

**EXPERIENCIA PILOTO DE IMPLEMENTACIÓN EN AULA
DEL PROGRAMA MATEMÁTICAS A COLOR – ALANDRA
INFORME FINAL**

Contrato Número: 4600033072 de 2011

Contratante: Municipio de Medellín – Secretaría de Educación

Contratista: Fundación Alandra

Fecha del Informe: Diciembre 6 de 2011

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe final contiene los resultados de la experiencia piloto realizada en Medellín con tres instituciones educativas adscritas a la Secretaría de Educación de esta ciudad, entre marzo y noviembre de 2011, implementando en aula el programa Matemáticas a Color, diseñado y desarrollado por Alandra- investigación educativa.

En primera instancia, la experiencia piloto de Matemáticas a Color en las tres IE, durante siete meses con 26 docentes y más de mil niños puede ser calificada como exitosa. Exitosa en cuanto a respuesta y aportes de los docentes; en cuanto a mejoramiento tanto de la actitud de los niños hacia las matemáticas como de su comprensión y conceptualización en esta área del saber; en cuanto expectativas de cambio institucional en cada una de las IE involucradas; y, en cuanto a evidencias experimentales que apuntan en el sentido de apoyar la tesis teóricas en las que está fundamentado el programa de Matemáticas a Color.

Este resultado se explica esencialmente por dos razones fundamentales:

- Se consolidó un equipo de docentes comprometido y dedicado, que con excepciones, ha asimilado bien su nuevo papel de tutor, se ha apropiado de la metodología del programa, ha diseñado e implementado estrategias tanto para el manejo de la logística de los materiales como para la interacción suya con sus estudiantes y de ellos entre sí. Todo esto, en medio de unas condiciones locativas que no fueron las más adecuadas. Ninguna de las IE involucradas resolvió definitivamente el problema de un mobiliario adecuado para las actividades de los niños, ni para el almacenamiento del material. Pero, para cada uno de esos cotidianos problemas, surgieron soluciones propuestas por los docentes.

Las encuestas realizadas por los coordinadores locales y por el equipo de Alandra, así como el examen de los resultados del trabajo de los niños, ponen en evidencia que este equipo de docentes valora altamente el programa y está dispuesto a continuar con la experiencia.

- El programa Matemáticas a Color ha mostrado sus bondades internas. En primer lugar, la utilización sistemática de materiales tangibles, a pesar de los problemas logísticos de almacenamiento, distribución a los niños, conservación y cuidado del mismo, despertó el entusiasmo y el interés de los niños y en consecuencia, el apoyo de los docentes y de algunos directivos docentes. Adicionalmente, los cuadernos de guías, que presentan una propuesta coherente y sistemática de actividades, con un propósito claro de aprendizaje, no obstante pequeñas dificultades de edición y acabado, sirvieron de valioso instrumento de reflexión para estudiantes y docentes.

Por otra parte, el diseño de asesoría a los docentes, que en un primer momento sólo contemplaba reuniones presenciales, seminario virtual y asesoría permanente on-line, fue complementada con la designación de dos coordinadores locales, docentes con experiencia en investigación, quienes asumieron su rol con buen ánimo y excelente dedicación. Queda, de esta experiencia, la enseñanza de que todavía el apoyo virtual no es suficientemente aprovechado por la actual generación de docentes en el país.

Apropiación de la metodología Matemáticas a Color por los docentes

Los resultados en los promedios de los niños guardan una correlación positiva con lo que pudiéramos denominar el grado de apropiación de los docentes por el programa de Matemáticas a Color, evidenciada en las encuestas adelantadas por los coordinadores locales. En este punto, es preciso señalar que las dos encuestas fueron diseñadas, aplicadas y analizadas independientemente por el equipo de Alandra y por los dos coordinadores locales, a quienes se les dio toda la autonomía para adelantar su labor.

Los promedios más altos, el mejoramiento más pronunciado y generalizado se presentaron en los grupos de transición. Con una excepción, las docentes de este grado de las tres IE demuestran su alto nivel de compromiso con Matemáticas a Color y su gran aceptación por las actividades y materiales.

