



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

LA MATEMÁTICA AL RITMO DEL MOVIMIENTO Y LA TECNOLOGÍA

ACOSTA, Y.

LA MATEMÁTICA AL RITMO DEL MOVIMIENTO Y LA TECNOLOGÍA

La importancia del cuerpo en el aprendizaje

THE MATHEMATICS IN TIME TO THE MOVEMENT AND THE TECHNOLOGY

The importance of the body on the learning

Yohana Acosta Ribón

yohanaacostaribon@gmail.com

Resumen

Desde el año 2011 se ha estado implementando una propuesta de aula, cuyo objetivo es fortalecer la habilidad para solucionar problemas matemáticos. Esta propuesta ha sido realizada con 175 estudiantes de grado quinto del colegio distrital Cundinamarca (Colombia) y se caracteriza porque utiliza herramientas tecnológicas e integra la dimensión del cuerpo para abordar diferentes conceptos matemáticos. Los resultados encontrados muestran que la propuesta de aula incide positivamente en la habilidad para solucionar problemas.

Abstract

Since 2011, it has been carrying out a classroom proposal which seeks to enhance the ability to solve math problems. This proposal has been implemented with 175 fifth grade students of the Cundinamarca School (Colombia). The proposal uses technological tools and integrates the body dimension to teach some math concepts. The results depict that the proposal had a positive impact on the ability to solve problems.

Introducción

El aprendizaje de las matemáticas, presenta cierto nivel de dificultad en los estudiantes de primaria y secundaria del Colegio Distrital Cundinamarca. Los bajos resultados se pueden evidenciar en las pruebas internas que realiza la institución, y en el bajo desempeño obtenido por los estudiantes durante su proceso escolar. A nivel internacional este panorama no es más alentador, en Nueva Zelanda más del 50% de los estudiantes de grado quinto de primaria tienen dificultades al solucionar problemas que involucran las operaciones básicas. Así mismo, en Chile más del 46% de los estudiantes de grado cuarto presenta la misma problemática (TIMSS, 2011).

Por lo anterior, desde el año 2011 se ha estado implementando una propuesta para fortalecer la habilidad para solucionar problemas matemáticos. La propuesta utiliza artefactos tecnológicos y además integra la dimensión del cuerpo.

Propuesta de aula para la enseñanza de las matemáticas

Fase 1: Aplicación del pre-test y observación de clase

Se diseña una prueba con el objetivo de conocer los preconceptos de los estudiantes. Los resultados de esta prueba se comparan con los resultados del pos-test y de esta manera, se determina si la propuesta de aula tiene o no un impacto significativo en el desarrollo de habilidades para solucionar problemas matemáticos.

La prueba se conforma por 13 problemas. A cada uno de los problemas se les diseñan indicadores de desempeño, ubicados en los niveles: 0, 1, 2 y 3. Es cero "0" cuando el estudiante no responde por lo que se pregunta y tres (3) cuando logra solucionar correctamente el problema. La tabla I muestra los indicadores diseñados para el problema No 9.

TABLA I. Indicadores de desempeño para el problema 9

3	2	1	0
Identifica las incógnitas dentro de un problema, establece relaciones válidas entre las variables y realiza correctamente las operaciones entre los datos.	Identifica las incógnitas dentro de un problema, establece relaciones válidas entre las variables, pero no realiza correctamente las operaciones entre los datos	Identifica las incógnitas dentro de un problema, no establece relaciones válidas entre las variables y tampoco realiza correctamente las operaciones entre los datos.	No identifica las incógnitas dentro de un problema, no establece relaciones válidas entre las variables y tampoco realiza correctamente las operaciones entre los datos.

La figura I muestra la respuesta dada por un estudiante al problema 9. El problema 9 plantea lo siguiente: "Camilo se mueve 3,5 pasos al oriente y 4 pasos al sur. Desde esa posición, se mueve otros 2 pasos al oriente y 7,6 pasos al sur". Teniendo en cuenta la información anterior, determina la cantidad de pasos que dió Camilo hacia el oriente.

