

T-1.098

ORIGAMI MODULAR Y EL APRENDIZAJE DE GEOMETRÍA EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

Borja Artamendi Aguirregomezcorta – Marta García Valldecabres

borjaart@ucm.es - martag36@ucm.es

Universidad Complutense Madrid, España

Modalidad: T

Nivel Educativo: Medio o Secundario

Núcleo temático: V. Recursos para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

Palabras Clave: Aprendizaje de conceptos geométricos, origami modular, educación secundaria, experiencias lúdicas y significativas

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de un taller de origami modular en educación secundaria. El taller tiene como propósito que los alumnos interpreten el concepto geométrico de la manipulación del papel. Estos talleres se realizan en dos fases. En la primera, de geometría plana, los alumnos construyen los diferentes módulos de papel, consolidando conceptos como ángulos, líneas notables, teorema de Pitágoras, etc. En la segunda, de geometría tridimensional, de una manera lúdica y significativa, los alumnos construyen poliedros descubriendo la simetría rotacional, planos de simetría, ángulos diedros, defecto angular, la fórmula de Euler, la altura de un triángulo, cálculo de volúmenes, etc. Los resultados muestran que los alumnos han valorado muy positivamente la experiencia y podemos constatar que les ha servido para repasar el temario de cursos pasados e introducir nuevos conceptos, además de trabajar las capacidades de inducción y generalización.

Introducción

El aprendizaje de la geometría con recursos materiales manipulativos es frecuente en las etapas de infantil y primaria, relegando su uso posteriormente. Su utilización en secundaria, acompañada de la interpretación geométrica de lo que hacemos al doblar el papel, permite un aprendizaje significativo de los conceptos geométricos abstractos.

Motivación

La geometría es la parte de las matemáticas más intuitiva, habitualmente se trabaja analíticamente, sin incidir en la visualización. Debido a ello se ha creado este taller en el que hacemos uso del origami. El origami o papiroflexia surgió en Japón en el año 1680 como el arte de hacer figuras reconocibles utilizando papel. Su finalidad era artística y pertenecía a la alta clase japonesa debido al alto precio del papel. A pesar de su origen artístico, hoy en día

607

VIII CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA. LIBRO DE ACTAS.

ISBN 978-84-945722-3-4

se aplica, entre otros, como una herramienta para explicar las matemáticas (Royo Prieto, 2002).

El origami modular se basa en construir varios módulos mediante dobleces de papel para posteriormente ensamblarlos y obtener figuras geométricas. Tiene muchas ventajas para explicar conceptos geométricos. La primera es que nos permite ver la geometría de una forma vivida y efectiva, a través de material que se puede palpar y girar. Los alumnos trabajan las habilidades manipulativas y desarrollan la psicomotricidad fina gracias al uso de este recurso manipulativo (Blanco & Otero, 2005). Estos recursos facilitan la comprensión y el recuerdo de los conceptos. Otra ventaja es que se fomenta el trabajo colaborativo (Gulfo de Puente & Amaya de Armas, 2016; Cañadas y otros, 2003) ya que los alumnos se ayudan y dialogan durante el proceso de construcción y montaje de las figuras. Por último, aporta importantes valores, como la constancia, la tenacidad o la paciencia, ya que, una imperfección en un doblez puede hacer que el módulo no quede bien construido. De igual modo, se trabaja el compañerismo.

Estado del arte

En la construcción de este taller, nos hemos nutrido de diversas fuentes. Royo Prieto (2002) hace un repaso del origami a través de su historia, proporciona un resumen de los conceptos geométricos que se trabajan con el origami modular, lo que nos permite situarlo en un contexto de aprendizaje de geometría. Este mismo autor comenta acerca de tres aspectos de la papiroflexia en los que afloran las matemáticas: la papiroflexia modular, los axiomas de constructibilidad y el diseño de figuras. Además, Blanco y Otero (2005) exponen los beneficios de la utilización del origami como herramienta educativa, nos presentan los módulos sonobe y de Tomoko como piezas clave para la construcción de cubos, tetraedros, icosaedros y dodecaedros, y hacen uso de distintos colores.