En el grado primero, se presentó la desafortunada concurrencia de más de un proyecto en los grupos de las IE Kennedy –Minerva y Juvenil Nuevo Futuro. En la primera de éstas, Matemáticas a Color se cruzó con “Didáctica flexible” y en la segunda con “Numerario”. La actitud de los respectivos docentes se manifiesta ambigua frente a privilegiar alguno de los dos proyectos en los que se ven involucrados, lo que incide en una falta de compromiso más profunda y, por tanto, en una implementación más débil. Resalta que los resultados de los grupos de grado primero de la IE Kennedy- Minerva son los más bajos no sólo de este grado, sino en general de toda la experiencia. En contraste, una de las docentes de la IE San José muestra en las encuestas su alto nivel de compromiso y aprecio por Matemáticas a Color; de manera correspondiente, los resultados de sus estudiantes son los más altos de este grado, pero también de todos los grados de la experiencia con la excepción de transición.

Una de las docentes de primero de la IE San José, las dos docentes de segundo de esta misma institución y las dos de ese mismo grado de la IE Juvenil, aunque muestran aprecio por Matemáticas a Color, también señalan su preocupación por el cambio de énfasis de lo operativo a lo lógico que implica el programa. Además, muestran sus dificultades para acomodarse al nuevo rol de tutor y permitir el desarrollo del trabajo autónomo de sus estudiantes. Como resultado, los promedios de sus estudiantes, por debajo de la media de la experiencia y casi al nivel de los grupos de control, reflejan esas dificultades.

Las docentes de segundo de la IE Kennedy – Minerva, quienes en un principio también participaban del proyecto “Didáctica flexible”, tomaron la decisión de dedicar su tiempo y esfuerzos sólo a Matemáticas a Color. Esta decisión muestra un alto nivel de compromiso y entusiasmo con el programa, que se ve reflejado en los buenos promedios de sus estudiantes.

Las docentes de grado tercero de la IE Kennedy –Minerva al principio mostraron expectativa frente al programa, pero progresivamente desarrollaron un interés y una decisión de apropiarse de la propuesta. Los resultados de sus estudiantes, los más altos de este grado, reflejan este cambio positivo de actitud frente a Matemáticas a Color.

Resultados de los estudiantes

La metodología empleada en la prueba piloto se orientaba a medir variaciones en dos variables relacionadas con los estudiantes. La primera, la actitud hacia la asignatura de matemáticas. La segunda, la capacidad de razonamiento matemático, medida por la capacidad de resolver problemas de distinto nivel de complejidad.

Variable: Actitud hacia las matemáticas

La encuesta aplicada a los niños por el equipo de Alandra indagaba por las materias que más y que menos gustaban a los niños participantes en la experiencia. Los resultados, reseñados antes, muestran que alrededor del 55% de los niños de segundo y tercero grados presentan una actitud positiva frente a la asignatura, en contraste con los datos de entrada, pero lejos de la meta trazada del 80%. Sin embargo, la encuesta de los coordinadores locales, que indagaba a los niños directamente por su percepción y gusto por Matemáticas a Color, no por la asignatura, arroja unos resultados contundentes: Más del 90% de los niños manifiestan su gusto por Matemáticas a Color.

GRÁFICO 1: AGRADO POR LAS ACTIVIDADES PROPUESTAS EN MATEMÁTICAS A COLOR

Fuente: Encuesta de coordinadores locales Fabio Zapata y Claudia Medina

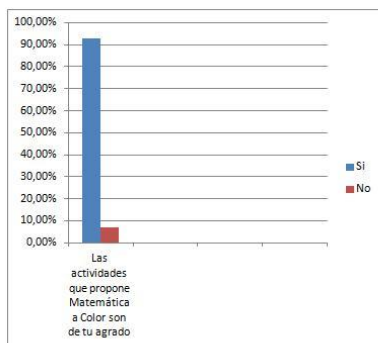


Gráfico 2: Agrado por las actividades propuestas. Estudiantes IE San José

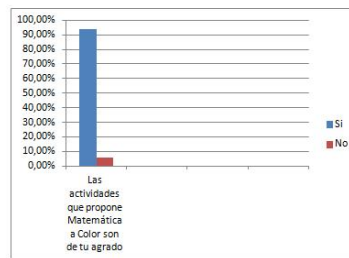


Gráfico 2: Agrado por las actividades propuestas. Estudiantes IE Kennedy- Minerva

