

Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Máster Universitario en Didáctica de las Matemáticas
en Educación Secundaria y Bachillerato

**La enseñanza de la Geometría de
poliedros en 2° de ESO a través de
Aprendizaje Basado en Proyectos como
metodología didáctica.**

Trabajo fin de estudio presentado por:	Mónica Andrea Tapia Guamán
Tipo de trabajo:	Propuesta didáctica
Director:	Pedro José Sanjurjo Pérez
Fecha:	23-07-2020

Resumen

La enseñanza de poliedros, y de la geometría en general, se ha caracterizado por el uso de metodologías tradicionalistas centradas en la memorización y mecanización de ejercicios que muchas veces están desarticulados de la realidad de los estudiantes, repercutiendo en la interiorización de dichos conocimientos. Los resultados de varias pruebas de rendimiento internacionales evidencian en el área de matemáticas, incluyendo a la geometría, bajos niveles de desempeño. En este contexto, el presente trabajo desarrolla una propuesta de enseñanza de la Geometría de poliedros en 2° de ESO a través de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como metodología didáctica. A través de una revisión bibliográfica reflejada en el marco teórico del trabajo se definió tanto a la enseñanza de la geometría y el ABP. Lo anterior permitió establecer las fases de la propuesta acorde a los lineamientos que propone el ABP, la temporalización, los recursos, las sesiones de cada fase, en la cual se incluyen actividades experienciales articuladas al contexto de los estudiantes y talleres dirigidos a abordar conceptos de otras asignaturas que ayudarán a los estudiantes en la ejecución de su proyecto. El aprendizaje y enseñanza de la geometría de poliedros va más allá de la memorización de fórmulas y la solución mecánica de ejercicios, por eso es necesario repensar las formas de enseñar, en este sentido, el ABP permite abordar los contenidos de geometría de poliedros de una manera práctica, interdisciplinar y relacionadas a las problemáticas reales de los estudiantes permitiendo interiorizar los procesos, ya no desde la memorización, si no desde la aplicación en su diario vivir.

Palabras clave

Enseñanza de poliedros, Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), propuesta didáctica, actividades experienciales.

Abstract

The teaching of polyhedra, and geometry in general, are characterized by the use of traditionalist methodologies focused on memorization and mechanization of exercises. These exercises are not related to the reality of the students. Therefore, it affects the internalization of this knowledge. The results of various international performance tests show low levels of performance in the area of mathematics, including geometry. In this context, the present work develops a proposal for teaching Polyhedron Geometry in the 2nd year of ESO through Project Based Learning (ABP) as a didactic methodology. Both geometry teaching and PBL defined through a literature review. This review allowed establishing proposal phases according to the guidelines proposed by the ABP, timing, resources and sessions of each phase. The proposal includes experiential activities articulated in the context of the students and workshops aimed at addressing concepts from other subjects to help students in the execution of their project. Learning and teaching polyhedron geometry goes beyond the memorization of formulas and the mechanical solution of exercises. For all this, it is necessary to rethink the ways of teaching, in this sense; the ABP allows to approach the contents of polyhedron geometry in a practical, interdisciplinary way and related to the real problems of the students. With this, the students internalize the processes, no longer from memorization, but from the application in their daily lives.

Keywords:

Teaching of polyhedra, Project-Based Learning (PBL), didactic proposal, experiential activities.

Índice de contenidos

1. Introducción	8
1.1. Justificación.....	8
1.2. Planteamiento del problema	10
1.3. Objetivos del TFM	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
2. Marco teórico.....	15
2.1. Enseñanza de la Geometría	15
2.1.1. Dificultades de la enseñanza de Geometría	18
2.1.2. Dificultades en el aprendizaje de la Geometría	19
2.2. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).....	20
2.2.1. Rol del docente y el estudiante en el ABP	24
2.2.2. Factores que intervienen en el ABP	25
2.2.3. Aprendizaje Basado en Proyectos paso a paso	31
2.2.4. Ventajas y dificultades de implementación	32
2.3. Enseñanza de la Geometría a través de ABP	33
3. Propuesta didáctica.....	34
3.1. Presentación	34
3.2. Marco legislativo y contexto.....	34
3.3. Objetivos didácticos.....	35
3.4. Contenidos	35
3.5. Temporalización.....	37
3.6. Recursos.....	37
3.7. Metodología.....	38