La amplia experiencia en el origami modular del grupo Alquerque de Sevilla (Alquerque, 2017) ha sido para nosotros una referencia fundamental. De ellos hemos tomado los diagramas de los módulos y los vídeos explicativos con las instrucciones para construir primero los módulos y a continuación los poliedros. A nivel internacional, las experiencias en Argentina disponen de todo tipo de información sobre origami desde talleres, diagramas, artículos, tutoriales hasta libros (Azcoaga, 2015).

Villarroel y Sgreccia (2011) identifican y caracterizan los materiales didácticos concretos para la enseñanza de la geometría en secundaria. Sus investigación se basan en las ideas de la Educación Matemática Realista (EMR) y distinguen hasta siete grupos de materiales para trabajar geometría de forma manipulativa, desde el tangram hasta el origami.

Por último, el trabajo de Arnal-Bailera (2016), con alumnos de secundaria, se centra en la geometría en el plano, aunque lleguen a construir poliedros; y, usa el software Geogebra para trabajar contenidos de geometría. Hemos podido comprobar que a los alumnos les gustan estos talleres porque les permiten una rápida comprensión de la materia, así como la formalización de conceptos abstractos.

Objetivos

-Objetivo General. Diseñar un taller de origami modular e implementarlo con un grupo de alumnos de Secundaria.

-Objetivos Específicos. 1) Planificar de secuencia de actividades y tareas de evaluación; 2) Elegir o elaborar los recursos y materiales necesarios para su implementación: papel, videos, test, fichas; 3) Promover habilidades de razonamiento y de percepción espacial (Alquerque, 2017); 4) Analizar las respuestas de los documentos utilizados en la evaluación de aprendizajes (test inicial, fichas durante el desarrollo y encuesta final); 5) Valorar el impacto del uso del origami modular en el aprendizaje de la geometría durante la educación secundaria.

Estructura

Este documento lo hemos organizado de la siguiente manera, en primer lugar, explicamos cual es el diseño metodológico y cómo se implementó el taller, los resultados, y, finalmente, las conclusiones y líneas de trabajos futuros. En el apartado de diseño metodológico se recoge cómo se han agrupado los alumnos, cuál ha sido el contenido de las sesiones, las actividades o tareas desarrolladas, y cómo se han evaluado los aprendizajes.

Diseño metodológico e implementación del taller

Participantes

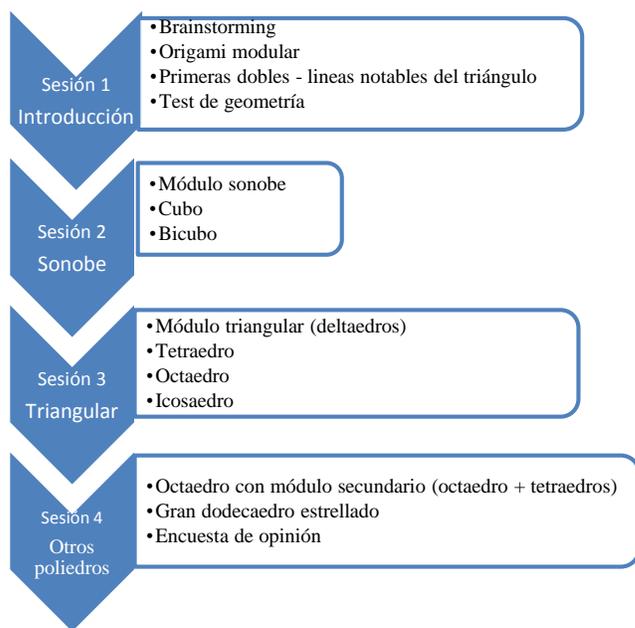
El taller con origami modular para la introducción a la geometría se ha llevado acabo con alumnos de 3º ESO (grupo A) del colegio IES Cardenal Cisneros de Madrid. Han participado 29 alumnos, algo inquietos durante las clases y que tienden a confiarlo todo al examen.