FIGURA I. Solución al problema No 9 por parte de un estudiante (Nivel de desempeño 1)

Determinar la cantidad de pasos que dio Camilo hacia el oriente.

$$\begin{array}{r} 3,5 \\ \times 2 \\ \hline 60 \end{array}$$

El estudiante que logra identificar la variable del problema, que en este caso es la cantidad de pasos hacia el oriente, pero no establece relaciones validas entre las variables (planteó una multiplicación en vez de una suma) y tampoco logra realizar correctamente las operaciones entre los datos, estará ubicado en el nivel de desempeño 1.

Después de aplicar la prueba e identificar los conocimientos previos de los niños, se realiza una observación de clase con el objetivo de conocer las actitudes de los estudiantes, frente actividades que involucran movimientos corporales. Recordemos que el cuerpo es el componente principal de esta propuesta de aula, por lo tanto, se debe garantizar un ambiente de confianza en donde el estudiante se sienta libre para moverse y de esta manera participar activamente de las actividades.

Fase 2: Implementación de las actividades

A continuación se realiza la descripción de algunas de las actividades

Conociendo mi cuerpo

Esta actividad se realiza con el objetivo de disminuir el nivel de estrés en los niños garantizando un ambiente de confianza. En esta actividad se le solicita a un grupo de estudiantes que se mueva de forma libre en el espacio del salón. Posteriormente, se le dice al siguiente grupo de niños que se muevan sin repetir los movimientos realizados por los compañeros. También se propone realizar diferentes desplazamientos en donde describa una figura. Algunos estudios han demostrado que los altos niveles de estrés afectan la memoria. De acuerdo a Solaz (n.d); la memoria es uno de los factores que incide en la habilidad para solucionar problemas, por lo tanto, el buen funcionamiento de esta evitará bloqueos mentales en el momento de enfrentarse a una situación problemática. Por lo anterior, la implementación de actividades que reduzcan el nivel de estrés en los niños incidirá positivamente en su aprendizaje, y por ende en la habilidad para solucionar problemas.

Representación de los números con el cuerpo

En esta actividad se trabajan los números decimales y su representación con punto. Se considera pertinente abordar este tipo de expresiones por dos aspectos: En primera medida, estos números tienen gran aplicabilidad en el entorno cotidiano. En segundo lugar, el manejo y la comprensión de los mismos, presentan un alto nivel de complejidad en los niños de primaria y secundaria.

Para abordar este conjunto de números, se plantean dos actividades: En la primera actividad se busca que el estudiante comprenda que es un número decimal. En la segunda actividad, se busca desarrollar habilidades para solucionar problemas que involucren este conjunto de números.

Con respecto a la primera actividad, se plantea trabajar alrededor del valor posicional de los dígitos que conforman el número decimal y problemas de ordenamiento, tanto ascendente como descendente. La implementación de esta actividad inicia con la representación de los números del 0 al 9. El grupo de estudiantes asigna una posición específica para cada uno de estos números. En la figura II se puede observar la representación del número 8,743.

FIGURA II. Representación del número 8,743



Los estudiantes observantes identifican los números representados por sus compañeros y los escriben en el cuaderno. Durante el desarrollo de la actividad, la docente realiza algunas intervenciones para cuestionar a los niños sobre las nociones de número decimal.

Docente: ¿Qué piensas cuando ves la siguiente expresión 8,743?

Estudiante 1: que es un número muy grande (el estudiante lee 8.743, en vez de 8,743) **Estudiante 2:** Son dos números, el número 8 y el número 743

(Con estas afirmaciones, se podría pensar que los estudiantes no identifican este conjunto de números)

Una vez el estudiante empieza a comprender el valor posicional de los números, se procede a realizar una actividad de ordenamiento. Esta actividad se desarrolla con tres grupos de estudiantes, en donde cada grupo representa un número.

La figura III muestra a los tres grupos de estudiantes. El grupo más cercano al tablero está representando el número 0,97, el grupo del medio representa el número 1,78 y el otro grupo, el número 1,4.

