

Procesos cognitivos y las estrategias de resolución de problemas:

efecto del programa de formación docente “Enseñando a Pensar” en relación con el pensamiento temprano

Cognitive processes and problem-solving strategies: the effect of the teacher training program “Teaching to Think” in relation to early thinking / Processos cognitivos e estratégias de resolução de problemas: efeito do programa de formação de professores “Ensinar a Pensar” em relação ao pensamento inicial

Huberto Rafael Noriega Noriega¹

RESUMEN: El programa de formación docente “Enseñando a Pensar” se aplicó a 70 docentes de instituciones educativas del departamento del Atlántico, quienes fueron evaluados a través de cuestionarios posteriores a la capacitación. Además se evaluaron los procesos y estrategias utilizadas por sus estudiantes; los resultados revelaron que los docentes mejoraron significativamente su conocimiento pedagógico del contenido relacionado con procesos cognitivos y estrategias de resolución de problemas de estructuras aditivas, en un mejor rendimiento de sus estudiantes en la solución de problemas, lo cual probó la efectividad del programa. **Palabras clave:** Formación docente, conocimiento pedagógico, resolución de problemas, procesos cognitivos, estrategias, estructuras aditivas. **ABSTRACT:** The teacher training program “Enseñando a Pensar” was applied to 70 teachers from educational institutions of the department of Atlántico, who were evaluated through post-training questionnaires. In addition, the processes and strategies used by their students were evaluated; The results revealed that the teachers significantly improved their pedagogical knowledge of the content related to cognitive processes and problem solving strategies of additive structures, in a better performance of their students in solving problems, which proved the effectiveness of the program. **Keywords:** Teacher training, pedagogical knowledge, problem solving, cognitive processes, strategies, additive structures. **RESUMO:** O programa de formação de professores “Enseñando a Pensar” foi aplicado a 70 professores de instituições de ensino do departamento do Atlântico, que foram avaliados através de questionários pós-treinamento. Além disso, os processos e estratégias utilizadas por seus alunos foram avaliados; Os resultados revelaram que os professores melhoraram significativamente seu conhecimento pedagógico dos conteúdos relacionados aos processos cognitivos e às estratégias de resolução de problemas de estruturas aditivas, em um melhor desempenho de seus alunos na resolução de problemas, o que comprovou a eficácia do programa. **Palavras-chave:** Formação de professores, conhecimento pedagógico, resolução de problemas, processos cognitivos, estratégias, estruturas aditivas.

Fecha de recepción: 20 de julio de 2018 / Fecha de aprobación: 14 de septiembre 2018

<https://doi.org/10.24236/24631388.n7.2019.1927>





Uniagraria, Formación de la Escuela Nacional de Instructores. Bogotá, Distrito Capital. Foto Helka Rincón

Fundamentación teórica

El programa de formación docente “Enseñando a Pensar” es un trabajo construido bajo un marco multidimensional que incluye dimensiones científicamente válidas y aquellas que influyen un cambio en la práctica pedagógica de los docentes (López, 2005); estas dimensiones se caracterizan por: coherencia y contexto; aprendizaje activo vs pasivo; conocimientos actualizados; sistemas de planeación de clase orientados a la micro-investigación en el aula; participación colectiva y formación de comunidades de profesores que aprenden unidos; sistemas de acompañamiento del docente; sistemas de retroalimentación docente; suficiente tiempo de seguimiento; estrategia divulgativa; capacitación y seguimiento.

Esta capacitación y seguimiento conjugan en sus contenidos las estrategias metodológicas que buscan, por medio de talleres y de diversas actividades, llevar a los docentes a implementar la “Clase para Pensar en Matemáticas”; un conjunto de estrategias didácticas cuyo objetivo es desarrollar una propuesta pedagógica para enseñar matemáticas a través de la resolución de problemas, considerando procesos cognitivos y metacognitivos (López, 2005).

