

EL MODELADO MEDIANTE EL DOBLADO DE PAPEL PARA ELEVAR EL APROVECHAMIENTO ESCOLAR EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA

Rosa María Vega Yáñez, María Dhelma Rendón Saldívar, Ruth Rodríguez Gallegos

Escuela Primaria Xochipilli, E. G. E. del Tecnológico de Monterrey; ITESM Campus Monterrey
rosy_vegay@hotmail.com, maria.dhelma@hotmail.com, ruthrdz@itesm.mx

Resumen

El modelado mediante el doblado de papel representa una propuesta didáctica para el desarrollo de habilidades geométricas en los alumnos de quinto grado de primaria. La presente investigación de corte cuasiexperimental establece la importancia de una enseñanza creativa para motivar el aprendizaje significativo del educando, por lo que presenta un análisis comparativo entre un grupo control y un grupo testigo, en donde es aplicado en el primer grupo, un programa de desarrollo de habilidades geométricas empleando a la papiroflexia como herramienta tecnológica, y en el segundo se aplican las actividades de enseñanza que establece el programa de trabajo para este grado. Mediante el registro de las actividades realizadas en este programa a través de tablas de dominios que indican niveles de desempeño para cada actividad, se comprueba que al desarrollar habilidades geométricas de coordinación visomotora, verbales o de comunicación, de dibujo y lógicas o de pensamiento, el educando se apropia de competencias que le permiten elevar sus indicadores académicos de aprovechamiento escolar.

Palabras clave: *Modelado, geometría, papiroflexia*

Introducción

Las escuelas primarias de nuestro país llevan un seguimiento del desempeño de los alumnos, participando en diferentes pruebas a lo largo del ciclo escolar. Entre las evaluaciones escritas que se aplican están las oficiales, como las bimestrales, semestrales, olimpiada del conocimiento (para sexto grado), Examen Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE, aplicado de tercer a sexto grado) y la “Cotorra de las Matemáticas” (de cuarto a sexto grado). Es en estas últimas evaluaciones donde se ha observado que muchos alumnos muestran deficiencias al cuestionarles sobre conceptos geométricos o identificar formas, figuras y/o cuerpos, lo que hace que su desempeño en este rubro, sea bajo. En dichas evaluaciones se cuestiona de tal manera que requiere el razonamiento del alumno en la resolución de problemas, lo cual hace difícil de superar si el aprendizaje del alumno se ha dado de manera mecánica y poco significativa, por lo que es necesario que el alumno desarrolle habilidades expresadas en el desempeño efectivo de dominios.

Para Leyva y Proenza (2006), los dominios comprenden los saberes específicos de la matemática: dominio numérico (números y operaciones), dominio geométrico (espacio y forma), dominio de la medición (tamaño y medida), dominio estadístico (tratamiento de la información) y dominio variacional (estudio del cambio). En el caso de la enseñanza de la geometría, pareciera que los dominios que la sustentan fueran elementos de fácil comprensión para el alumno; sin embargo, evaluaciones diagnósticas aplicadas a los estudiantes que ingresan a quinto grado en el área de matemáticas y concretamente dentro de la geometría, demuestran la carencia de los dominios básicos anteriores, provocando que la manera abstracta y poco aplicable de la enseñanza tradicional, genere temor y resistencia hacia una materia versátil, atrayente y práctica. Es aquí, donde el modelado a través del doblado de papel representa una estrategia atractiva que hace de la enseñanza de la geometría una actividad lúdica, constructiva y significativa. La finalidad de utilizar el modelado es el desarrollo de competencias para alcanzar de forma creativa uno de los objetivos principales del área de geometría del plan y programas de estudio de quinto grado, como es: A través de la formalización paulatina de las relaciones que el niño percibe y su