609

Secuencia de actividades y/o tareas durante las sesiones

El taller se estructuró en cuatro sesiones y constituyó el inicio del estudio de los temas geometría en 3° de la ESO (Real Decreto, 2014). A continuación mostramos un diagrama con las sesiones y los puntos tratados en cada una de ellas:

Diagrama 1. Secuencia de actividades realizadas en las sesiones.



La **primera sesión** fue de introducción sobre origami. Dialogamos sobre la historia de este material (origen, etc.), sobre su uso por alumnos de diferentes edades, y sobre aplicaciones de interés, como por ejemplo la construcción de *drones* livianos de peso. También, recordamos conceptos básicos de geometría y la conveniencia de utilizar recursos materiales para su comprensión. A continuación, los alumnos manipularon el papel y realizaron sus

primeras dobles para hallar las líneas notables de un triángulo, interesándose sobre los aprendizajes posibles a través de este recurso. Por último, los alumnos realizaron un test cuyo objetivo era obtener un diagnóstico sobre los conocimientos previos de geometría. Las preguntas del test eran de diferente tipo (Corberan y otros, 1994): de selección, de verdadero/falso, de razonamiento, de representaciones gráficas (Fouz, 2006) y preguntas abiertas.

La estructura de trabajo durante las siguientes sesiones fue la misma. Los alumnos organizados en grupos de seis integrantes, trabajaron diversas tareas cuyo resultado final requería de la colaboración de todos. Cada uno construía un módulo (con papel) y mediante el acoplamiento de los módulos, entre todos construían un poliedro. La estructura didáctica del taller puede verse en el ANEXO 1.

Durante la **segunda y tercer sesión**, se desarrollaron las tareas centrales del taller. En la segunda, cada alumno realizó el *módulo sonobe* (Alquerque, 2010), y entre los miembros de cada equipo construyeron un cubo y un bicubo. Y, en la tercera, cada alumno construyó los *módulos triangulares* (izquierdo y derecho), que ensamblaron formando tetraedros, octaedros e icosaedros.

La **última sesión** se dedicó a que los alumnos conocieran y manipularan *otros poliedros* contruidos con origami modular. El octaedro construido mediante el módulo sonobe facilitó la realización de actividades para desarrollar la capacidad de abstracción, como fueron reconocer las figuras de 2D y de 3D que lo conforman, obtener su volumen a partir de la descomposición en otros cuerpos geométricos. Igualmente sucedió con el dodecaedro estrellado, que permitió descubrir los pentágonos de cada vértice. Al final, rellenaron la *encuesta* de satisfacción y sugerencias sobre el taller para mejorarlo.

Fases de la evaluación del aprendizaje

La evaluación se realizó de manera secuencial:

-**Test inicial** para obtener un diagnóstico sobre los conocimientos previos de geometría, y cuyas preguntas eran de diferente tipo (Corberan y otros, 1994), unas de selección, de verdadero/falso, de razonamiento, de representaciones gráficas y otras abiertas. Además, las respuestas nos han permitido analizar los conocimientos que los alumnos recuerdan. Las preguntas del test se tomaron del Test de Van Hiele (Fouz, 2006) y se introdujeron preguntas abiertas, etc. El test consta de 10 preguntas con nivel de dificultad creciente (ANEXO 2).

-Durante la fase de desarrollo, las tareas de evaluación consistieron en, por una parte, la propia *construcción de los módulos y poliedros*, y, por otra parte, contestar *fichas* para comprobar los conceptos de geometría que iban aprendiendo, tanto los de geometría plana como los de geometría en el espacio. Las preguntas de las fichas pueden encontrarse en ANEXO 3.