El programa de formación docente “Enseñando a Pensar”, realizado en el aula de clases, establece la aplicación de la Entrevista Flexible (Ginsburg, Jacobs y López, 1998), como herramienta que permite estudiar a fondo los procedimientos de los alumnos en la resolución de problemas; además, pretende que los docentes puedan llevarlos a tomar conciencia de sus propios procesos de pensamiento, a monitorear y evaluar sus acciones y/o ejecuciones. La razón que fundamenta el empleo de esta herramienta encuentra su sustento en datos de diferentes investigaciones que sugieren que un proceso de enseñanza-aprendizaje, centrado en los procedimientos de los alumnos, el análisis de los errores que cometen y las dificultades que enfrentan, facilita la construcción y el aprendizaje del conocimiento matemático y de los procesos de pensamiento crítico, metacognitivo y creativo que enmarcan las competencias argumentativa y propositiva (López, 2005).

Investigaciones realizadas por Peterson, Fennema, Carpenter y Loef (1989), López, Noriega y Ospino (2007), y Pérez y Ramírez (2008), destacan la importancia del conocimiento pedagógico del contenido del docente para facilitar el desarrollo de procesos cognitivos y estrategias en la resolución de problemas en el aula. Tal conocimiento, de acuerdo con Shulman (1986; 1989), brinda la oportunidad de entender cómo se les facilita a los profesores llegar a hacer enseñables los contenidos y tener habilidad

sobre la comprensión de los temas, con diferentes estrategias de enseñanza, para facilitar el logro de los aprendizajes en sus estudiantes, y es el que fundamenta las acciones del profesor.

Para Lester (citado en López, 1992), los procesos de resolución de problemas son actividades mentales u operaciones mentales que incluyen todos los pensamientos acaecidos durante la actividad. En ese sentido, los procesos para resolver problemas de estructuras aditivas (Vergnaud, 1991) son entendidos como las estructuras o relaciones en juego, formadas solo de adiciones y sustracciones; dichos procesos son incorporados por López (1992) para la resolución de problemas e incluyen: lectura, entendimiento, análisis, exploración, planeación e implementación. Además de los procesos de monitoreo local para identificar los esfuerzos, el progreso constante del trabajo y de la adquisición de nueva información, adicionando datos no considerados inicialmente.

Por su parte, el monitoreo global, que también se incorpora como proceso de resolución de problemas, está compuesto por componentes que otros investigadores han denominado de verificación, es decir, la evaluación del proceso y la confirmación de los cálculos (Artz y Armour, 1990); y por tres subprocesos: la comprensión de que la estrategia utilizada pudo no haber sido exitosa (los alumnos se sintieron inseguros, confundidos); entender que se requiere de una estrategia reparadora o alternativa; y comprender que era necesario re-implementar el procedimiento.

La categoría “silencio” se incorporó al marco para asistir los momentos en que los sujetos no verbalizaban su pensamiento. Algunos procesos se clasifican en cognitivo y otros cognitivos como metacognitivos. Entre los procedimientos relacionados con lo cognitivo está la lectura, una acción que se lleva a cabo en procesos de exploración, implementación y verificación que incluyen factores cognitivos y metacognitivos. Hay otros procesos metacognitivos, como la adquisición de nueva información y el monitoreo local y global (López, 1992; Artz y Armour, 1990).

Para esta línea de investigación sobre procesos de resolución de problemas en matemática, se tomó como referencia el trabajo de López, González, Toro y Arzuza (2004), quienes identificaron los procesos: Explora, Comprende (Reconocimiento de elementos del problema, replanteo y aclaración del problema); Adquisición de nueva información; Análisis (Dividir el problema por partes, simplificar/reformular el problema, seleccionar perspectivas); Planea estrategias; Implementa estrategias, Monitoreo local (Del progreso, selecciona e implementa una estrategia remedial) y Monitoreo global (Evaluación de resultados, seleccionar e implementar estrategias alternativas).

Según Schoenfeld y Lester (citados en López, 1992), las estrategias referenciadas en la resolución de problemas se conocen como los conocimientos de los estudiantes sobre los procesos que ayudan a la comprensión, organización, planeación, verificación y evaluación de una labor en la resolución de un problema matemático. Estas estrategias, de acuerdo a diversos estudios (Polya, 1945; Schoenfeld, 1983, 1985; Lawson y Rice, 1987; Artz y Armour, 1990; Alisina, Burge y Fortuny, 1995; citados en López, 1992), se desenvuelven dentro de un marco de protocolos identificados de acuerdo a trabajos sobre procesos cognitivos y metacognitivos abordados por los estudiantes cuando resuelven un problema matemático.