representación en el plano, se pretende que estructure y enriquezca su manejo e interpretación del espacio y de las formas (SEP, LPM, 1993), por lo que los resultados obtenidos en la postprueba, reflejan el alcance de estos objetivos, logrando niveles de desempeño alto y superior en más del 50% de los alumnos del grupo control. Las diferentes competencias reflejadas en los dominios: coordinación visomotora, habilidades verbales o de comunicación, habilidades de dibujo y desarrollo habilidades lógicas o de pensamiento son las mínimas necesarias para afirmar que podemos usar y aplicar la geometría en nuestra vida diaria, apoyándonos en las palabras de Sonia Lavin (1990), que enuncia las competencias para la vida como “un conjunto de habilidades, destrezas, conocimientos, actitudes y valores que califican a un ser humano para desenvolverse en los distintos dominios que determinan sus calidad de vida”. Lo anterior permite establecer la necesidad de que los recursos con que el profesor de educación primaria cuente para la enseñanza de la geometría, contemplen cuatro dimensiones básicas:

1.- Dimensión física: la posibilidad de que a través de una estrategia de trabajo lúdico al interior del aula en la enseñanza de la geometría -empleando la técnica del modelado de papel-, el alumno desarrolle habilidades de percepción, discriminación visual, memoria visual y coordinación visión-movimiento del cuerpo, lo cual representa la base del trabajo cognitivo del alumno.

2.- Dimensión verbal: la posibilidad de que el alumno desarrolle habilidades de interpretación y comunicación de los saberes mediante actividades académicas que impliquen la necesidad de generar ese diálogo interno que realiza el mismo sujeto para dar respuesta a las dudas que le surgen en la ejecución de la prueba. Esto permite que el alumno ejercite actividades de análisis y síntesis en la búsqueda de respuestas.

3.- Dimensión gráfica: la posibilidad de que el alumno, a través del desempeño de actividades lúdicas, desarrolle habilidades de representación y construcción de figuras, reproducción de modelos, reconocimiento de imágenes, extracción de las propiedades de un cuerpo para comparar o atribuirles a otro. Esto es fundamental en la geometría, dado que el alumno, al ser capaz de conocer figuras de forma gráfica y reproducirlas en papel, creando con ello modelos matemáticos, le permite acceder a niveles más complejos de conocimiento.

4.- Dimensión cognitiva: la posibilidad de que a través del modelado de papel el alumno desarrolle habilidades de análisis, ordenamiento, deducción y rigor de pensamiento, lo cual es motivado por el diálogo interno que genera el sujeto consigo mismo a partir de la manipulación de materiales en la geometría; de tal forma que, a partir de actividades dinámicas, creativas, interesantes y motivantes como lo es la papiroflexia, se puede acceder al desarrollo de estructuras cognitivas de forma sencilla y práctica.

El modelado a través del doblado de papel es el tema central de la presente investigación donde se resalta la importancia de este tipo de estrategia para elevar el índice de aprovechamiento en el área de geometría en alumnos de educación básica, específicamente quinto grado. Dado que la enseñanza tradicional en este rubro es poco significativa para el discente se considera necesario darle herramientas que faciliten la comprensión de los conceptos manejados en el área de geometría. Bajo la interrogante: ¿es el doblado de papel un recurso de modelado efectivo que permite elevar el aprovechamiento escolar del alumno de quinto grado de primaria, en el área de geometría? se propone una estrategia de enseñanza que despierta en el educando la motivación al logro y desarrollo de competencias. El doblado de papel, mejor conocido como origami o papiroflexia, es un recurso que forma parte de la tecnología educativa, entendiéndose ésta como el modo sistemático de concebir, aplicar y evaluar el conjunto de procesos de enseñanza y aprendizaje teniendo en cuenta a la vez los recursos técnicos y humanos y las interacciones entre ellos, como forma de obtener una educación más efectiva, como menciona Cabero (2002), es un

medio que no sólo transmite información y motiva a sus receptores hacia los contenidos presentados, sino que por sus sistemas simbólicos propician y desarrollan habilidades cognitivas específicas. *La papiroflexia, a parte de introducir al alumno en la búsqueda de conceptos matemáticos, desarrolla la sensibilidad artística, motricidad fina, coordinación, paciencia, imaginación espacial, un sentimiento de autorrealización y, por supuesto, una serie de habilidades progresivas que lo hacen más receptivo al aprendizaje* (Vega, 2010).

