estructural, lo cual permite discutir el potencial del modelo como recurso prealgebraico sin asumirlo como técnica universal ni método cerrado. Esta perspectiva busca aportar elementos conceptuales que sustenten futuras intervenciones didácticas o estudios empíricos con estudiantes.

Marco teórico

La visualización matemática es un proceso analítico fundamental que guía el proceso de desarrollo de una solución a través de sus componentes analíticos, descomposición en subestructuras y unidades, creación de construcciones auxiliares, transformación de una estructura en otra y recomposición y síntesis (Chalé & Acuña, 2012). Esta habilidad estimula la imaginación de los estudiantes y contribuye a una mejor comprensión de los conceptos involucrados (Osman et al., 2018). El modelo de barras potencia la aplicación de estos componentes analíticos como se mostrará a través de la resolución de diversos problemas en este artículo.

La visualización es tanto la capacidad como el proceso de crear, interpretar, utilizar y reflexionar sobre imágenes y diagramas, ya sea en la mente, sobre el papel o mediante herramientas tecnológicas, con el objetivo de representar y comunicar información, desarrollar ideas desconocidas y favorecer la comprensión (Arcavi, 2000, Sabena et al., 2024). No se limita a la creación de imágenes, sino que implica un uso reflexivo como herramienta de análisis que permite a los estudiantes analizar y resolver problemas matemáticos a través de la representación gráfica de sus componentes.

La visualización también desempeña un papel fundamental en matemáticas, ya que ayuda a comprender tanto conceptos visuales como argumentos simbólicos (Hershkowitz et al., 2001). Aunque las representaciones visuales brindan una idea inicial de los problemas matemáticos, es necesario acompañarlas con descripciones verbales y argumentos que clarifiquen su significado. Esto se debe a que las visualizaciones por sí solas pueden no necesariamente transmitir completamente el razonamiento detrás de una demostración. De hecho, la verdadera comprensión de una prueba visual se alcanza cuando se desarrollan explicaciones verbales que permiten organizar y conectar de manera coherente los elementos de la prueba (Arcavi, 2015). Valenzuela y Gutiérrez (2018) señalan que la implementación de estrategias visuales desde etapas tempranas favorece la inducción, validación y expresión de relaciones generales.

Cuando un estudiante observa un esquema, no necesariamente accede al concepto que se pretende representar, sin embargo, la visualización puede actuar como estructura orientadora del pensamiento. Esta doble condición

de imagen perceptible y de objeto matemático potencial explica por qué la representación gráfica no puede desvincularse del razonamiento. Sabena et al. (2024) señalan que visualizar implica tanto imaginar relaciones como interpretarlas dentro de un sistema formal, y que esta operación requiere de una reflexión constante sobre la validez de los argumentos contruidos a partir de lo que se ve. En este sentido, la imagen es un medio para organizar el análisis, probar conjeturas o anticipar comportamientos. Este papel argumentativo es especialmente relevante en la resolución de problemas donde la disposición espacial de los elementos puede sugerir caminos de solución que luego deben ser articulados con expresiones simbólicas o justificaciones verbales.

Componentes analíticos de la visualización matemática

La visualización no se limita exclusivamente a la composición o descomposición de elementos preexistentes, pues también involucra la construcción de nuevos elementos que faciliten la reorganización, transformación y representación de una situación, permitiendo hacer más evidentes las relaciones del problema y sugerir posibles estrategias de solución (Hershkowitz et al., 2001). Desde esta perspectiva, la visualización se entiende como un proceso cognitivo clave que puede guiar el desarrollo analítico de una solución.