López, González, Toro y Arzuza (2004) identificaron y conceptualizaron las estrategias con las que contaban los estudiantes al resolver problemas aritméticos, destacando las siguientes: Separar a un lado; Etiquetar o señalar; Enumeración mental; Descomposición; Contar por Unidad; Contar con los dedos; Contar de forma oral; SUM o Contar todo; MIN o contar desde el más grande; MAX contar desde el más chico; Recordar o memorizar; Aritmética mental; Adivinar; *Subitizing* o visto inmediatamente. Aunque son poco conocidos los actuales mecanismos utilizados por los estudiantes para aprender y tener un sentido matemático por medio del proceso de resolución de problemas, hay investigadores que coinciden en que la enseñanza de las matemáticas a través de la resolución de problemas permite aprenderlas (López, 2005).

Metodología

Para realizar la evaluación del Programa Formación de Docentes "Enseñando a Pensar", se desarrolló una investigación de tipo cuantitativo con un enfoque explicativo y un diseño cuasi-experimental. Los participantes fueron docentes y estudiantes de preescolar y básica primaria, de escuelas públicas y privadas y estratos 1 y 2 del Departamento del Atlántico.

Las variables que intervinieron en esta investigación fueron: El programa de formación de docentes "Enseñando a Pensar", como variable independiente y el conocimiento pedagógico del contenido, de los procesos cognitivos y de las estrategias aritméticas en la resolución de problemas de estructuras aditivas, como variables dependientes. Se implementó durante 90 horas con 12 módulos que contaron con temas como: Teorías cognitivas; introducción al pensamiento matemático; matemáticas informales y formales; observando el pensamiento matemático informal y formal parte II; competencia matemática y orientaciones

pedagógicas; actividades para evaluar y desarrollar el pensamiento matemático temprano; entrevista flexible en el aula: inicia en clase para pensar; resolución de problemas parte 1; resolución de problemas parte 2; clase para pensar 1 y 2; enseñanza para la comprensión; y seguimiento: *lesson study*.

También se realizaron capacitaciones en: sistemas de planeación de clases para pensar en el aula; participación colectiva; sistemas de retroalimentación de docentes; y autoreflexión después de cada módulo. Estas sesiones se fundamentaron en los temas: contextualización con el proyecto; la clase para pensar; diferenciación; estructuras aditivas; y habilidades y estrategias en resolución de problemas con estructuras aditivas. Además, se promovió un trabajo cooperativo que aseguró el desarrollo de cada uno de los componentes contemplados en el programa de capacitación.

El conocimiento pedagógico del contenido fue medido a través del cuestionario sobre el tema en cuanto a los procesos y estrategias para la resolución de problemas con estructuras aditivas (López, 2002), a través de un pre-test y un post-test aplicados a cada uno de los docentes, los cuales brindaron la información necesaria para conocer si identificaron y aplicaron los procesos y estrategias necesarias para la resolución de problemas.

Durante la entrevista flexible, para la evaluación del pensamiento de los estudiantes en torno a temáticas académicas en el aula de clase (Ginsburg, Jacobs y López, 1998), el entrevistador comienza con una pregunta abierta al estudiante; una vez que éste ha dado una respuesta, el entrevistador trata de comprender cómo ha funcionado su pensamiento sin corregir las respuestas equivocadas, puesto que en este punto el entrevistador no enseña, indaga el pensamiento subyacente a la respuesta del estudiante.

Resultados y discusión

Los resultados de esta investigación, relacionados con el conocimiento pedagógico del contenido de los docentes, demostraron que hay diferencias significativas después de implementar el programa de formación docente "Enseñando a Pensar" en los Procesos de Explora, Analiza, Planea, Monitoreo Local y Monitoreo Global (Tabla 1).