El alumno de nivel primaria va consolidando las operaciones formales y es capaz de desarrollar actividades cognitivas y metacognitivas (Huffman, 1999). La papiroflexia es uno de los múltiples recursos didácticos -basados en la geometría- que permite el desarrollo de destrezas generativas que promueven en el docente y en el alumno, la adquisición de aquellas habilidades cognitivas, metacognitivas y psicomotrices, necesarias para la autogeneración y autorregulación de aprendizajes académicos. La geometría en la escuela primaria, ha presentado problemas de conceptualización, a pesar de su carácter gráfico. Sin embargo se ha constatado que esa misma característica gráfica no siempre ayuda a desarrollar una capacidad intuitiva en el alumno, sino que propicia una confusión de lo que en realidad es el objeto de estudio de la geometría, logrando únicamente la memorización de propiedades para el trazado de figuras. Por esta razón, el doblado de papel se presenta como una alternativa atractiva para desarrollar algunas actividades para la introducción al análisis de conceptos y figuras, con la intención de ayudar a iniciar el desarrollo de un razonamiento deductivo en los alumnos.

Metodología

Para cuantificar la información se propuso emplear una Tabla de Desempeño de dominios, la cual está sustentada en la taxonomía de Bloom (1956), así como en los dominios para el desarrollo de competencias de aprendizaje de Marzano (2001).

Se diseñó un instrumento de recolección de datos basado en parámetros de evaluación de competencias, las cuales se evalúan por niveles de desempeño, por lo que la técnica de observación es de gran utilidad. Es importante resaltar que el objetivo central es la viabilidad de emplear el modelado como sustitución y/o complemento en la enseñanza de la geometría, reflejado en el desarrollo de competencias y demostración de habilidades que reflejen capacidades adquiridas en el rubro de la matemática en base a dominios de la geometría.

La técnica de trabajo utilizada en la investigación de modelado a través del doblado de papel, permitió aplicar un procedimiento al grupo de control cuyo propósito fue validar la propuesta de trabajo en orden progresivo, enseñando dobleces y ensambles hasta conseguir diseños de polígonos y cuerpos geométricos para recordar y afianzar diversos conceptos del área de geometría.

Al contar con una secuencia preestablecida, se aplicaron evaluaciones diagnósticas para identificar los conocimientos previos del alumno en el área de la geometría y realizar las comparaciones pertinentes para valorar el impacto del proceso de modelado mediante el doblado de papel. La secuencia y gradualidad que se aplican en los ejercicios de modelación y que consigue observar los resultados esperados al cotejarlos con los indicadores previstos, lleva el siguiente orden:

- a) Introducción al modelado mediante el doblado de papel con la elaboración de las bases, previamente indicadas, donde los alumnos reconocen los primeros conceptos de geometría como son líneas paralelas y perpendiculares, ejes de simetría, además de diferentes formas geométricas, doblando de la manera indicada cuadros de papel de colores (primera semana, media hora al día).
- b) Elaboración de teselados utilizando diversos dobleces para hacer mosaicos de papel sin perder de vista los conceptos a manejar con cada doblez y así reforzar doblado y concepto. Se

realiza un teselado con papel cada día durante una semana para introducir al estudiante en los dobleces básicos, así como en la reafirmación de los conceptos geométricos que conllevan las instrucciones (segunda semana, media hora al día).

- c) Introducción a figuras planas utilizando principios de ensamble, modelando polígonos identificando sus características (tercera semana, una hora al día).
- d) Concluir con la elaboración de cuerpos geométricos, mediante el doblado de papel, para reconocer los sólidos platónicos, diversos prismas y pirámides con los cuales los alumnos identifican características y propiedades de estos cuerpos (cuarta semana, una hora al día, con actividades de doblado a realizar en casa y/o en colectivo).

Los alumnos realizaron diversas formas geométricas utilizando cuadros de papel, guiados por el profesor, el cual hizo hincapié en el nombre correcto de cada parte de las líneas y figuras obtenidas doblando de diferentes formas el papel. Siempre se refuerza cada doblez y forma obtenida con el nombre geométrico preciso, dado que es el punto clave para que el alumno se apropie del lenguaje adecuado y lo relacione directamente con el objeto de estudio gracias al modelado.