FIGURA III. Representación de los números: 0,97 1,78 y 1,4



Los niños observantes identifican los números y uno de ellos pasa al centro del salón, y organiza los números de forma ascendente o descendente. Para esta organización se propone que el estudiante disponga los números (organice a los compañeros) de tal forma que pueda comparar su parte entera y su parte fraccionaria. La disposición de los números es en columna. Esta forma permite identificar cuando un número es mayor a otro. Durante este proceso se plantean las siguientes preguntas: ¿Por qué el número ubicado en la segunda posición es mayor que el número ubicado en la primera posición? - ¿Que otros números podrían estar entre dos de los números representados por tus compañeros?

En la segunda actividad se propone la solución de problemas que involucran las cuatro operaciones básicas. Este tipo de problemas se caracterizan porque se encuentran enmarcados dentro de la cotidianidad de los niños. Inicialmente se plantea la situación problema, el grupo identifica las variables. Una vez identificadas estas variables, el grupo plantea y soluciona el problema. El planteamiento esta dado mediante la representación de los datos con el cuerpo.

Al final de la actividad surgen soluciones correctas e incorrectas, para ello, se propone tomar tres o cuatro grupos con soluciones diferentes, con el objetivo de confrontarlas y evaluarlas. Recordemos que una de las etapas en la solución de problemas, es la evaluación, por lo tanto, se propone que cada estudiante se cuestione si el valor numérico encontrado es coherente con el problema, si las unidades corresponden con el problema, si el problema podría solucionarse de diferente manera, etc. Este proceso meta-cognitivo permite que el estudiante reflexione sobre cada uno de los pasos realizados, permitiéndole generar nuevas estrategias para solucionar problemas futuros.

La figura IV representa una de las soluciones planteados por los estudiantes al problema de la distancia. En el problema se solicita determinar la distancia total recorrida por Andrea y por Julián. La primera línea de estudiantes (la más cercana al tablero), representa la distancia recorrida por Camilo: 2,25 m y la segunda línea la distancia recorrida por Julián: 7,16 m. El estudiante que se encuentra en medio de los dos números representa el signo más (+).

FIGURA IV. Solución al problema de las distancias



Moviéndome libremente (Danza)

Para esta actividad cada grupo de estudiantes propone un baile de acuerdo a sus gustos e intereses. En el baile se debe incluir la descripción de una figura y además la representación de diferentes ángulos con el cuerpo. Esta actividad tiene 4 objetivos: 1) Identificar la figura realizada por los compañeros durante el baile y ubicarla correctamente en el plano cartesiano. 2) Identificar los ángulos representados por los compañeros durante el baile. 3) Determinar el área y el perímetro de la figura y 4) Determinar el valor de los ángulos internos de la figura

FIGURA V. Representación de los bailes a un grupo de estudiantes.



Cada grupo antes de empezar el baile, explica a sus compañeros el valor numérico de cada paso que va a realizar y de los movimientos a ejecutar. Esta información es importante porque va a permitir al grupo de estudiantes observantes, dimensionar la figura y determinar la escala de su plano cartesiano. Por ejemplo, en la segunda fotografía de la figura V, se puede observar que el estudiante está caminando de manos, este movimiento representa 6 pasos; con esta información el estudiante puede hacer una representación mental de las posibles dimensiones del gráfico y por lo tanto, lo tendrá como referencia para determinar los valores a utilizar en el plano cartesiano.

Un segundo aspecto a informar por parte de los niños que van a representar el baile, es el punto de partida. Este punto de referencia permite que los niños observantes puedan ubicar correctamente la figura en el plano cartesiano. Los nombres de los ejes del plano cartesiano están dados por los puntos cardinales (oriente, occidente, norte y sur).

Finalizada la etapa de explicación e información, los niños proceden a realizar el baile. Durante el baile, este grupo de estudiantes describe una figura y en los vértices que conforman esta figura, los estudiantes se detienen con dos objetivos: 1) dar tiempo que los niños observantes puedan ubicar este punto en el plano y de esta forma, seguir la secuencia para poder construir la figura. 2) Identificar los ángulos que están representando sus compañeros.