Con relación al conocimiento pedagógico del contenido de los docentes, hay diferencias significativas después de implementar el programa de formación docente "Enseñando a Pensar", en cuanto al conocimiento de las estrategias: Separar a un lado; Etiquetar/señalar; Enumeración mental; Descomponer; Contar por unidad; Contar con los dedos; MIN/desde el más grande; MAX/desde el más

Tabla 1. Diferencia de medias de los procesos entre el grupo experimental y el grupo control de docentes en el post- test

PROCESOS	Variables	Grupo Experimental			Grupo Control			Significancia		
		N	M	DS	N	M	DS	gl	F	sig
	Explora	37	.6602	.29422	33	.3680	.12892	1	27.772	.000
	Comprende	37	.4556	.12970	33	.3853	.18724	1	3.3950	.070
	Nueva información	37	.4820	.15607	33	.4596	.15041	1	.3710	.544
	Analiza	37	.4054	.12898	33	.4545	.21760	1	8.2990	.005
	Planea	37	.6982	.27453	33	.3586	.20884	1	33.295	.000
	Monitoreo Local	37	.5135	.15898	33	.3232	.24979	1	14.775	.000
	Monitoreo Global	37	.6577	.25744	33	.3838	.22238	1	22.410	.000

Nota. N= Número de casos; M= Media; DS= Desviación estándar; gl= grados de libertad; F= Factor Anova; SIG=Nivel de significancia

chico; Recordar o memorizar; Aritmética mental; Adivinar; *Subitizing* y Otra estrategia; observando un mayor saber acerca de estas variables en el grupo experimental que en el grupo de control (Tabla 2).

No se observó significancia en los procesos de Comprende y Nueva información, y en las estrategias de Contar oralmente y SUM/Contar todo, pero en las

anteriores variables la media del grupo experimental es mayor que la del grupo control.

Después de la implementación del programa de formación de docentes “Enseñando a Pensar”, esta investigación demuestra que existen diferencias significativas entre los estudiantes que pertenecen al grupo experimental y de control en el uso de los procesos: Planea; Monitoreo local y

Monitoreo global; debido a que las medias se encuentran más altas en el grupo experimental, es decir que después de la implementación del programa de formación a sus docentes, los estudiantes del grupo experimental utilizaban más estos procesos (Tabla 3).

En el caso de las Estrategias, después de implementar el programa de formación docente “Enseñando a Pensar” a sus

Tabla 2. Diferencia de medias de las estrategias entre el grupo experimental y el grupo control de docentes, post- test

PROCESOS	Variables	Grupo Experimental			Grupo Control			Significancia		
		N	M	DS	N	M	DS	gl	F	sig
	Separar a un lado	37	.8198	.20176	33	.3535	.20309	1	92.587	.000
	Etiquetar/señalar	37	1.000	.00000	33	.5455	.30977	1	79.807	.000
	Enumeración mental	37	.7635	.17625	33	.4545	.31533	1	26.332	.000
	Descomponer	37	.9324	.17329	33	.4697	.39409	1	41.974	.000
	Contar por unidad	37	.6036	.36820	33	.3106	.29994	1	13.123	.001
	Contar con los dedos	37	.8649	.22511	33	.3182	.34951	1	61.828	.000
	Contar oralmente	37	.6757	.37669	33	.5606	.32494	1	1.851	.178
	SUM/Contar todo	37	.6216	.49167	33	.4545	.50565	1	1.961	.166
	MIN	37	.9459	.15740	33	.5303	.32928	1	46.981	.000
	MAX	37	.9865	.08220	33	.4242	.39767	1	70.694	.000

PROCESOS

Variables	Grupo Experimental			Grupo Control			Significancia		
	N	M	DS	N	M	DS	gl	F	sig
Recordar o memorizar	37	.7432	.25336	33	.5152	.40475	1	8.170	.006
Aritmética mental	37	.7905	.19994	33	.4394	.25792	1	40.990	.000
Adivinar	37	.8105	.27892	33	.4015	.24953	1	41.456	.000
Subitizing	37	1.000	.0000	33	.3636	.48850	1	62.900	.000
Otra Estrategia	37	.6757	.15882	33	.4727	.18586	1	24.262	.000

Nota. N= Número de casos; M= Media; DS= Desviación estándar; gl= grados de libertad; F= Factor Anova; SIG=Nivel de significancia

profesores, se encontró que existen diferencias significativas entre el grupo de control y el experimental, de los estudiantes, en el uso de: Estrategias de enumeración mental; Contar por unidad; Contar con los dedos; SUM; MIN; y Adivinar; observándose una media más alta en el uso de las estrategias de Enumeración mental, SUM y MIN en el grupo experimental. Es claro entonces que la intervención del programa de formación “Enseñando a Pensar” en los docentes que trabajan con los niños del grupo experimental, contribuyó a la mejora del uso de las estrategias en la resolución de problemas de estructuras aditivas (Tabla 4).