De acuerdo con Chalé y Acuña (2012), los componentes analíticos de la visualización comprenden los siguientes procesos:

- a) *Descomposición de una estructura en subestructuras y unidades*: Consiste en dividir una estructura compleja en partes más simples y manejables. Este proceso permite identificar las relaciones entre los elementos, facilitando tanto su análisis visual como conceptual. La descomposición ayuda a visualizar componentes clave y comprender cómo se relacionan.
- b) *Creación de construcciones auxiliares*: Se refiere a la incorporación o modificación de elementos visuales adicionales que contribuyan a clarificar las relaciones entre cantidades o componentes. Estas construcciones sirven como herramientas visuales que facilitan la comprensión del problema y apoyan la exploración de patrones o regularidades.
- c) *Transformación de una estructura en otra*: Implica reorganizar o reinterpretar una representación visual inicial, para convertirla en una estructura diferente ya sea visual o algebraica que facilite el abordaje del problema. Esta transformación puede facilitar la ruta de solución o simplificar el análisis al presentar la situación desde una nueva perspectiva.

- d) *Recomposición y síntesis*: Consiste en integrar las partes analizadas transformadas en una estructura coherente y unificada. La recomposición hace referencia a reconstruir la estructura a partir de las subestructuras o unidades, mientras que su síntesis implica la creación de una representación global o una fórmula que explique todos los componentes y relaciones, además de que conduzca a una solución final. Este proceso culmina en la elaboración de una solución que combina análisis visual y razonamiento matemático, permitiendo la verificación y validación de la respuesta final.

Una característica distintiva del modelo de barras es su capacidad para facilitar los procesos de “hacer” y “deshacer” en matemáticas, entendidos como la construcción, descomposición y reorganización de estructuras visuales (Koleza, 2015). Estos procesos corresponden a los componentes analíticos de la visualización, los cuales ayudan a estructurar la solución de un problema, además de que orientan el pensamiento matemático al identificar relaciones importantes, patrones y estrategias de resolución, lo que explica por qué el modelo de barras resulta útil para que los estudiantes descompongan problemas complejos en representaciones más simples, permitiendo así un análisis más accesible y la identificación de una posible ruta de resolución (Osman et al., 2018).

Resolución de problemas usando el modelo de barras

La sección que sigue propone un cruce entre los fundamentos teóricos de la visualización matemática y el análisis estructural de problemas verbales mediante el modelo de barras. Esta articulación va más allá de ejemplificar el uso de una técnica representacional, pues busca explorar cómo la visualización, entendida como proceso analítico, se moviliza en la resolución de situaciones que requieren identificar relaciones, transformar estructuras y sintetizar información cuantitativa. Los ejemplos seleccionados han sido elaborados para evidenciar cómo se movilizan los componentes analíticos descritos en el marco teórico, descomposición, construcciones auxiliares, transformación y síntesis en el desarrollo de una solución.

Problema 1. Jorge es 8 años mayor que Enrique. Hallar sus edades si:

- Hace 14 años Jorge tenía el doble de la edad de Enrique
- Dentro de dos años Jorge tendría el triple de la edad de Enrique
- Dentro de 5 años Jorge tendrá el doble de la edad que tenía Enrique hace dos años

Solución del problema 1, inciso a

Descomposición en subestructuras. Se representan visualmente las edades actuales de Jorge y Enrique respectivamente por medio de dos rectángulos, la diferencia entre el rectángulo mayor y el menor es de 8.

Creación de construcciones auxiliares. Se añaden rectángulos y subdivisiones que representan la variación temporal y la razón 2:1, respectivamente, como los 14 años pasados y el doble de la edad de Enrique en ese tiempo. Se pueden utilizar diferentes colores o flechas para distinguir las edades actuales y pasadas, facilitando la comparación visual entre los rectángulos. En la Figura 1 se representa visualmente la condición “Hace 14 años Jorge tenía el doble de la edad de Enrique”.

Transformación de estructuras en otras. La nueva representación visual permite comprender mejor cómo las edades actuales se relacionan con las edades hace 14 años, mediante la reorganización de las estructuras. Por ejemplo, la edad de Jorge hace 14 años se relaciona con la edad de Enrique también hace 14 años, de modo que la Figura 1 muestra cómo la edad de Jorge era el doble de la Enrique.