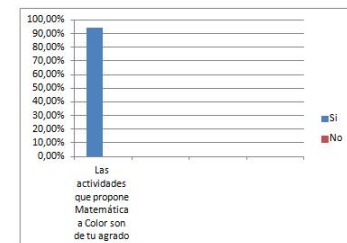


Gráfico 2: Agrado por las actividades propuestas. Estudiantes IE Juvenil

En el gráfico 1 puede observarse claramente que en un porcentaje superior al 90% de los estudiantes de las tres IE participantes manifestaron su agrado por las actividades de Matemáticas a Color. Más allá de generar una actitud positiva hacia la asignatura matemáticas, lo cierto es que a una inmensa mayoría de los niños y niñas participantes en la experiencia piloto mostraron agrado y entusiasmo por las actividades del programa Matemáticas a Color.

Variable: Capacidad de resolución de problemas

Ese gusto también se ve reflejado en una mejoría en la capacidad de razonamiento matemático, superior a la de los respectivos grupos de control. Los resultados del análisis estadístico de las pruebas de salida efectuadas a muestras aleatorias tanto de los grupos experimentales como los grupos de control se muestra en la siguiente tabla 1.

TABLA 1: RESUMEN COMPARATIVO DE LA EVALUACIÓN FINAL DE LA VARIABLE CAPACIDAD SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

GRADO/Grupo	Edad	Comprensión de lectura problema complejo	Resolución de problema complejo	Media grupo	Desviación estándar
TERCERO					
Experimental (N=30)	8.6	89.3%	36.7%	60.8%	19.6%
Control (N=26)	9.3	45.4%	7.7%	34.5% ¹	22.5%
SEGUNDO					
Experimental (N=41)	7.6	52.7%	51.9%	62.1%	23.8%
Control (N=30)	8.0	43.3%	10.0%	34.4%	22.5%

El análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados de los estudiantes, muestran lo siguiente:

- Con respecto a los estudiantes destacados. La comparación entre el desempeño de estos niños a la entrada y la salida muestran una ganancia en autoconfianza y una mayor solvencia con los procedimientos matemáticos propiamente dichos.
- Con respecto a los estudiantes de nivel medio. En términos generales, se observa que los niños de nivel medio de la experiencia, que desde luego son la mayoría, comienzan a desarrollar variadas estrategias para resolver problemas, las que normalmente comienzan por estrategias gráficas. Se evidencia un desarrollo de pensamiento matemático, que comienza por un dibujo relacionado con el enunciado, que en una segunda instancia presenta las relaciones, esencialmente de correspondencia de agrupación o de repartición, que conforman la situación problema, que en una tercera instancia comienzan a ser acompañados por operadores matemáticos y números y finalmente, desembocan en estrategias fuertes de solución matemática. Aunque es incipiente todavía, lo de resaltar es que el trabajo con Matemáticas a Color proporciona a los niños un repertorio de estrategias de solución de problemas. En contraste, la mayoría de los niños de los grupos control se ven enredados en una operatividad sin sentido que no conduce a ninguna parte.
- Con respecto a los estudiantes con dificultades de aprendizaje. Aunque desde luego hay un remanente de estudiantes de este grupo que no muestran progreso, las evidencias recolectadas en el formato que denominamos Hojas de Vida Escolar, muestran diferentes niveles de logros de niños con diferentes niveles de dificultades de aprendizaje. El reporte más frecuente es que las actividades con materiales y cuadernos coloridos y agradables despiertan primero el interés y luego la motivación y el gusto por el trabajo en matemáticas. El caso extremo, es el de una niña de 9 años de la IE Kennedy – Minerva, con graves déficits cognoscitivos, pero que decidió dedicar todo su tiempo escolar al trabajo con Matemáticas a Color.