3.8.	Sesiones	38
3.8.1.	Sesión 1.....	38
3.8.2.	Sesión 2.....	39
3.8.3.	Sesión 3.....	40
3.8.4.	Sesión 4.....	41
3.8.5.	Sesión 5.....	42
3.8.6.	Sesión 6.....	42
3.8.7.	Sesión 7.....	43
3.8.8.	Sesión 8.....	44
3.8.9.	Sesión 9.....	45
3.8.10.	Sesión 10	45
3.8.11.	Sesión 11	46
3.8.12.	Sesión 12	47
3.8.13.	Sesión 13 y 14	48
3.8.14.	Sesión 15	49
3.8.15.	Sesión 16	49
3.8.16.	Sesión 17	50
3.9.	Evaluación	50
3.9.1.	Evaluación de las sesiones y talleres	50
3.9.2.	Evaluación de la propuesta.....	51
4.	Conclusiones.....	52
5.	Limitaciones y prospectiva	54
6.	Referencias bibliográficas	55
7.	Anexos.....	61
Anexo A.	Infografía del Aprendizaje Basado en Proyectos paso a paso	61

Anexo B.	Contenidos de 2° de ESO: Ecuador y España	62
Anexo C.	Presentación del proyecto “Diseñando mi escuela”	63
Anexo D.	Sesión 2: Lengua y Literatura	64
Anexo E.	Caja misteriosa y objetos de sesión 3	66
Anexo F.	Tablero de apuntes de sesión 3	67
Anexo G.	Presentación de la clasificación de poliedros.....	67
Anexo H.	Sesión 4. Búsqueda de información	68
Anexo I.	Taller “Construcción de poliedros a través de papiroflexia”	70
Anexo J.	Demostración de cálculo área y volumen de un cubo.....	74
Anexo K.	Poliedros. Cálculo de áreas y volúmenes.....	74
Anexo L.	Rúbrica de evaluación	76
Anexo M.	Sesión 7. Búsqueda e interpretación de información	77
Anexo N.	Taller “Construcción de poliedros a través de GeoGebra”	79
Anexo O.	Taller “Construcciones ecológicas”	85
Anexo P.	Yincana Matemática.....	88
Anexo Q.	Tarea a casa para después de la Yincana Matemática	91
Anexo R.	Juego de la ruleta	91
Anexo S.	Rúbricas de evaluación.....	92
Anexo T.	Taller para preparar la presentación final.....	94
Anexo U.	Rúbrica de evaluación de presentación y producto final.....	96
Anexo V.	Encuesta para evaluar la propuesta.....	98
Anexo W.	Matriz DAFO	99

Índice de figuras

Figura 1. Porcentaje de aciertos de tópico de resolución de problemas relacionados con perímetro y área en prueba Ser Bachiller de Ecuador (Fuente: INEVAL, 2019).....	12
Figura 2. Porcentaje de aciertos por tópico en imaginación espacial, pruebas Ser Bachiller de Ecuador. (Fuente: INEVAL, 2019)	12
Figura 3. Enseñanza de la Geometría con base en Báez e Iglesias (2007). (Elaboración propia)	17
Figura 4. Diferencia: Aprendizaje Basado en problemas y proyectos. (Elaboración propia)...	22
Figura 5. Objetivos del ABP con base en Martí, et al. (2010). (Elaboración propia)	23
Figura 6. Rol del docente en el ABP con base en Trujillo (2016). (Elaboración propia)	24
Figura 7. Puntos clave: teoría de Gardner basado en Vergara (2015). (Elaboración propia) ..	26
Figura 8. Habilidades espaciales. (Elaboración propia)	27
Figura 9. Ciclo de Aprendizaje Experiencial de Kolb, tomado de Vergara, 2015, p. 43.	28
Figura 10. Grupos en función de tipo de tareas basado en Vergara (2015). (Elaboración propia)	30
Figura 11. Temporalización de la Unidad Didáctica. (Elaboración propia).	37