Recomposición y síntesis para llegar a la solución. En la Figura 1 se suman o restan segmentos a partir de la comparación visual entre los dos rectángulos; por ejemplo, la última parte del rectángulo inferior representa 6, pues $14 - 8 = 6$, por lo que su parte central representa 8, pues $8 + 6 = 14$. Por lo tanto, la parte central del rectángulo superior también es 8, y como los segmentos en azul están en razón 2:1, se concluye que la edad de Jorge es 2 $(8) + 14 = 16 + 14 = 30$ años, mientras que la de Enrique es $8 + 14 = 22$ años.

Solución de problema 1, inciso b

Descomposición en subestructuras. En la Figura 1 se hace una representación visual de las condiciones iniciales. La diferencia entre Jorge y Enrique, que es de 8 años, se visualiza claramente como un segmento adicional en el bloque de Jorge respecto al de Enrique. La condición de “en dos años” se refleja al agregar nuevos segmentos iguales para representar la edad de cada uno después de 2 años.

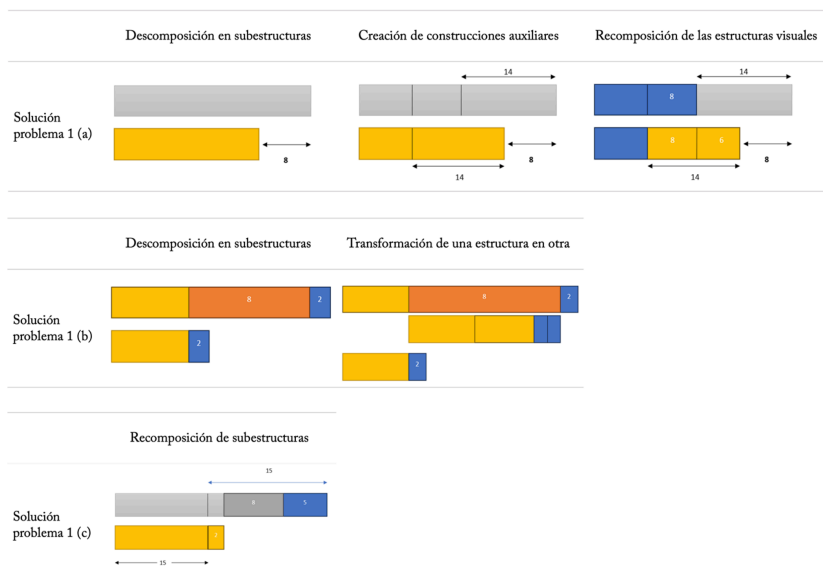
Creación de construcciones auxiliares. Para entender la condición de “dentro de dos años” se añaden bloques o segmentos que representan los años que pasan, en este caso son 2.

Transformación de estructuras en otras. En la Figura 1 se reorganizan las subestructuras para que, en lugar de solo ver las edades en el presente, se comparen en el futuro: se ajustan los bloques para que el bloque que representa la edad de Jorge en 2 años sea equivalente a “tres veces” el bloque que representa la edad de Enrique en 2 años. Se puede construir o superponer bloques de tamaño proporcional para mostrar claramente que el bloque inferior (la edad de Enrique en 2 años) cabe exactamente tres veces la cantidad del bloque de Jorge en 2 años.

Recomposición y síntesis para llegar a la solución. En la Figura 1 se observa cómo el rectángulo superior, al ser el triple del rectángulo inferior, implica que el rectángulo naranja, que representa al número 8, debe ser equivalente a dos rectángulos amarillos y dos azules. Ahora, como cada rectángulo azul representa al número 2, ambos rectángulos amarillos deben representar al 4 (pues $8 - 4 = 4$), lo que cada rectángulo amarillo representa al número 2. Por tanto, se puede inferir que Enrique tiene 2 años y Jorge tiene 10 años actualmente.

Figura 1

Solución del problema 1, inciso a, b y c



Solución de problema 1, inciso c

Descomposición en subestructuras. En la Figura 1, la edad de Jorge en 5 años se visualiza sumando 5 unidades al bloque que representa su edad actual. La edad de Enrique hace 2 años se visualiza restando 2 unidades del bloque que representa su edad actual. La condición plantea que el tamaño del bloque que representa la edad futura de Jorge (en 5 años) es el doble que el bloque que representa la edad pasada de Enrique (hace dos años).