¹ Es de anotar que este resultado correlaciona bien con los puntajes obtenidos por Colombia en las pruebas internacionales TIMSS (1995 y 2007) y PISA (2006) en las que ha participado.

Es de resaltar que el análisis estadístico mostró que las diferencias entre los resultados de la muestra de los grupos experimentales por un lado y los grupos de control, por otra, en lo que respecta a promedios de solución de problemas, resultaron significativas.

Un análisis cualitativo mostró que ese mejor rendimiento de los grupos experimentales con respecto a los grupos de control se debe a que los primeros lograron conferir significado a las operaciones matemáticas, mientras que los segundos presentaron muchos ejemplos de lo que hemos denominado “operatividad sin sentido”, que corresponde al fenómeno de efectuar alguna operación matemática, sin tener en cuenta si corresponde a lo estipulado en el enunciado del problema.

Al parecer, el enfoque de construir significado de las operaciones, que subyace Matemáticas a Color, es mucho más eficiente que el enfoque tradicional de efectuar ejercicios después de escuchar una definición o una explicación de unas reglas procedimentales, para lograr que los niños realicen apropiadamente la parte procedimental de las matemáticas, orientada a efectuar cálculos.

En un nivel más teórico, como se evidenció en los resultados de los estudiantes, la mayor capacidad de solucionar problemas de los estudiantes de la experiencia con respecto a los grupos de control no puede explicarse por una mejor comprensión de lectura del enunciado.

Aunque los datos si muestran que esa comprensión es una condición necesaria, pues hay una alta correlación positiva entre la comprensión y la solución, lo contrario no es cierto. No todos quienes comprendieron la lectura del enunciado fueron capaces de resolver el problema matemático.

Lo que parece faltar entre una comprensión y otra, en lo que Matemáticas a Color parece contribuir, es en la construcción de sentido de las variables y las operaciones matemáticas. En la mejora de la capacidad de solucionar problemas confluían entonces lo que podríamos denominar varios cuadros de significado.



En primer lugar, la comprensión de lectura del enunciado permite la construcción del primer cuadro de significado. En segundo lugar, el trabajo con Matemáticas a Color permite la construcción de significado de las cantidades, de las operaciones como acciones de transformación de esas cantidades, de las relaciones que se pueden establecer entre distintas cantidades, en particular de relaciones parte – todo que pueden llegar a altos niveles de complejidad. Este segundo cuadro de significado se establece en el plano del saber y el razonamiento matemático. Estos dos cuadros de significado confluyen para permitir al niño la construcción del espacio de problema que a su vez es un tercer cuadro de significación, en el cual ya aparecen claras las variables, sus relaciones y lo que hay que responder. De aquí a la solución final, ya el asunto parece ser puramente procedimental.

El anexo siguiente, con muestras de trabajos de los niños tanto de los grupos experimentales como los grupos de control, pretende ilustrar las diferencias en desempeño que significa la construcción de significado de las operaciones matemáticas, propiciada por las actividades de Matemáticas a Color.


Anexo: Algunas muestras de trabajos de los estudiantes

Problema grado 1°


#2 Evaluación Primero Final Página | 5


 **Marita cumple 7 años** 

El día de su cumpleaños, Marita ha invitado a 5 amigos.
Marita quiere obsequiarle a **cada uno** de sus amiguitos una bolsa sorpresa.
Marita alista las bolsas sorpresa. A **cada bolsa** le agrega lo siguiente:


- De a una lupa por cada bolsa 

16.- ¿Cuántas lupas necesita Marita?

 Marita necesita 5 lupas


- De a 4 canicas por cada bolsa 

17.- ¿Cuántas canicas necesita Marita?