Resultados

Al aplicar las técnicas de modelado a través del doblado de papel, se fueron desarrollando en los alumnos del grupo control diversas habilidades que no se habían fomentado con las técnicas tradicionales de enseñanza, lo cual se vio reflejado en los resultados. Las evaluaciones, fueron determinantes para identificar el impacto obtenido al aplicar técnicas de modelado mediante el doblado de papel, gracias a éstas se pudo observar las mejoras alcanzadas por el grupo control, a diferencia del grupo testigo que en el mismo lapso de tiempo, sin aplicación de las técnicas de modelado no tuvo mejoras notorias. La siguiente tabla ilustra los resultados comparativos entre los datos obtenidos en la prueba diagnóstico (inicial) y la prueba fina (terminal).

Cuadro comparativo de aprovechamiento inicial y terminal

Competencia	Dominios	Niveles de desempeño en porcentajes											
		Bajo			Medio			Alto			Sobresaliente		
		I	T	D	I	T	D	I	T	D	I	T	D
Desarrollo de la coordinación visomotora.	Visión/movimiento del cuerpo	53	6	-47	41	38	-3	6	56	-50	0	0	0
	Percepción figura fondo	59	12	-47	35	44	-9	6	44	-38	0	0	0
	Discriminación visual	59	12	-47	32	44	-12	9	44	-35	0	0	0
	Memoria visual	15	0	-15	76	59	-17	9	41	-32	0	0	0
Desarrollo de la competencia		46	8	-38	46	46	0	8	46	-38	0	0	0
Desarrollo de habilidades verbales o de comunicación	Interpretar	65	29	-36	26	35	-9	9	35	-26	0	0	0
	Comunicar	70	18	-52	24	47	-23	6	35	-29	0	0	0
Desarrollo de la competencia		67	24	-43	25	41	-16	8	35	-27	0	0	0
Desarrollo de habilidades de dibujo	Representación de figuras	88	0	-88	12	38	-26	0	62	-62	0	0	0
	Construcción de figuras	76	3	-73	24	32	-8	0	65	-65	0	0	0
	Reproducir modelos	35	0	-35	59	44	-15	6	56	-50	0	0	0
	Extraer propiedades	35	9	-26	35	15	-20	29	62	-33	0	15	+15
	Raonocimiento	38	9	-29	35	32	-3	26	35	-6	0	24	+24
Desarrollo de la competencia		54	4	-50	33	32	-1	12	56	-4	0	8	+8
Desarrollo de habilidades lógicas o de pensamiento	Análisis	38	9	-29	35	32	-3	26	35	-6	0	24	+24
	Ordenamiento	41	9	-32	24	12	-12	3	15	-12	32	65	+33
	Deducción	82	21	-61	0	12	-12	0	9	-6	18	59	+41
	Rigor	65	3	-62	24	32	-8	12	59	-4	0	6	+6
Desarrollo de la competencia		57	10	-47	21	22	-1	10	30	-20	12	38	+26

I = Inicial T = Terminal D = Diferencia ■ Resultados más notables

En esta tabla se presentan los porcentajes obtenidos en cada nivel de desempeño tanto en la evaluación inicial como en la evaluación final que se le hizo al grupo control. Además, otro apartado en donde se puede observar la diferencia en porcentaje en el aprovechamiento en cada dominio evaluado de las diferencias competencias consideradas en este estudio.

El nivel de desempeño bajo fue el que disminuyó considerablemente, dado que los alumnos mejoraron significativamente en los diferentes dominios evaluados. No se logró abatir por completo el número de niños con bajo rendimiento, pero sí se logró el avance en general de todo el grupo. El nivel medio presentó poca diferencia porque en él se representa a los alumnos que subieron del nivel bajo, en cambio, el nivel alto y el sobresaliente reflejan la superación de los alumnos en las competencias desarrolladas con las técnicas de modelado aplicadas. La diferencia se obtuvo restando el resultado del nivel de desempeño terminal al nivel de desempeño inicial obtenido en cada dominio evaluado. Es por esto que las cifras presentan signos (- ó +) de acuerdo a la disparidad entre ambos resultados.