Creación de construcciones auxiliares. Se añaden bloques o segmentos que representan los años que pasan (5 años para el futuro de Jorge y 2 años para Enrique en el pasado).

Transformación de estructuras en otras. Se reorganizan los bloques para poner en paralelo la edad futura de Jorge y la edad pasada de Enrique. En la Figura

1, el bloque que representa “Jorge en 5 años” esta encima del bloque que representa “Enrique hace 2 años,” y se ajustan para mostrar que el primero es exactamente el doble del segundo. La visualización permite percibir qué tamaño de bloque para Jorge en 5 años sería equivalente a dos veces el bloque de Enrique en ese momento en el pasado, ayudando a entender esta relación sin ecuaciones.

Recomposición y síntesis para llegar a la solución. La comparación visual de los rectángulos y de la suma o diferencia de tamaño de los bloques permite inferir las edades. Es decir, se observa en la Figura 1 que dentro de 5 años Jorge tendrá el doble de la edad que tenía Enrique hace dos años, lo que implica que la mitad del rectángulo superior representa el número 15 (pues $15 = 2 + 8 + 5$), por lo tanto, la edad de Enrique es de 17 años, y la edad de Jorge es de $17 + 8 = 25$ años.

Problema 2. Mi tío le dijo a su hija: “Hoy tu edad es de la mía y hace 7 años no era más que ¿Qué edad tiene mi tío y su hija?”

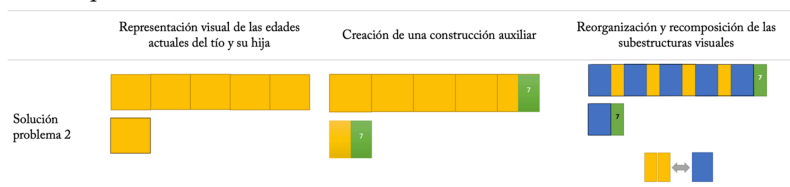
Descomposición en subestructuras. En la Figura 2 se representan visualmente las edades actuales del tío y su hija, donde la longitud del rectángulo mayor equivale a cinco veces la longitud del rectángulo menor.

Creación de construcciones auxiliares. Se añaden bloques o segmentos que representan la variación temporal “hace 7 años”, como se exhibe en la Figura 2.

Transformación de estructuras en otras, recomposición y síntesis. Como la edad del tío hace 7 años era siete veces la edad de la hija, el bloque azul del rectángulo inferior debe caber siete veces en el rectángulo superior; sin embargo, se observa que en cada bloque amarillo original del rectángulo superior cabe un bloque azul, por lo que ya tenemos cinco bloques azules, esto indica que los cuatro rectángulos amarillos sobrantes equivalen a dos bloques azules, es decir, dos rectángulos amarillos sobrantes equivalen a un bloque azul. Por comparación visual se deduce que el valor de cada rectángulo amarillo sobrante es 7, pues es equivalente al rectángulo verde, tal como se observa en la Figura 2.

Figura 2

Solución del problema 2



Por lo tanto, el bloque azul equivale 14 años y cada bloque amarillo equivale a 21 años, luego, las edades actuales de la hija y del tío son 21 y respectivamente. Para verificar la respuesta, la edad de cada uno hace 7 años es 14 y 98 años respectivamente, y se concluye que $98 = 7(14)$.

Problema 3. Isabel tiene la mitad de la edad de Olivia y dentro de 12 años tendrá $\frac{5}{6}$ de la edad que Olivia tenga entonces. ¿Cuáles son las edades actuales de Isabel y Olivia?

La descomposición de una estructura en subestructuras y unidades. En la Figura 3 se representa la edad actual de Isabel mediante un cuadrado, y como la edad actual de Olivia es el doble de la edad de Isabel, está se representa con dos cuadrados.