 Marita necesita 20 canicas

- A cada bolsa le echará 3 estrellitas azules, 2 estrellitas rojas y 4 estrellitas amarillas

¿Cuántas estrellitas de **cada color** necesita Marita?



Marita necesita: 18.- 3 estrellitas azules
19.- 3 estrellitas rojas
20.- 4 estrellitas amarillas

Matemáticas a Color Alandra | www.alandra.org


La niña puede resolver el problema de una correspondencia simple, pero fracasa en el de grupos dentro de grupo.

Niña de 7 años

El niño logra completar la repartición en la correspondencia de grupos dentro de grupo.

- A cada bolsa le echará 3 estrellitas azules, 2 estrellitas rojas y 4 estrellitas amarillas

¿Cuántas estrellitas de **cada color** necesita Marita?



Marita necesita: 18.- 15 estrellitas azules
19.- 10 estrellitas rojas
20.- 20 estrellitas amarillas

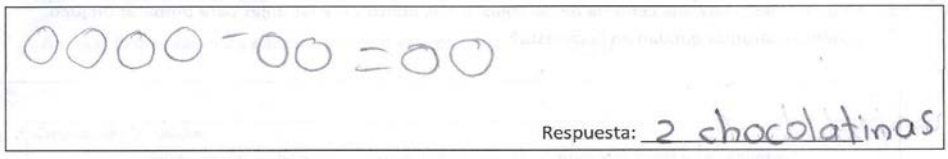
Matemáticas a Color Alandra | www.alandra.org

Niño de 7 años

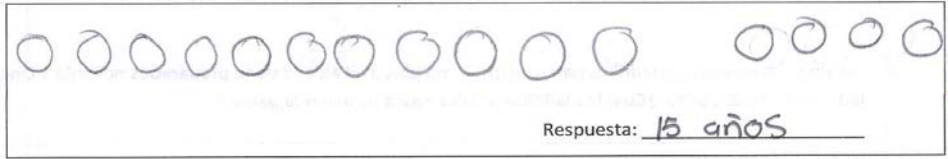
En la evaluación de grado segundo se propusieron 2 problemas cortos en contextos de comparar y agrupar cantidades.

Un número importante de niños que lograron resolver estos problemas cortos (aproximadamente la mitad del total), acudieron a estrategias gráficas de solución, como se muestra en el caso siguiente:

1. Paula tiene cuatro chocolatinas y Pedro tiene dos chocolatinas. ¿Cuántas chocolatinas más que Pedro tiene Paula?




2. Luisa tiene 11 años. Luisa tiene 4 años menos que Felipe. ¿Cuántos años tiene Felipe?




Niña de 8 años

No obstante hubo unos pocos casos en que la estrategia de solución es simbólica con una gran solvencia en el manejo de la operatividad, como en el ejemplo siguiente:

5. En una canasta hay una centena de naranjas. Lucas utilizó siete naranjas para preparar un jugo. ¿Cuántas naranjas quedan en la canasta?



6. Un albañil necesita cien ladrillos para construir una pared. El albañil tiene preparados noventa y cinco ladrillos en su depósito. ¿Cuántos ladrillos le faltan para terminar la pared?



Niña de 8 años

El anterior es un ejemplo excepcional. Un porcentaje importante de los niños que se decidieron por esta estrategia de operaciones solamente, fracasaron en uno o en otro caso, revelando una acomodación solo parcial de los significados de las operaciones que emplearon, como puede observarse en el ejemplo siguiente. La niña tiene éxito con el planteamiento y la ejecución de la primera operación, pero se pierde al efectuar la segunda sustracción.

5. En una canasta hay una centena de naranjas. Lucas utilizó siete naranjas para preparar un jugo. ¿Cuántas naranjas quedan en la canasta? 1

6. Un albañil necesita cien ladrillos para construir una pared. El albañil tiene preparados noventa y cinco ladrillos en su depósito. ¿Cuántos ladrillos le faltan para terminar la pared? 6

Matemáticas a Color Alandra | www.alandra.org

Niña de 7 años

Los siguientes casos, son indicativos de niños que apelan a cualquier operación, tenga o no significado o relación alguna con el enunciado.