La figura VI muestra la representación gráfica de uno de los bailes en diferentes momentos. La figura VIa muestra una de las primeras representaciones realizadas por un estudiante. Aún cuando la figura no coincide con la figura realizada en el baile (Figura VII), hay algunos puntos que efectivamente pertenecen a esta figura. En la figura VIb, se observa un mayor número de puntos que coinciden con la figura del baile. Finalmente el estudiante logra identificar y ubicar correctamente la figura sobre el plano (Figura VIc)

FIGURA VI. Representación gráfica de un baile en diferentes momentos

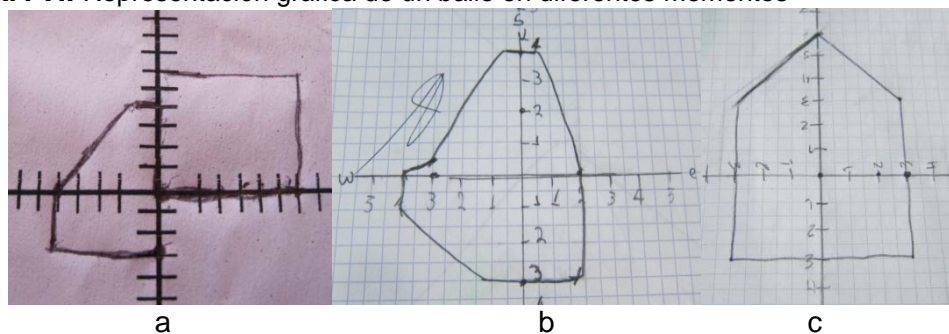
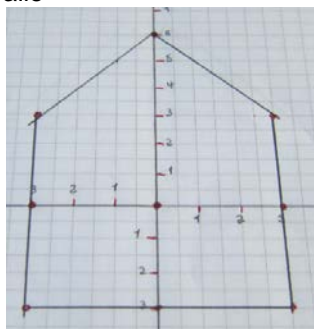


FIGURA VII. Figura original del baile



Una vez los estudiantes observantes grafican la figura en el plano, proceden a determinar el perímetro y en algunos casos el área de la figura. Así mismo, determinan el valor de los ángulos internos que conforman la figura utilizando el transportador.

El proceso de representar una situación real sobre un plano cartesiano no es una tarea sencilla, para lograrlo se requiere de elaborados procesos cognitivos de visualización, razonamiento y construcción. El proceso que lleva a cabo el estudiante observador inicia con la visualización, durante este proceso, él logra hacer una representación mental del movimiento realizado por su compañero. Después viene el proceso de razonamiento, en donde el estudiante utiliza su conocimiento matemático sobre plano cartesiano, para ubicar la posición del compañero. Finalmente el estudiante construye la figura partiendo de cada una de los puntos localizados en el plano.

Programando el LEGO

En las actividades anteriores se utilizó el cuerpo sin hacer uso de herramientas tecnológicas innovadoras. Para esta actividad, se propone programar un robot para que se mueva sobre un plano cartesiano describiendo una figura.

Esta actividad se plantea para ser desarrollada al final porque demanda un alto nivel de abstracción para lograr mover el robot de una forma determinada. Las actividades anteriores permiten que el estudiante comprenda como se representan diferentes movimientos sobre el plano. Cuando el estudiante realiza estos movimientos con su cuerpo, fácilmente puede asociarlas al movimiento del robot. La figura VIII muestra los tres momentos para la programación del robot. En el primer momento, el grupo de estudiantes analiza la forma como se va a mover el robot. El segundo momento, se centra en la modelación de este movimiento utilizando el lenguaje de programación LEGO. Finalmente, el grupo de estudiantes evalúa si el movimiento programado es el ejecutado por el robot.

FIGURA VIII. Programando el LEGO



RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Resultados del pre-test y post-test

Las pruebas se aplicaron a 175 estudiantes de grado quinto del colegio Cundinamarca. El rango de edades de este grupo oscila entre los 9 y 11 años. La tabla II y la tabla III muestran la cantidad de estudiantes ubicados de acuerdo a su nivel de desempeño en cada uno de los problemas.

