

## Cambios de base en el sistema numérico. Una experiencia con el ábaco abierto

Alexander Maz-Machado  
Noelia Jiménez-Fanjul  
Carmen León-Mantero  
*Universidad de Córdoba*

**Resumen:** *Presentamos una experiencia de trabajo con materiales sobre el tema de las bases numéricas en sistemas numéricos posicionales con estudiantes para maestro de Educación Primaria utilizando una variante del ábaco abierto.*

**Palabras Clave:** *Maestros en formación, ábaco abierto, cambio de base, materiales didácticos.*

## Changing bases in the number system. An experience with the vertical abacus

**Abstract:** *We present a classroom experience with prospective primary school teachers using a manipulative based on the vertical abacus for working the concept of base in positional number systems.*

**Keywords:** *Teachers in training, vertical abacus, rebasing, teaching materials.*

### INTRODUCCIÓN

En la Educación Primaria se enseñan contenidos matemáticos básicos y se desarrollan distintas competencias que tienen como finalidad lograr que los alumnos sean capaces de actuar ante diversas situaciones de la vida diaria, para dar solución a problemas que requieran la adecuada articulación de uno o varios conocimientos adquiridos.

Para las matemáticas en Primaria, el Real Decreto 126/2014 establece la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología. Así mismo, se define como uno de los objetivos para este ciclo escolar.

Desarrollar las competencias matemáticas básicas e iniciarse en la resolución de problemas que requieran la realización de operaciones elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones, así como ser capaces de aplicarlos a las situaciones de su vida cotidiana.

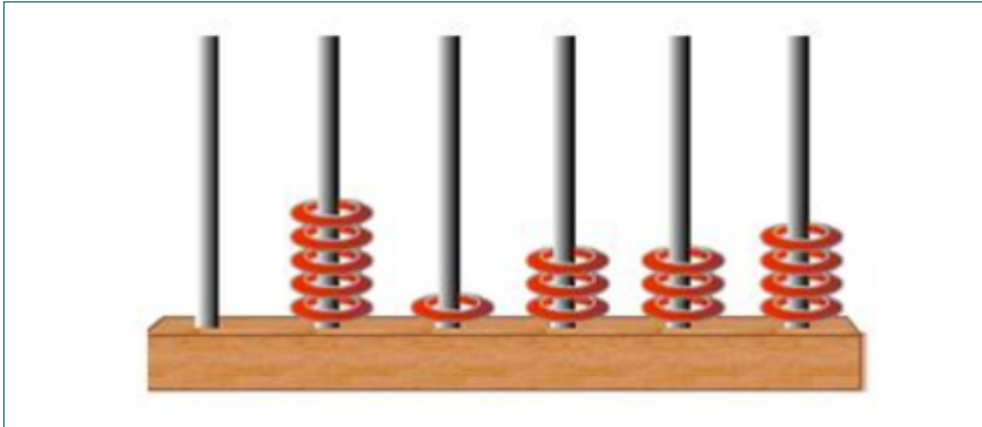


Figura 1 Ábaco abierto (Fuente: Estalmat-Canarias).

Lo anterior hace que sea necesario para los maestros de primaria durante su etapa de formación que reciban conocimientos tanto matemáticos como didácticos para poder brindar una enseñanza adecuada. Como afirman diversos estudios es necesario y beneficioso enfrentar a los maestros en formación a situaciones semejantes a las que se encontrarán en su futuro desempeño profesional y para ello las prácticas de aula con materiales didácticos manipulativos son adecuadas para tal fin (Llinares, 2009; Maz-Machado, León-Mantero, & Renaudo, 2015; Walsahaw, 2012).

Los materiales manipulativos crean ambientes favorables no solo para la comprensión de los conceptos matemáticos en Primaria sino también para inculcar en los alumnos actitudes positivas y de empatía hacia las matemáticas (Maz-Machado & Jiménez-Fanjul, 2012, 2014).

Uno de los conceptos básicos que debe comprender y dominar todo futuro maestro es de la “base” de todo sistema numérico posicional puesto que es condición necesaria para la enseñanza del sistema decimal. Por tanto su comprensión y la capacidad para realizar cambios de base entre sistemas posicionales es objetivo prioritario en la formación del futuro maestro. Por tal razón en este trabajo presentamos una experiencia en tal sentido utilizando una variación del ábaco abierto.

Originalmente el ábaco abierto está conformado por una base plana rectangular de la que salen seis barras, en las que se pueden insertar cuentas o arandelas según la base numérica y el número que se quiera representar.

## LA EXPERIENCIA

Participaron 140 estudiantes de primer curso de matemáticas de la titulación de grado en Educación Primaria de la Universidad de Córdoba durante el curso 2014/2015. Durante las clases teóricas se enseñó el algoritmo para cambiar la base de un número de base 10 a otra cualquiera y viceversa. Se observó que, si bien lo realizaban correctamente, en su mayoría tenían muchas dificultades para explicar el por qué y lo que significaba la nueva expresión del mismo número en la nueva notación.