Resultados

Los resultados del análisis del test, las fichas y la encuesta final. En líneas generales, el alumno identifica el problema y emplea la mayoría de las veces la información que es significativa. Se ha logrado que los alumnos interactúan más entre ellos, y no sólo con el profesor, a la hora de resolver los problemas. En las Imágenes 3 y 4 se pueden apreciar dos tetraedros y cubos, con diferentes resultados. Detallamos los resultados, aprendizajes en matemáticas vs dificultades y errores, obtenidos por cada instrumento de evaluación:

Tabla 1: Resumen de los resultados del test inicial

Resultados recogidos del test inicial	
Aprendizajes	Errores o dificultades
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificar cuadrados, rectángulos ➤ Comprensión de conceptos de mediatriz, bisectriz, altura ➤ Rombo por la longitud de sus diagonales ➤ Capacidad de abstracción ➤ Identificar pirámide triangular ➤ Relaciones Teorema de Pitágoras 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Confundir rombos con trapecios ➤ Definir cuadriláteros con una sola propiedad ➤ Falta de comprensión del concepto de mediana de un segmento ➤ Falta de comprensión en procedimientos de obtención de puntos notables ➤ Significado de la Fórmula de Euler ➤ Visualizar la pirámide cuadrangular y los prismas

Las fichas nos muestran que la mayoría de los alumnos han adquirido los conceptos sobre geometría en el plano y gracias a la referencia de los módulos han conseguido una correcta comprensión de los movimientos en el plano así como la inducción. Sin embargo, tienen problemas con los cuerpos geométricos y sobre todo en tareas como dibujar o identificar patrones. Lo que nos hace pensar en la necesidad de trabajar este tipo de tareas. Este sería el resumen:

Tabla 2: Resumen de los resultados de la fichas

Resultados recogidos de las fichas	
Geometría en el plano	
Aprendizajes	Errores o dificultades
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Polígonos ➤ Tipos de ángulos ➤ Teorema de Pitágoras triángulo recto ➤ Simetría rotacional y orden ➤ Identificar pirámide triangular ➤ Capacidad de inducción (nº sonobes para cubo) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cálculo áreas de polígonos, uso de Teorema de Pitágoras ➤ Preguntas selección (ambas, ninguna) ➤ Dibujar mediatriz, bisectriz y mediana ➤ Dibujar todos los ejes de simetría del cuadrado
Geometría 3D , cuerpos geométricos	
Aprendizajes	Errores o dificultades
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comprender los conceptos de ángulo diedro y perpendicularidad de caras ➤ Identificar caras secantes y caras paralelas ➤ Identificar aristas, vértices y caras ➤ Reconocer cuerpos geométricos en construcciones arquitectónicas, etc 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Definir pirámide ➤ Encontrar patrones en los poliedros regulares, relaciones numéricas en la Fórmula de Euler ➤ Encontrar regularidades en los deltaedros ➤ Dibujar cuerpos geométricos y simetrías especulares ➤ Capacidad de abstracción de las mínimas caras que concurren en los vértices

Algunos resultados destacables de la encuesta final (cf. ANEXO 3). Curiosamente, seis alumnos que se califican como malos/muy malas en matemáticas, han puntuado el taller con valores entre 3,8 y 4 sobre 5. Esto muestra que este taller ha servido para recuperar el interés por las matemáticas en estos alumnos.

Los docentes percibieron en los alumnos reacciones o comentarios como: caras de felicidad o sonriendo, alumnos trabajando en las tareas, etc. (Más ejemplos: ANEXO 3 o ANEXO 4). Además, otra muestra del interés de los alumnos fue que algunos visionaban, antes de las sesiones, los videos sobre cómo construir los módulos y sus correspondientes poliedros; así como fue sorprendente que fuera del horario de clase, construyeron un icosaedro, un dodecaedro, una bipirámide pentagonal y un policubo con forma de “L” de tetris.

Imagen 1. Cuerpos geométricos contruidos por los alumnos

Icosaedro,	Dodecaedro	Policubo con forma de “L” tetris
		

Conclusiones

El origami se usa cada vez más en la enseñanza de las matemáticas especialmente en la educación primaria, no así en las etapas de educación secundaria. El diseño y la implementación de un taller de origami modular como herramienta de enseñanza de la geometría en 3° ESO ha resultado de interés.