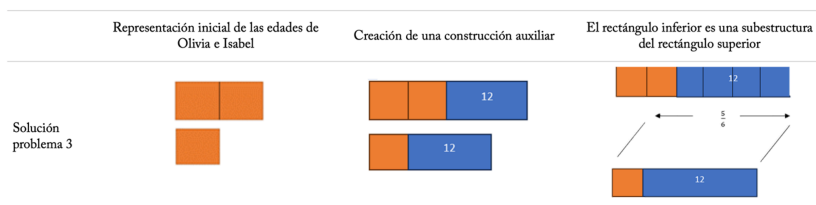
Creación de construcciones auxiliares. Para representar la variación temporal de 12 años en el futuro, se agrega un bloque adicional de color azul (Figura 3), de tal manera que la longitud el rectángulo inferior sea $\frac{5}{6}$ de la longitud del rectángulo superior.

Transformación de una estructura completa en otra estructura. A partir de la comparación visual de ambos rectángulos observamos que el rectángulo que representa la edad de Isabel en 12 años es una subestructura del rectángulo superior que representa la edad de Olivia en 12 años, y como la edad de Isabel es $\frac{5}{6}$ de la edad de Olivia, se deduce que el cuadrado unidad debe representar $\frac{1}{6}$ del rectángulo superior. Luego, el rectángulo que representa la cantidad 12 equivale $\frac{4}{6}$ del rectángulo superior, es decir, es equivalente a 4 cuadrados unidad, como se muestra en la Figura 3.

Recomposición y síntesis. Como se observa en la Figura 3, el rectángulo que representa la cantidad conocida 12 es equivalente a 4 cuadrados unidad, lo que implica que un cuadrado unidad representa 3 años, por lo que las edades de Olivia e Isabel son 6 y 3 años respectivamente. Para verificar el resultado sumamos 12 a cada número, obteniendo 18 y 15 años respectivamente, de manera que se corrobora que la edad de Isabel es $\frac{5}{6}$ de la edad de Olivia, pues $15 = \frac{5}{6}(18)$.

Figura 3

Solución del problema 3



Discusión

Los problemas resueltos a través del análisis de los componentes analíticos de la visualización ejemplifican cómo el modelo de barras es una herramienta prealgebraica útil, pues representa gráficamente cantidades conocidas y desconocidas, así como las relaciones cuantitativas mediante estructuras visuales que reflejan la estructura matemática del problema. Esta representación visual ayuda a la comprensión del problema y orienta a los estudiantes en la exploración de estrategias de solución, incluso antes de recurrir a la formulación simbólica del álgebra (Sevinç & Baysal, 2021; Koleza, 2015). Como señala Englard (2010, citado por Spencer & Fielding, 2015), esta herramienta no es un método de resolución en sí, sino un medio para mostrar la estructura matemática subyacente del problema, ayudando a los estudiantes a entender cómo abordarlo. Además de este valor representacional, el análisis realizado muestra que el modelo potencia activamente los componentes analíticos de la visualización, descomposición, construcción de auxiliares, transformación estructural, recomposición y síntesis (Chalé & Acuña, 2012). El modelo de barras se ve como una herramienta particularmente útil para el desarrollo de pensamiento algebraico al conectar lo concreto con lo abstracto (Shah et al., 2021).

En la práctica, estos componentes no se activan de forma secuencial o rígida. Por ejemplo, en la solución 1b), tras representar las edades futuras fue necesario añadir más bloques para hacer evidente la relación 3:1: “la edad de Jorge en tres años es el triple de la edad de Enrique”. Esto muestra que los procesos analíticos pueden repetirse, entrelazarse o alternarse según lo exija la interpretación estructural del problema. Esta flexibilidad evidencia que el modelo de barras es una herramienta visual, dinámica y adaptativa útil para la transición del pensamiento aritmético al algebraico.