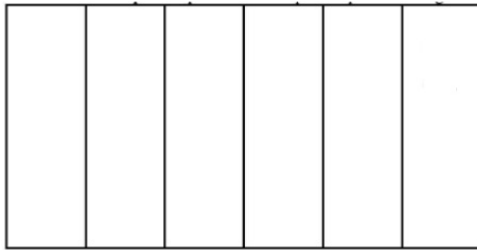


Figura 2.



Figura 3.

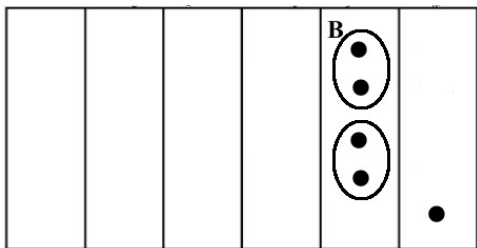


Figura 4.

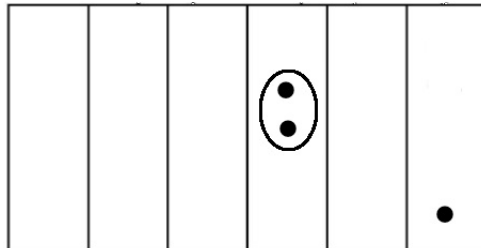


Figura 5.

Se decidió realizar una práctica utilizando una variación del ábaco abierto, esta consistía en dibujar sobre una cartulina o directamente sobre una mesa de trabajo seis columnas que representaban las varillas (fig. 2).

Se les pidió a los alumnos que trajesen un buen número de fichas, o monedas de 1 o 2 céntimos (algunos utilizaron lentejas porque su tamaño y forma facilitaba la actividad).

Se les indicó que, por parejas de estudiantes, en la cartulina o sobre el ábaco dibujado sobre la mesa, tomara 9 fichas o lentejas, ya que iban a trabajar esa cantidad en sistemas de diferente base, primero en el sistema binario y luego en otros. Colocamos las 9 fichas en la primera columna de la derecha y formamos grupos de dos fichas. Como en el sistema binario las agrupaciones se producen de dos en dos, cada grupo que se forme pasará al siguiente orden de unidades como uno, por lo tanto no se permite que el número de la base se “escriba”, teniendo solo dos dígitos posibles para cada orden de unidades, el 0 o 1. Una vez organizadas las parejas, pasaremos una ficha a la columna siguiente y retiramos la otra del ábaco. Esta ficha representa un paquete de fichas igual a la base agrupadas en la columna anterior. Volvemos a repetir el proceso en la nueva columna y así sucesivamente hasta que no quede en ninguna columna dos fichas (Fig. 3, 4, 5, y 6).

¿Cuántas parejas “A” se forman? Todo lo que sea par se pasa a la columna siguiente.  $A = \{2 \text{ fichas y cada ficha representa } 1 \text{ unidad}\}$ .

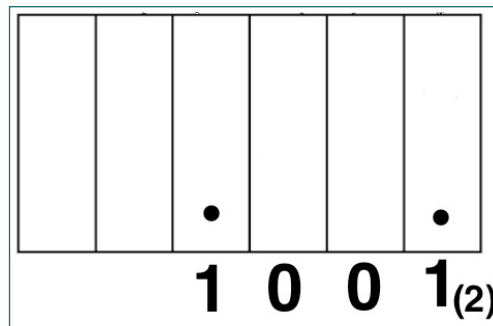


Figura 6.