TABLA II: Cantidad de estudiantes dentro de cada nivel de desempeño (Pre-test)

Niveles	Cantidad de estudiantes (%)																
	0	1	2	3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
0	99,3	45,0	64,9	31,1	40,4	78,1	72,8	81,5	87,4	86,1	95,4	75,5	43,0				
1	0,0	50,3	30,5	26,5	25,2	11,9	25,8	9,2	11,3	12,6	4,0	8,6	31,1				
2	0,0	0,7	0,7	8,6	10,6	2,6	0,7	9,3	0,7	0,7	0,7	3,3	12,6				
3	0,7	4,0	4,0	33,8	23,8	7,3	0,7	0,0	0,7	0,7	0,0	12,6	13,2				
Problemas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13				
	Bloque 1			Bloque 2			Bloque 3			Bloque 4							

TABLA III: Cantidad de estudiantes dentro de cada nivel de desempeño (Post-test)

Niveles	Cantidad de estudiantes (%)												
---------	-----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

0	7,4	10,1	6,0	6,0	9,4	8,1	12,8	12,8	6,0	8,7	4,7	14,8	0,7
1	6,0	11,4	10,7	23,5	15,0	16,8	5,4	13,4	11,4	8,7	18,1	12,8	18,1
2	23,5	47,7	18,8	26,8	20,2	23,5	20,8	29,5	31,5	23,5	37,6	39,6	32,2
3	63,1	30,9	64,4	43,6	55,4	51,7	61,1	44,3	50,3	59,1	39,6	32,9	47,0
Problemas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
	Bloque 1			Bloque 2		Bloque 3			Bloque 4				

La tabla IV y tabla V muestran el promedio de estudiantes por bloques de problemas. Los problemas P1, P2 y P3 pertenecen al bloque 1 porque abordan el mismo concepto. Los mismos criterios se aplican para el resto de los problemas.

TABLA IV: Promedio de estudiantes (%) por bloque de problemas (pre-test)

Niveles	Promedio Bloque 1	Promedio Bloque 2	Promedio Bloque 3	Promedio Bloque 4
0	69,8	35,8	77,5	77,5
1	26,9	25,8	15,6	13,5
2	0,4	9,6	4,2	3,6
3	2,9	28,8	2,6	5,4

TABLA V: Promedio de estudiantes (%) por bloque de problemas (post-test)

Niveles	Promedio Bloque 1	Promedio Bloque 2	Promedio Bloque 3	Promedio Bloque 4
0	7,8	7,7	10,4	7,0
1	9,4	19,2	12,5	13,8
2	30,0	23,5	19,7	32,9
3	52,8	49,5	39,8	45,8

Los problemas ubicados dentro del bloque 1 indagan principalmente sobre números decimales. En la tabla V se puede observar un aumento significativo del número de estudiantes ubicados en el nivel de desempeño 2 y 3. En el nivel de desempeño 3, el porcentaje pasó del 2,9% (pre-test) a un 52,8% (post-test). Este resultado indica que un mayor número de estudiantes identifica cuando un número es mayor a otro, y además los organiza correctamente de forma ascendente y descendente. Por otra parte, el número de estudiantes ubicados en los niveles de desempeño 0 y 1 disminuyó. Estos resultados muestran que hay un porcentaje reducido de estudiantes que aún presentan dificultades en problemas de ordenamiento con números decimales (9,4%), y casos más extremos en donde el estudiante no logra identificar cuando un número es mayor a otro (7,8%).

Los problemas ubicados dentro del bloque 2 indagan sobre el concepto de ángulo. En la tabla IV y V se puede observar que el porcentaje de estudiantes ubicados en el nivel de desempeño 2, pasó del 9,6% (pre-test) al 23,5% (post-test). Estos resultados indican que un mayor número de estudiantes identifica que es un ángulo aún, cuando presentan pequeñas dificultades en algunos de los trazos. Los estudiantes ubicados en el nivel de desempeño 3 se caracterizan porque identifican que es un ángulo, y lo dibujan correctamente. El porcentaje de estudiantes ubicados en este nivel, pasó del 28,8% al 49,5%.