Se observa entonces que, después de la implementación del programa de formación docente “Enseñando a Pensar”, el conocimiento pedagógico del contenido de los docentes pertenecientes al grupo experimental aumentó con relación a todos

los procesos. Esto repercutió positivamente en sus estudiantes, debido a que en los niños del grupo experimental se evidenció también un buen manejo de los procesos: Comprende; Analiza; Planea; Monitoreo local y Monitoreo global. En cuanto a las estrategias, se encontró que hubo un aumento en el uso de Enumeración mental; Contar con los dedos y, en comparación con los niños del grupo de control, tienen mejor promedio en el uso de las demás estrategias.

Es evidente que la metodología “Clase para Pensar” constituye una propuesta adecuada para la enseñanza de la resolución de problemas de estructuras aditivas, implementando estrategias que permiten acceder al desarrollo de procesos cognitivos y metacognitivos, los cuales relacionan una secuencia particular de aprendizaje y funcionan como respuesta del profesor a las necesidades del estudiante en torno

Tabla 3. Diferencia de medias de procesos en los estudiantes, entre el grupo experimental y el grupo de control de estudiantes en el post-test

ESTRATEGIAS

Variables	Grupo Control		Grupo Experimental		Significancia		
	M	DS	M	DS	df	f	Sig
Explora	.56	.362	.48	.395	1	1.960	.163
Comprende	.40	.209	.46	.230	1	3.626	.058
Nueva información	.01	.043	.01	.035	1	.203	.653
Analiza	.29	.244	.35	.333	1	2.550	.112
Planea	.48	.381	.64	.390	1	8.093	.005
Monitoreo Local	.20	.182	.27	.189	1	7.109	.008
Monitoreo Global	.16	.146	.27	.196	1	18.083	.000

Nota. M= Media; SD= Desviación estándar; t= Valor de la prueba; gl= grados de libertad; SIG=Nivel de significancia

Tabla 4. Diferencia de medias de las estrategias de los estudiantes entre el grupo experimental y el grupo control en el Post-test

	Variables	Grupo Control		Grupo Experimental		Significancia		
		M	DS	M	DS	df	f	Sig
ESTRATEGIAS	Separar a un lado	.00	.025	.00	.025	1	.000	1.000
	Etiquetar	.03	.083	.03	.075	1	.000	1.000
	Enumeración mental	.28	.339	.41	.418	1	6.055	.015
	Descomposición	.00	.025	.01	.043	1	1.015	.315
	Contar por unidad	.08	.174	.02	.068	1	10.345	.002
	Contar con dedos	.36	.316	.26	.302	1	4.714	.031
	Contar oralmente	.14	.244	.11	.223	1	1.121	.291
	SUM/Contar todo	.01	.061	.17	.352	1	19.457	.000
	MIN	.03	.100	.17	0.367	1	14.012	.000
	MAX	.05	.160	.07	.235	1	.624	.430
	Recordar memorizado	.04	.101	.05	.164	1	.827	.364
	Aritmética mental	.03	.125	.03	.144	1	.069	.793
	Adivinar	.07	.127	.03	.096	1	5.531	.020
	Subitizar	.00	.000	.00	.000	1	----	----
	Otra Estrategia	.00	.000	.00	.000	1	----	----

Nota. M= Media; SD= Desviación estándar; t= Valor de la prueba; gl= grados de libertad; SIG=Nivel de significancia

a sus intereses, conocimientos y destrezas, su perfil de aprendizaje y sus necesidades afectivas, asegurando con ello que todos los alumnos aprendan y logren cumplir con los estándares establecidos.

Conclusiones

El efecto del Programa de Formación docente “Enseñando a Pensar” sobre el conocimiento pedagógico del contenido, los procesos cognitivos y las estrategias de resolución de problemas, se manifiesta en los docentes a través de mejoras significativas en el conocimiento de los procesos y estrategias para la enseñanza en la resolución de problemas matemáticos y, especialmente, en aquellos relacionados con estructuras aditivas.