Asimismo, el modelo de barras permite visualizar relaciones cuantitativas que no siempre son explícitas en el enunciado del problema. El uso de los componentes analíticos facilita la identificación de estructuras parte-todo, relaciones proporcionales y comparaciones (Spencer & Fielding, 2015; Kempen & Roos, 2024). Esta capacidad para hacer explícitas las conexiones cuantitativas es clave para guiar la interpretación y resolución del problema.

Tal como señalan Shah et al. (2021), organizar visualmente los datos permite conectar los elementos del problema con las operaciones necesarias, potenciando el pensamiento analítico. En este sentido, Arcavi (2000) concibe la visualización como un proceso clave en la construcción de significado matemático. A su vez, Koleza (2015) destaca que el modelo de barras permite realizar procesos de “hacer” y “deshacer”, es decir, construir, transformar y reorganizar representaciones visuales para explorar caminos de solución.

Finalmente es importante decir que el modelo de barras estructura el razonamiento, no sólo lo representa. Como sugieren Valenzuela y Gutiérrez (2018), se deben implementar estrategias visuales desde los niveles iniciales de enseñanza que permitan inducir, validar y generalizar relaciones a través del análisis de figuras geométricas.

Conclusiones

Este artículo muestra que el modelo de barras, al emplearse como herramienta visual en la resolución de problemas verbales, es una estrategia prealgebraica para representar relaciones cuantitativas y guiar procesos de razonamiento estructurado. Su principal aporte radica en su capacidad para revelar la estructura matemática subyacente al problema, permitiendo que los estudiantes identifiquen relaciones entre cantidades, comprendan su organización interna y elaboren rutas de solución de forma visual y lógica antes de recurrir a la notación algebraica formal (Shah et al., 2021).

Los ejemplos analizados evidencian que el modelo de barras moviliza los componentes analíticos de la visualización, descomposición, construcción auxiliar, transformación, recomposición y síntesis. Estos procesos permiten un análisis estructural del problema y guían el proceso de solución, y aunque no necesariamente siguen un orden lineal, se adaptan de forma flexible. Desde una perspectiva didáctica se recomienda incorporar el modelo de barras en las primeras etapas del aprendizaje del álgebra, no solo como apoyo visual, sino como una herramienta prealgebraica (Sevinç & Baysal, 2021). Su uso puede mejorar la comprensión de problemas verbales, promover las habilidades de resolución de problemas del estudiante y fortalecer sus habilidades de visualización y generalización.

Es necesario señalar que el alcance de este artículo se encuentra delimitado por la ausencia de datos empíricos directos. Las afirmaciones sobre el potencial del modelo de barras, así como las hipótesis respecto a sus efectos en la estructuración del pensamiento algebraico, provienen de estudios previos y de una lectura crítica de sus fundamentos representacionales. Además, el análisis se ha centrado en una tipología específica de problemas, particularmente aquellos con estructuras aditivas y relaciones proporcionales explícitas, por lo que sus proyecciones no pueden generalizarse a otros dominios matemáticos sin precaución.

Por último, aunque se ha argumentado a favor de la capacidad del modelo para mediar entre formas distintas de razonamiento, no se ha eludido el reconocimiento de sus límites prácticos; su implementación requiere condiciones didácticas específicas, como la construcción progresiva de significados, el acompañamiento docente y una atención constante a las inferencias que los estudiantes atribuyen a las representaciones. Estas consideraciones

no invalidan su valor, pero invitan a pensar el modelo como una herramienta situada.

Este análisis también se inscribe en una línea más amplia de trabajo que vincula la visualización matemática con propuestas de educación STEM en las que la representación gráfica cumple una función articuladora entre el razonamiento científico y la modelación de fenómenos. En esta perspectiva, la incorporación de tecnologías digitales abre posibilidades para enriquecer el uso del modelo de barras al transformar esquemas estáticos en representaciones dinámicas que amplifican la exploración y el análisis en tareas de modelado matemático.