Los resultados arrojan una gran acogida de los alumnos de la papiroflexia lo que nos hace pensar en la necesidad de que los profesores utilicen metodologías alternativas, para aumentar la significación y satisfacción del aprendizaje de las matemáticas. El adecuado comportamiento y la alegría de los alumnos en comparación con las clases rutinarias, muestra que es un método motivador para la enseñanza de la geometría. Además, permite una mejor comprensión de los conceptos geométricos abstractos, nos sirve como introducción a los temas de geometría o como instrumento para el desarrollo de esos temas, se puede combinar con software de geometría dinámica (por ejemplo: Geogebra) para consolidar conocimientos. Se han cumplido las expectativas y podemos afirmar que esta innovación nos da la oportunidad de, además de trabajar las habilidades manipulativas, promover valores esenciales del trabajo como la colaboración, creatividad o trabajo en equipo.

A lo largo de las sesiones se mostraban ejemplos fenomenológicos de construcciones reales (Extremiana y otros, 2002) para aumentar la significatividad de las tareas del taller, por la relación de conceptos abstractos con entes físicos: pirámides, prismas (Torres Kio), cubos, simetría axial mostrando el cuerpo humano, etc.

Los alumnos han aprendido a afrontar los problemas y resolverlos por ellos mismos o con la ayuda de algún compañero, aumentando así la autoestima. Algunos alumnos que les da igual hacer mal su tarea han reaccionado positivamente porque el resultado de su trabajo afectaba al del grupo.

Referencias bibliográficas

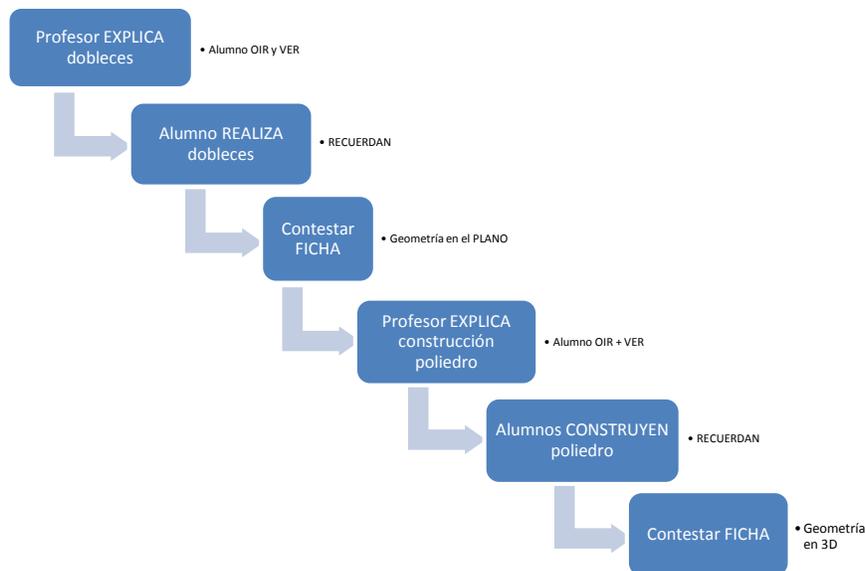
Alquerque, Grupo (2010). Geometría Modular con Papiroflexia. En línea: http://www.grupoalquerque.es/ferias/2010/archivos/webquest_2/origami.html

Arnail-Bailera, A (2016). Investigando la construcción de polígonos regulares mediante doblado de papel. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 45, 269-284.

Azcoaga, L. (2015). Origami Modular Argentina. En línea: <http://origamimodular.com.ar>

- Blanco, C. y Otero, T (2005) *Geometría con papel (papiroflexia matemática)*. Sctm05, 1-18.
En línea: <https://imarrero.webs.ull.es/sctm05/modulo3tf/1/cblanco.pdf>
- Cañadas, M., y otros (2003). *Geometría con papel*. Canarias: JAEM
- Corberan, R., y otros (1994). *Diseño y evaluación de una propuesta curricular de aprendizaje de la geometría en enseñanza secundaria basada en el modelo de razonamiento Van Hiele*. CIDE.
- Extremiana, J., y otros (2002). *Poliedros*. Logroño: Universidad de la Rioja
- Fouz, F. (2006) Test geométrico aplicando el modelo Van Hiele. *SIGMA*, N°28(5), 33-58.
- Gulfo de Puente, J.D., y Amaya de Armas, T. (2008). El origami, una estrategia para la enseñanza de la geometría. *Actas del Congreso RELME 22, Mexico D.F.*, 895-901.
- Real Decreto 1105/2014, 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Royo Prieto, J. (2002) *Matemáticas y Papiroflexia*. *SIGMA*, N°21, 175-192.
- Villaroel, S. Y Sgreccia, N. (2011). *Materiales didácticos concretos en Geometría en primer año de Secundaria*. *Números*, N°78, 73-94.