Un buen manejo del conocimiento pedagógico del contenido brinda la oportunidad de entender cómo se le facilita a los profesores llegar a hacer enseñables los contenidos y tener habilidad sobre la comprensión de los temas, con diferentes estrategias de enseñanza, para facilitar el logro de los aprendizajes en sus estudiantes. La implementación del programa demuestra que los docentes que hacen parte de estos procesos de formación logran mejorar significativamente sus conocimientos pedagógicos del contenido, lo cual repercute en un mejor desempeño de sus alumnos.

En cuanto a los conocimientos de las estrategias para resolver problemas de estructuras aditivas, se observó que, luego de la ejecución del programa de

formación “Enseñando a Pensar”, los docentes identificaron y comprendieron las diversas estrategias dadas en el programa de formación; permitiéndose entender la forma como sus estudiantes resuelven problemas de estructuras aditivas, lo cual les llevó a mejorar su desempeño en este aspecto.

Es importante resaltar que con la implementación del programa los maestros incorporaron las preguntas abiertas al desarrollo de sus clases; esto les permitió contar con una herramienta para el desarrollo y evaluación del pensamiento de sus estudiantes, lo cual llevó a un dinamismo, coherencia y eficacia en el desarrollo de las actividades académicas. Con este tipo de preguntas se hace explícito el pensamiento en los procesos

y estrategias, se fortalece la metacognición y se promueve el aprendizaje de competencias.

Finalmente, esta investigación demuestra, a través de sus resultados, que el programa de formación docente “Enseñando a Pensar”, implementado con el grupo experimental, permite mejorar significativamente el conocimiento pedagógico del contenido de los docentes en los procesos cognitivos y estrategias necesarias para la enseñanza de la resolución de problemas de estructuras aditivas, que no se dieron en el grupo de control.

Referencias

Artz y Armour, T. (1990). *Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem-solving in small groups*.

- Documento presentado en la American Educational Research Association, Boston, MA.
- Ginsburg, H., Jacobs, S. y López, L. (1998). *The Teacher's Guide to Flexible Interviewing in the Classroom: Learning What Children Know about Math*. Boston: Allyn & Bacon.
- López, L. S. (1992). *Efectos del contexto y la complejidad semántica en la presentación de problemas aritméticos para los procesos de resolución de problemas por estudiantes de quinto grado*. New York: Columbia University.
- López, L. S. (2005). *Programa de formación de docentes “Enseñando a Pensar”*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- López, L., González, R., Toro, C., y Arzuza, J. (2004). *Protocolo de entrevista flexible para la evaluación y desarrollo del pensamiento matemático en la Clase para Pensar*. Documento interno no publicado, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.
- López, L., Noriega y Ospino. (2007). *El efecto del Programa de Formación de Docentes “Enseñando a Pensar”, en el conocimiento del contenido pedagógico y la práctica en la enseñanza de la geometría a través de la resolución de problemas*. Tesis de maestría no publicada. Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.
- Pérez, Y., y Ramírez, R. (2008). Desarrollo instruccional sobre estrategia de enseñanza de la resolución de problemas matemáticos, dirigido a docentes de primer grado de educación básica. Caso Colegio San Ignacio. *Revista de Investigación*, No. 65. Obtenido el 27 de Noviembre de 2008 desde <http://www2.scielo.org/ve/pdf/ri/v32n65/art07.pdf>
- Peterson, P., Fennema, E., Carperter, T. y Loef, M. (1989). Teachers' pedagogical content knowledge in mathematics. *Cognition and Instruction*, No. 6, pp. 1-40.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), pp. 1-22.
- Vergnaud, G. (1991). *El niño, las matemáticas y la realidad. Problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria*. México: Trillas.

Notas

- 1 Licenciado en Ciencias Físico-Matemáticas, Universidad del Magdalena; Especialista en matemáticas; Magister en Educación y Cognición; candidato a PhD. en Psicología, Universidad del Norte, Beca Colciencias para doctorados nacionales; Par académico de Colciencias desde 2009. hnoriega@yahoo.es