5. En una canasta hay una centena de naranjas. Lucas utilizó siete naranjas para preparar un jugo. ¿Cuántas naranjas quedan en la canasta?

6. Un albañil necesita cien ladrillos para construir una pared. El albañil tiene preparados noventa y cinco ladrillos en su depósito. ¿Cuántos ladrillos le faltan para terminar la pared?

Resposta: 8. 555

6. Un albañil necesita cien ladrillos para construir una pared. El albañil tiene preparados noventa y cinco ladrillos en su depósito. ¿Cuántos ladrillos le faltan para terminar la pared?

Espacio para la solución

$$100 - 95 = 195$$

Respuesta: le faltan 195

5. En una canasta hay una centena de naranjas. Lucas utilizó siete naranjas para preparar un jugo. ¿Cuántas naranjas quedan en la canasta?

$$\begin{array}{r} 100 \\ - 7 \\ \hline 93 \end{array}$$

Respuesta: en la canasta quedaron 93 naranjas

6. Un albañil necesita cien ladrillos para construir una pared. El albañil tiene preparados noventa y cinco ladrillos en su depósito. ¿Cuántos ladrillos le faltan para terminar la pared?

Espacio para la solución

$$\begin{array}{r} 95 + 95 - \\ \hline 102 \end{array}$$

Respuesta: 88

Matemáticas a Color Alandra | www.alandra.org

Es de anotar que este tipo de actitud, la de intentar resolver un problema mediante el uso de cualquier operación, tenga o no sentido y/o relación con el enunciado fue mucho más frecuente en los niños de los grupos control. Un ejemplo se muestra a continuación

6. Un albañil necesita cien ladrillos para construir una pared. El albañil tiene preparados noventa y cinco ladrillos en su depósito. ¿Cuántos ladrillos le faltan para terminar la pared?


Espacio para la solución

$$\begin{array}{r} 95 \times \\ 95 \\ \hline 475 \end{array}$$

Respuesta: al albañil le falta 475

Matemáticas a Color Alandra | www.alandra.org

A continuación, se presentan dos casos ilustrativos. El primero, la estrategia gráfica a la que acude un niño de los grupos experimentales. Luego, la operatividad sin sentido, tan frecuentemente encontrada en los grupos de control.



La edad del Abuelo

¿Cuántos años tienes abuelo? Le preguntaron Lucita y Luis.

El abuelo sonrió y les dijo: Para saber mi edad deben calcular. Cada vez que mueva mi mano indico 5 años y a lo que resulte le suman 15 años. Entonces el abuelo movió 9 veces una de sus manos y se quedó esperando el cálculo de los niños.

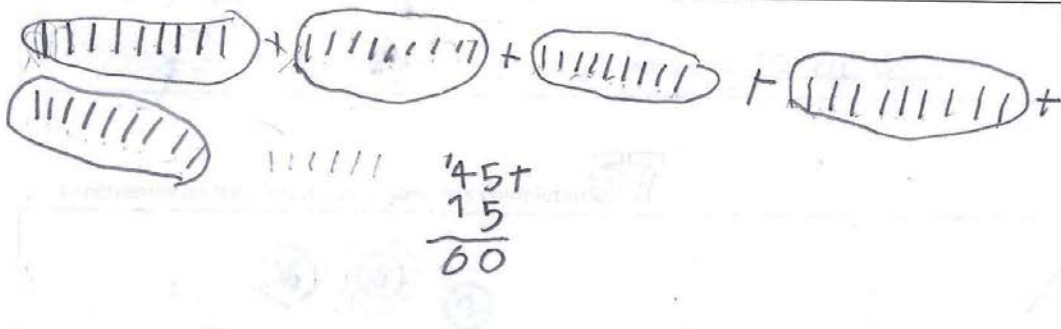
Veamos si hemos comprendido el cuento:

21.- ¿Cuántos años indica cada movimiento de la mano? 5

22.- ¿Cuántas veces movió el abuelo la mano? 9

23.- ¿Qué hace falta para calcular la edad del abuelo? sumar

En el espacio siguiente, ayudemos a Lucita y a Luis a calcular la edad del abuelo



$$\begin{array}{r} 45 + \\ 15 \\ \hline 60 \end{array}$$

24. – Respuesta: el resultado es sesenta

Bien



La edad del Abuelo

¿Cuántos años tienes abuelo? Le preguntaron Lucita y Luis.