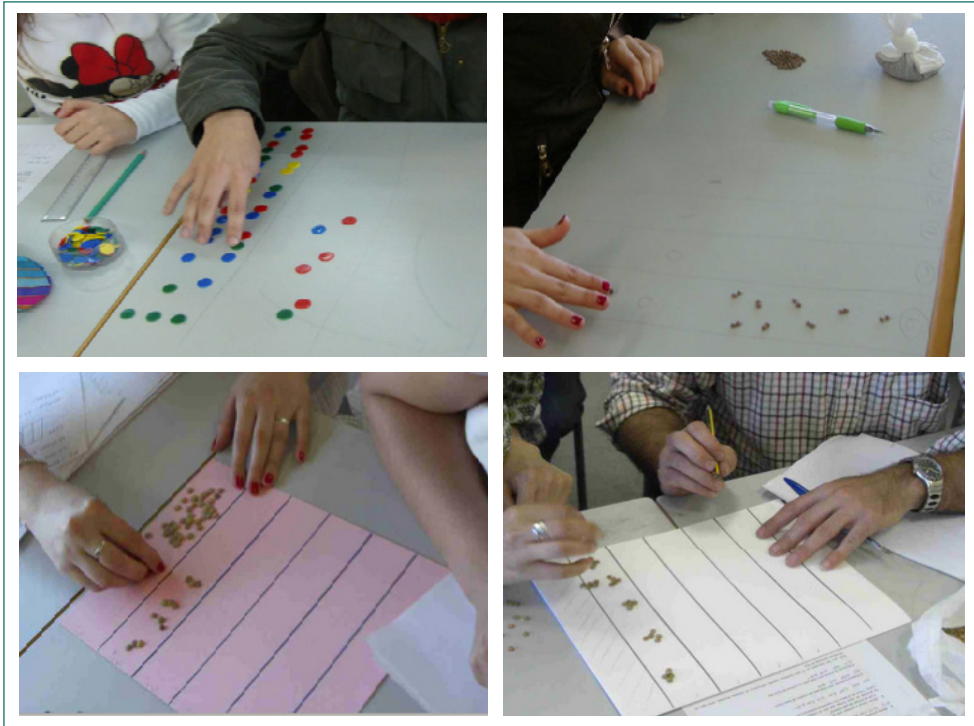


Figura 7. Alumnos durante la práctica.

Repetiendo el proceso, se han formado dos parejas fichas, tipo “B”, cada ficha de la penúltima columna representa a dos unidades. Por lo que se deben pasar estos “nuevos pares” a la columna siguiente y no queda ninguna ficha en esa columna.

$B = \{2 \text{ fichas y cada ficha representa } 2 \text{ unidades}\}.$

Se han formado una sola parejas de dos fichas, pero ahora cada ficha representa a 4 unidades. Por lo que se debe pasar este “nuevo par” a la columna siguiente y no queda ninguna ficha en esa columna.

Ahora no se pueden formar dos parejas, por lo que solo tengo una sola ficha que representa un paquete de 8 fichas. Procedemos a escribir el número de fichas en cada columna y esto nos da la equivalencia del número 9 en base decimal en base binaria.

$$9_{(10)} = 1001_{(2)}.$$

Una vez explicado el procedimiento y que los alumnos realizaban paso a paso con el profesor se les pidió que utilizando el mismo procedimiento cambiaran 5 números en notación decimal a otras binario. Luego debían pasar otros números a base 3, 5 y 6. Por ejemplo: Expresar  $51_{(10)}$  en base 3 y 6. Se prohibió realizar los cambios de base mediante algoritmos, solamente mediante la manipulación de las fichas.

## RESULTADOS

Al evaluar la práctica se obtuvo que el 92% de los alumnos realizó de manera correcta los cambios de base numérica. Los fallos detectados se debieron en gran medida a que los estudiantes transcribían los valores 0 y 1 resultantes de derecha a izquierda porque era la secuencia de trabajo que habían seguido en las columnas del ábaco.

Comprendieron que el resultado en cada columna era el valor de la base elevada a una potencia. La mayoría de alumnos optaban por escribir en la parte superior de las columnas, partiendo desde la primera de la derecha, la base elevada a 0, 1, 2, 4, etc.

Un aspecto que facilitó la actividad fue que se visualizó que no era posible que el número de la base apareciese en la expresión numérica porque al obtenerse ese valor se obligaba a pasar una ficha a la siguiente columna.

A partir de ese momento eran capaces de realizar cualquier cambio de base y explicaban qué valor representaba cada dígito en la base numérica dada.

## CONCLUSIONES

Esta práctica ha permitido a los estudiantes interactuar con materiales manipulativos. Tuvieron ocasión de conocer una estrategia didáctica diferente de la explicación formal.

La actividad facilitó a los estudiantes la comprensión de lo que significa un sistema numérico posicional y adquirieron destrezas en el cambio de bases numéricas.

Este tipo de actividades permiten que los maestros en formación adquieran los conocimientos y habilidades para enseñar a sus futuros alumnos de Educación Primaria el sistema numérico decimal y a su vez fomenten en ellos el desarrollo de competencias matemáticas.

## REFERENCIAS

- España. Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. BOE, 1 de marzo de 2014, núm. 52, p. 19349-19420
- Estalmat-Canarias. (2012). *El ábaco y los sistemas de numeración*. <https://www.uam.es/proyectosinv/estalmat/ReunionCantabria2012/Canarias-Abaco.pdf>
- Llinares, S. (2009). Competencias del maestro en la docencia en matemáticas y el diseño de programas de formación. *Uno Revista de Didáctica de las matemáticas*, 51, 92-101.
- Maz-Machado, A., & Jiménez-Fanjul, N. (2012). Ajedrez para trabajar patrones en matemáticas en educación primaria. *Epsilon. Revista de Educación Matemática*, 81(105-112).
- Maz-Machado, A., & Jiménez-Fanjul, N. (2014). Construcción de polígonos en Educación Primaria a partir de círculos de papel. *Epsilon. Revista de Educación Matemática*, 87(99-102).
- Maz-Machado, A., León-Mantero, C., & Renaudo, J. A. (2015). Student teachers valued the practices with materials in the subjects of mathematics. *Journal of Modern Education Review*, 5(1), 1-7.
- Walsahaw, M. (2012). Teacher knowledge as fundamental to effective teaching practice. *Journal of Mathematics Teacher Education* 12, 181-185. doi: 10.1007/s10857-012-9217-0