Los logros conseguidos por competencia fueron los siguientes:

La competencia matemática que refleja el desarrollo de la coordinación visomotora muestra cómo el nivel de desempeño bajo disminuyó de un total de 46% de alumnos a sólo 8%, con lo que el nivel medio aparentemente no sufrió cambios, sin embargo en él se incrementan algunos niños que subieron del nivel bajo y a su vez, el 34% se elevó al nivel alto.

La competencia donde se muestra el desarrollo de las habilidades verbales o de comunicación no presenta resultados tan notables, pero sí visibles, dado que el 43% de los alumnos de nivel bajo, cambiaron su estatus a nivel medio o alto. Estos dos últimos niveles de desempeño aumentaron en beneficio del aprovechamiento de los alumnos, mostrando en la post-prueba un desarrollo en su habilidad de interpretar y comunicar las diferentes características de las líneas, formas, figuras y cuerpos que se estudian en el área de la geometría, denotando con ello, la ventaja que implica el trabajar técnicas de modelado dentro de salón de clase, lo cual quedó comprobado al comparar los resultados del grupo control con los obtenidos por el grupo testigo en los mismos tiempos.

La tercera competencia estudiada, habilidades de dibujo, reflejó el alto impacto que tuvo la aplicación de técnicas de modelado, disminuyendo el nivel de desempeño bajo inicial, en un 50% para terminar en sólo 4% de alumnos en dicho nivel. Así mismo, la aplicación hizo aumentar a los alumnos a un 56% sobre el 12 % que tenían el nivel medio. Un 8% de los alumnos alcanzó el nivel sobresaliente que es el valor más alto en el registro de valoración.

La última competencia que se evaluó fue la que representa el desarrollo de las habilidades lógicas o de pensamiento, donde los alumnos del grupo control habían demostrado una gran deficiencia en el examen diagnóstico y como se puede ver en la gráfica comparativa de esta competencia, los niveles de desempeño obtenidos en la post-prueba, superaron por amplio margen a los iniciales, alcanzando un 38% de los alumnos un desempeño sobresaliente.

Conclusiones

Los objetivos propuestos al inicio de la investigación: a) identificar cuál es el impacto de la enseñanza de la geometría en la educación primaria a través del modelado de papel reflejado en el desarrollo de competencias en geometría, y b) reconocer el doblado de papel como un recurso de modelado efectivo que permite elevar el aprovechamiento escolar del alumno de quinto grado

de primaria en el área de geometría; se lograron cumplir mediante el procedimiento llevado a cabo con los grupos control y testigo. Los resultados se reflejaron en los porcentajes obtenidos al finalizar la aplicación del programa de modelado de papel.

1. El origami o papiroflexia permite el desarrollo de destrezas generativas que promueven en el docente y en el alumno, la adquisición de aquellas habilidades cognitivas, metacognitivas y psicomotrices, necesarias para la autogeneración y autorregulación de aprendizajes académicos.
2. Al utilizar el modelado a través del doblado de papel, se desarrollaron las siguientes competencias:
 - Interpretación de modelos geométricos fomentando habilidades de razonamiento, análisis, visualización, construcción y reflexión.
 - Planteamiento de problemas prácticos y teóricos en el ámbito de la geometría, mediante su interpretación geométrica, estructurando modelos a partir de datos intuitivos y empíricos.
 - Utilización de lenguaje y la simbología apropiados para las representaciones de los modelos geométricos a utilizar en problemas prácticos y teóricos.
3. Las ventajas que arrojó el aplicar el programa de modelado de papel en el grupo control por encima del grupo testigo, fueron:
 - Se motivó el interés por la geometría desde una perspectiva lúdica, incrementando con ello el aprovechamiento escolar en esta área de las matemáticas.
 - Se mejoró la coordinación motriz fina, reflejado esto no solo en la geometría, sino en sus trabajos escolares en general, apreciándose mayor habilidad al realizar trazos, dobleces y en la calidad de de sus trabajos manuales.
 - Se logró propiciar la transversalidad de los programas de las diferentes materias empleando como centro de interés la geometría.
 - Se desarrolló el pensamiento lógico-matemático.
 - Se fomentó la creatividad en los trabajos escolares.
 - Se fomentó la socialización entre los miembros del grupo.