El abuelo sonrió y les dijo: Para saber mi edad deben calcular. Cada vez que mueva mi mano indico 5 años y a lo que resulte le suman 15 años. Entonces el abuelo movió 9 veces una de sus manos y se quedó esperando el cálculo de los niños.

Veamos si hemos comprendido el cuento:

21.- ¿Cuántos años indica cada movimiento de la mano? nuebe veces X

22.- ¿Cuántas veces movió el abuelo la mano? nuebe

23.- ¿Qué hace falta para calcular la edad del abuelo? sumar

En el espacio siguiente, ayudemos a Lucita y a Luis a calcular la edad del abuelo

$$\begin{array}{r}
 15+ \\
 9 \\
 5 \\
 \hline
 29
 \end{array}$$

24. – Respuesta: 29 X

En el grado 3° se presentan las mismas situaciones. Estrategias exitosas basadas en lo gráfico. Operatividad sin sentido. Ejemplo exitoso, en un problema complejo:

La Fiesta de Cumpleaños de Paquita

Como hoy será la fiesta de cumpleaños de Paquita, Paco, su hermano, preparará unos ricos batidos de fruta.

En la fiesta habrá 24 personas en total, incluyendo a Paco y Paquita.

A cada una de las 24 personas le darán 1 vaso de batido.

Cada vez que Paco pone a funcionar la batidora sólo alcanza a preparar 4 batidos.



Veamos si hemos comprendido el cuento:

- 23.- ¿Quién cumple años? paquita
- 24.- ¿Quién preparará batidos? paco su hermano
- 25.- ¿Para cuántas personas preparará Paco batidos? para 24
- 26.- ¿Cuántos vasos de batido debe preparar Paco? Paco debe preparar 24 vasos de batido
- 27.- Cuando Paco pone a funcionar la batidora una vez ¿Cuántos batidos hace? 4 batidos

✓
✓
✓
✓
✓
Bien

Ahora sí, vamos a calcular

28.- ¿Cuántas veces debe Paco poner a funcionar la batidora?

Espacio para la solución

Respuesta: Paco deberá hacer funcionar la batidora 6 veces.

En contraste, se mostrará el siguiente caso, de los grupos control, en la ya tantas veces mencionada tendencia de la operatividad sin sentido.

La Fiesta de Cumpleaños de Paquita

Como hoy será la fiesta de cumpleaños de Paquita, Paco, su hermano, preparará unos ricos batidos de fruta.

En la fiesta habrá 24 personas en total, incluyendo a Paco y Paquita.

A cada una de las 24 personas le darán 1 vaso de batido.

Cada vez que Paco pone a funcionar la batidora sólo alcanza a preparar 4 batidos.



Veamos si hemos comprendido el cuento:

23.- ¿Quién cumple años? Paquita ✓

24.- ¿Quién preparará batidos? Paco ✓

25.- ¿Para cuántas personas preparará Paco batidos? 24 ✓

26.- ¿Cuántos vasos de batido debe preparar Paco? Paco debe preparar 24 ✓ vasos de batido

27.- Cuando Paco pone a funcionar la batidora una vez ¿Cuántos batidos hace? 4 ✓

Ahora sí, vamos a calcular

28.- ¿Cuántas veces debe Paco poner a funcionar la batidora?

Espacio para la solución

$$\begin{array}{r}
 6 \\
 24 \times \\
 4 \\
 \hline
 144
 \end{array}$$

Respuesta: Paco deberá hacer funcionar la batidora 144 veces.