Futuras investigaciones podrían profundizar en cómo los estudiantes articulan sus representaciones visuales con el lenguaje algebraico, así como en examinar el impacto del modelo de barras en diferentes niveles educativos. También se piensa en investigar el desarrollo del pensamiento algebraico al implementar el modelo de barras en el abordaje de diferentes temáticas como resolución de ecuaciones lineales o cuadráticas. Asimismo, se sugiere realizar estudios del modelo de barras en combinación con enfoques didácticos, como la enseñanza con variación, con el fin de valorar su implementación en contextos diversos.

Referencias

- Arcavi, A. (2015). Revisiting aspects of visualization in mathematics education. *La Matematica Nella Società e Nella Cultura*, 8(3), 143–160.
- Arcavi, A. (2000). Problem driven research in mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, 19(2), 141–173.
- Büscher, C. (2021). Teachers' Adaptions of the Percentage Bar Model for Creating Different Learning Opportunities. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(3), em0643. <https://doi.org/10.29333/iejme/10942>
- Bulac, R. C. (2019). Singapore Bar Model Approach in Teaching Math VI. *Journal of Physics: Conference Series*, 1254(1). <https://doi.org/pttq>
- Chalé Can, S. D., & Acuña Soto, C. (2012). El papel de la visualización en el desarrollo del pensamiento algebraico. En Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Ed.), *Segundo Coloquio de Doctorado, Cinvestav*. Cinvestav – IPN.
- Hershkowitz, R., Arcavi, A., & Bruckheimer, M. (2001). Reflections on the status and nature of visual reasoning – the case of the matches. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 32(2), 255–265. <https://doi.org/10.1080/00207390010010917>
- Kempen, L., & Roos, A. (2024). Solving algebraic equations by using the bar model: Theoretical and empirical considerations. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(9), em2505. <https://doi.org/pttr>

- Koleza, E. (2015). The bar model as a visual aid for developing complementary / variation problems. En K. Konrad & N. Vondrova (Eds.), *Proceedings of CERME 9, The ninth congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1940–1946). Charles University – ERME.
- Naeem Shah, M. (2022). Determining the Effect of Bar Model Technique on Students' Mathematical Word Problem Solving Skills. *Journal of Contemporary Teacher Education*, 6(1), 145–156. <https://doi.org/10.58444/jcte.v6i1.734>
- Osman, S., Che Yang, C. N. A., Abu, M. S., Ismail, N., Jambari, H., & Kumar, J. A. (2018). Enhancing Students' Mathematical Problem-Solving Skills through Bar Model Visualisation Technique. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(3), 273–279. <https://doi.org/10.12973/iejme/3919>
- Ruiz, S. U., Bravo, J. A. F., & Palop, M. P. (2016). El modelo de barras: una estrategia para resolver problemas de enunciado en Primaria. *Revista Internacional de Ciencia, Matemáticas y Tecnología*, 3(1), 23–37.
- Sabena, C., Schäfer, M., Fetzer, M., Hsu, H.-Y., & Yuan, Zhiqiang (2024). Visualization in the Teaching and Learning of Mathematics. En J. Wang (ed.), *Proceedings of the 14th International Congress on Mathematical Education* (Volume I; pp. 422–426). East China Normal University.
- Sevinç, Ş., & Baysal, E. (2021). The role of the Singapore bar model in reducing students' errors on algebra word problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53, 289–310. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1944683>.
- Shah, M. N., Anjum, F., Chand, S., & Tabassum, P. D. R. (2021). Enhancing Mathematical Word Problem Solving Skills: Using Bar Model Visualization Technique. *International Research Journal of Education and Innovation*, 2(3), 119–128. <https://doi.org/ptts>
- Spencer, R., & Fielding, H. (2015). Using the Singapore Bar Model to support the interpretation and understanding of word problems in Key Stage 2. En British Society for Research into Learning Mathematics (Ed.), *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics* (pp. 114–119). BSRLM
- Valenzuela, G. J., & Gutiérrez, V. (2018). Desarrollo del pensamiento algebraico en estudiantes de bachillerato a través de la generalización visual de sucesiones de figuras. *Educación Matemática*, 30(2), 49–72.



Autor de correspondencia

Juan Luis Ramírez Lubianos | ramanujan_jl@yahoo.com.mx