ANEXO 1. Estructura didáctica taller



Para cada módulo el profesor explicaba a los alumnos los pasos a seguir para obtener el módulo en cuestión mientras se iba repasando conceptos sobre la geometría en el plano. De esta manera los alumnos oían y veían para recordarlo. Posteriormente los alumnos hacían cada uno un módulo para comprenderlo. Durante esta fase se debían de ayudar unos a los otros, el profesor era un mero guía. A continuación debían de rellenar una ficha con preguntas sobre geometría en el plano (clasificación de polígonos, Pitágoras, áreas, lugares geométricos, simetrías, inducción), el módulo les serviría para tener una referencia gráfica. Tras un tiempo, el profesor proseguía dando las pautas para acoplar los módulos de manera correcta y obtener el poliedro deseado. Algunos de los alumnos construían el poliedro mientras otros ayudaban o aconsejaban durante el proceso. La última fase correspondía a rellenar la ficha con preguntas sobre geometría en tres dimensiones (ángulos diedros/triedros, poliedros, fórmula de Euler, áreas y volúmenes, simetrías). El poliedro construido les serviría de guía para así poder visualizar mejor las preguntas. En la ficha los alumnos podían encontrar puntualmente pequeñas explicaciones de algún concepto matemático.

ANEXO 2. Test inicial

Se agregan sólo las preguntas del test, no las imágenes y las opciones de las respuestas por problema de espacio:

1. Si trazamos la diagonal de un **rectángulo** cualquiera... ¿qué afirmación NO ES CIERTA?
2. En las siguientes figuras, pon dentro de la figura (C: cuadrado, O: rombo, E: rectángulo)
3. Nombra en la derecha las rectas y puntos notables del triángulo que se te ocurran, ten en cuenta los números que hay dentro del recuadro.
4. ¿Es la diagonal siguiente un eje de simetría del rectángulo (1)? En caso negativo, usa la diagonal como eje de simetría y dibuja el simétrico del triángulo ABC (2) en el otro lado del eje.
5. Fíjate en el cubo (derecha abajo), supongamos que se corta el cubo en dos trozos siguiendo las líneas marcadas sobre el cubo. ¿Cuál de las figuras A, B, C, D, E muestran los dos pedazos que se obtienen?
6. ¿VERDADERO O FALSO?
7. Nombra los poliedros regulares que se pueden hacer con el módulo triangular teniendo en cuenta que este módulo aporta dos triángulos (o de Verrill). ¿Cuántos módulos se necesita para cada uno?
8. ¿Cumple el siguiente poliedro la fórmula de Euler? Cuenta sus caras, vértices y aristas. ¿Qué tipo de poliedros NO cumplen la fórmula de Euler?
9. Señala en la figura todos los polígonos y poliedros que identifiques, utiliza las letras para hacerlos referencia, por ejemplo CBGH: cuadrado.
10. ¿Cuál es el perímetro del triángulo “ABC”? Pista: tratar de utilizar Pitágoras.