Los problemas 6, 7 y 8 se encuentran dentro del bloque 3. Estos problemas indagan sobre el concepto de área y perímetro. La tabla IV muestra que el 77,5% de los estudiantes no identifica las variables del problema, motivo por el cual están ubicados en el nivel de desempeño 0 y el 15,6 % identifica las variables, pero no establece relaciones válidas entre ellas (nivel de desempeño 1). El 4,2% de los estudiantes establece relaciones válidas entre las variables pero no operacionaliza correctamente los datos (nivel de desempeño 2). Sólo el 2,6% de los estudiantes logra llegar a la solución del problema (nivel de desempeño 3). En la tabla V se observa un aumento en el porcentaje de los estudiantes ubicados en los niveles 2 y 3. En el nivel dos, paso del 1,1% al 19,7% y en el nivel 3, del 2,6% al 39,8%. Estos resultados son positivos porque indican que un mayor número de estudiantes sabe cómo enfrentarse y solucionar correctamente problemas de área y perímetro.

Los problemas del 9 al 13 (bloque 3) indagan sobre el plano cartesiano. Estos resultados muestran una tendencia similar a los resultados encontrados anteriormente, es decir, mayor porcentaje de estudiantes ubicados en los niveles dos y tres y, menor porcentaje de estudiantes ubicados en los niveles 0 y 1. Los estudiantes ubicados en el nivel de desempeño 3 solucionan correctamente problemas que involucran el plano cartesiano, evidenciándose en la ubicación correcta de diferentes puntos sobre el plano, en la representación de situaciones sobre el plano e identificación de coordenadas. Los estudiantes ubicados en el nivel de desempeño 2 presentan inconvenientes en la ubicación y representación de algunos puntos sobre el plano. En los niveles 0 y 1, se encuentran los estudiantes que tienen algunas nociones sobre el plano cartesiano o aquellos que lo desconocen.

En términos generales se puede concluir que la propuesta de aula incidió positivamente en la habilidad para solucionar problemas. Aún cuando no todos los estudiantes se encuentran en un nivel de desempeño 3, se puede evidenciar un avance significativo frente a cada uno de los conceptos abordados. Es claro que la integración del cuerpo y el uso de herramientas tecnológicas favorecieron el aprendizaje. Estos resultados son coherentes con algunos estudios realizados por Hannaford (2005), Macri (2011), Polla (2011) y Radford (2009), en donde proponen que el cuerpo es un elemento fundamental en el proceso de aprendizaje.

Al integrar la dimensión del cuerpo dentro de las actividades de matemáticas se evidencia un cambio de actitud en el grupo de estudiantes. Un alto porcentaje de los niños mostraron entusiasmo y dedicación en cada una de las actividades. Estos resultados coinciden con un estudio realizado por Linnette (2001), en donde encuentra que los niños al ser entrenados con danza muestran mejores resultados en el test de motivación académica (Academic Motivation Inventory) que el grupo que fue entrenado sin danza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hannaford, C. (2005). *Smart Moves, why learning is not all in your head*. United States of America: Great River Books.

Linnette, W (2001). Changing student attitudes toward math: using Dance to teach Math. Minneapolis Public Schools. [en línea]. [Fecha de consulta: 31/ 07/ 2011].

Macrí, S. (2011). *Palabra y cuerpo en movimiento: Un proceso de aprendizaje creativo en la escuela primaria. Estudio de caso*. (Tesis Doctoral). Universitat Ramon, España.

Polla, R. M. (2011). *Que necesita el Cerebro para Aprender* [Video]. Argentina. [Fecha de consulta: 13/ 07/ 2011].

Radford, L (2009) .Signifying Relative Motion: Time, space and the semiotics of cartesian graphs. En Roth, W (Ed), *Mathematical representation at the interface of body and culture* (pp. 45 - 69). University of victoria, Canada.

Solaz, J (n.d). *Una aproximación a la resolución de problemas de lápiz y papel en el aula de ciencias*. [en línea]. [Fecha de consulta: 13/11/2013].

Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). [En línea]. [Fecha de consulta: 18/07/2012].