Lo anterior confirma que el empleo de estrategias novedosas en la enseñanza de la geometría en quinto grado de primaria, como es el caso del modelado de papel (papiroflexia), permiten despertar el interés del alumno en materias consideradas como difíciles, así como permiten elevar los indicadores académicos de aprovechamiento escolar, dado que el alumno desarrolla una serie de habilidades que integradas le permiten generar las competencias para un mejor desempeño escolar y académico.

No obstante que la investigación desarrollada ha comprobado su viabilidad y funcionalidad en la enseñanza de la geometría, se establecen las siguientes recomendaciones con el fin de que se consideren al aplicar la técnica del modelado de papel y se logren de mejores resultados:

- Para el trabajo con la técnica del modelado de papel, es conveniente que el docente practique ejercicios básicos para desarrollar la habilidad en el doblado de papel antes de empezar con figuras con volumen, tales como teselados (mosaicos de papel con dobleces repetitivos), los cuales ejercitan y preparan para la realización de trazos y doblado de papel más elaborado.
- Es necesario que el docente establezca un proyecto de trabajo que contemple objetivos, estrategias, desarrollo, evaluación y seguimiento, con el fin de que esta técnica de modelado de papel sea un elemento generador de nuevos aprendizajes y nuevas habilidades que le permitan un desarrollo integral y aplicable en las demás material del currículo.

- Partir del interés lúdico del alumno para que la actividad y la adquisición de conocimientos lleve una gran parte de motivación intrínseca que permita al alumno generar el interés por aprender y al mismo tiempo, auto-regule su aprendizaje.
- Que el docente practique previamente los diferentes dobleces que va a utilizar para que no haya confusiones al momento de la enseñanza y al mismo tiempo, identifique a los alumnos que tienen más desarrollada la habilidad del doblado de papel para que apoyen como monitores con los alumnos que les cuesta más trabajo esta actividad.

Como se puede apreciar, el modelado mediante el doblado de papel es un recurso tecnológico que permite el desarrollo de las habilidades y capacidades matemáticas indispensables para el desarrollo del alumno de educación primaria y de otros niveles educativos.

La presente investigación permite aportar estrategias de enseñanza al campo científico del área de conocimiento de la geometría, las cuales, al ser corroboradas por medio de la práctica cotidiana, permiten facilitar el aprendizaje del alumno generando mejores y mayores resultados académicos; sin embargo, también generan responsabilidad en el docente para actualizar sus estrategias de enseñanza, dado que la práctica tradicional conlleva estrategias memorísticas, aisladas con respecto al resto de las materias, falta de motivación ante contenidos considerados como “difíciles”.

Referencias

- Bloom, B., Engelhart, M., Furst, E., Hill, W. y Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives. The classification of the educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York, EE.UU.: David McKay.
- Cabero, J. (2001). *Tecnología Educativa. Diseño, producción y evaluación de medios para la enseñanza*. Paidós, Barcelona.
- Huffman, D. (1999). El Proyecto de Modernización Educativa: Gestión de la Calidad Académica. *Revista pedagógica*. Programa de Desarrollo Docente. No. 3 y 4. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Lavín, S. (1990). *Competencias Básicas para la Vida: Intento de una delimitación conceptual*. Centro de Estudios Educativos, México.
- Marzano, R. J. y Kendall, J.S. (2008). *Designing and assessing educational objectives: Applying the new taxonomy*. California, EE.UU.: Corwin Press.
- Vega, R (2010). *El modelado mediante el doblado de papel como medio estimulante para elevar el aprovechamiento escolar del alumno de quinto grado de primaria en la enseñanza de la geometría*. Tesis de Maestría no publicada. Escuela de Graduados en Educación del Tecnológico de Monterrey, México.
- Secretaría de Educación Pública (1993). *Libro de Matemáticas para el Maestro de Quinto grado*. México.