ANEXO 3. Preguntas de las fichas

PREGUNTAS GEOMETRÍA EN EL PLANO
La nueva figura (módulo sonobe) está formado por un cuadrilátero porque tiene 4 lados, pero ¿qué tipo de cuadrilátero?
Si los catetos del triángulo que forma la pestaña miden 1 cm, ¿Cuánto vale la hipotenusa o diagonal?
En nuestro caso para el módulo sonobe primario, tenemos una simetría rotacional de orden (pon sobre la mesa con una de las puntas de la pestaña mirando para un lado, gira y observa).
Se ve sobre la solapa o pestaña un doblez. El doblez corresponde a: mediana, altura, ambas cosas, ninguna de las dos.
Imaginémonos ahora el cuadrado del centro del módulo sonobe. ¿Cuántas rectas se te ocurren que divida el cuadrado en dos partes iguales? Cada una de ellas forman un eje de simetría. Dibújalas y di cuantas tiene.
(Inducción) Teniendo en cuenta el número de caras que aporta cada módulo sonobe, ¿cuántos módulos de sonobe necesitamos para montar un cubo? ¿Y un bicubo? Razona la respuesta.
PREGUNTAS GEOMETRÍA 3D
¿Cuánto mide el ángulo diedro formado por dos caras del cubo?
Cuántas maneras diferentes te imaginas de cortar el cubo de tal manera que el cubo quede dividido en dos partes iguales? Estos serán los planos de simetría del cubo, dibújalos
Nombra 3 objetos o presencia de cuerpos en la vida real con forma de: cubo, pirámide, prisma
Completa la tabla contando las caras, vértices y aristas de los poliedros regulares. Existe una relación entre el número de caras, vértices y aristas común a todos los poliedros regulares. ¿Cuál es? ¿Es exclusiva de los poliedros regulares? Investiga.
Deduce patrones en los deltaedros. Completa la tabla y enumera las regularidades o patrones que veas.
Asigna a cada imagen (del mundo que nos rodea), el nombre del poliedro adecuado de la lista de abajo.

Estas son algunas de las preguntas y su puntuación media de la encuesta final.

PREGUNTA	PUNTUACIÓN MEDIA
¿Te ha parecido interesante el material?	4.24
¿Crees que la geometría tiene más aplicaciones?	4.04
Media todas las preguntas	3.7

PREGUNTA ABIERTA	RESPUESTA (más repetidas)
¿Qué es lo que más te ha gustado del taller?	Construir y montar figuras
¿Qué es lo que menos te ha gustado del taller?	Rellenar las fichas
¿El taller te ha parecido interesante, por qué?	Ver la geometría de otra manera, físicamente Divertido y otra manera de estudiar mates Método innovador, más interesante que las clases normales
¿Has aprendido muchas cosas que no conocías? ¿Cuáles?	Cosas que antes no sabía Módulos y construir poliedros Recordar cosas de geometría
Danos tu opinión acerca del taller	Muy interesante, chulo

	Interesante para la percepción visual Se entiende mejor la geometría, más práctico Preguntas excesivas en las fichas Visualizar mejor la teoría
--	--

Imagen 1-2. Imágenes de poliedros y módulos construido por los alumnos.

Imagen 3-4 Tetraedros y cubos construidos por los alumnos, con distintos resultados.

 <p>Imagen 1. Cubos y Tetraedros</p>	 <p>Imagen 2. Módulos triangulares y Tetraedros</p>
 <p>Imagen 3. Tetraedros con distinto resultado.</p>	 <p>Imagen 4. Cubos</p>

ANEXO 4. Observaciones del profesor durante la actividad en el aula

- Niña excelente en música con tremendas habilidades manipulativas y capacidad espacial. Estrecha relación entre la música y las matemáticas manipulativas.
- Alumna con problemas para expresarse y se aburre en clase, pregunta y se la ve activa montando y rellenando las preguntas de las fichas.
- Alumno con gran habilidad para dibujar que encuentra en los polígonos, poliedros, simetrías una oportunidad para aprender las matemáticas mientras realiza una de sus pasiones, dibujar.
- Alumnos con altas capacidades espaciales y de abstracción pero que sin embargo tienen nula capacidad manipulativa y serios problemas de lateralidad (no saber si doblar para atrás o para adelante, que punta se lleva a que segmento, etc).
- Aumento de la autoestima gracias a que los alumnos afrontan los problemas por ellos mismos y si no pueden se apoyan unos a los otros.

- Importancia de aplicarse en el trabajo individual (construcción de módulos) para no afectar negativamente en las tareas grupales (acoplamiento y construcción de poliedros).