Índice de tablas

Tabla 1. Ventajas y dificultades de la implementación del ABP.....	32
Tabla 2. Instrumentos de evaluación	51

1. Introducción

La enseñanza de Geometría, que forma parte de las temáticas que se trabajan en el área de matemáticas, se ha caracterizado por maneras de enseñar tradicionales, es decir los docentes y los contenidos curriculares se centran en la memorización de fórmulas y resolución de ejercicios desarticulados con la realidad de los estudiantes. Esto conlleva a “complicaciones para resolver problemas tomados del medio, dificultades para realizar deducciones, comparaciones y demostraciones simples geométricas” (Duchizama, 2014, p. 19).

Los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Geometría deben dirigirse a que los estudiantes desarrollen nuevas perspectivas para entender el mundo que los rodea a través del estudio de figuras y cuerpos geométricos empleando procesos cognitivos como la visualización, construcción y razonamiento (Velasco y Consuelo, 2018), incluyendo, además, la resolución de problemas relacionados a las realidades y experiencias de los estudiantes.

Por tal razón, después de realizar una búsqueda bibliográfica sobre la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos, revisar los contenidos del bloque de Geometría relacionados con los poliedros, identificar las dificultades más relevantes que presentan los estudiantes en el aprendizaje de poliedros e identificar las dificultades más relevantes que presentan los estudiantes en la resolución de problemas que involucren poliedros se plantea una propuesta de intervención basada en actividades experienciales para la enseñanza de la Geometría de los poliedros a través de Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología didáctica en 2° de la ESO.

A partir de esto, se pretende repensar y fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Geometría, remarcando su importancia en la comprensión y entendimiento del entorno en que se encuentran diversos conceptos geométricos.

1.1. Justificación

La elaboración de nuevas propuestas de enseñanza de la Geometría es fundamental para dejar atrás métodos tradicionalistas que repercuten negativamente en el rendimiento académico de los estudiantes en el área de matemáticas. El rendimiento de los estudiantes en Geometría influye directamente con las matemáticas en general, pues:

El estudio de la Geometría permite al alumno estar en interacción con relaciones que ya no son el espacio físico sino un espacio conceptualizado y, por lo tanto, en determinado momento, la validez de las conjeturas que haga sobre las figuras geométricas ya no se comprobarán empíricamente, sino que tendrán que apoyarse en razonamientos que obedecen a las reglas de argumentación en Matemáticas, en particular, la deducción de nuevas propiedades a partir de las que ya conocen (López y García, 2008, p. 29).

Es este sentido, es preciso que los conocimientos previos necesarios formen parte de la estructura cognitiva de los estudiantes para que así se puedan cimentar sobre ellos los nuevos conocimientos de Geometría espacial. El estudio de los poliedros: características, propiedades, relaciones, cálculo de áreas, volúmenes y resolución de problemas son parte de los primeros pasos en la Geometría espacial, por ello, estos conocimientos son fundamentales para que en niveles superiores se continúen introduciendo razonamientos más formalizados sobre cuerpos en el espacio.

Diferentes evaluaciones internacionales, tanto en España como en Ecuador, evidencian resultados poco alentadores en el área de matemáticas en donde se encuentra la Geometría. Respecto a España, en las pruebas del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA por sus siglas en inglés) aplicadas en 2018, en que se evalúan a estudiantes de 15 años en las competencias en comprensión lectora, ciencias y matemáticas, los resultados relacionados a esta última competencia “están estancados” (Torres, 2018, párr. 1), con 481 puntos evidencian un retroceso de 5 puntos comparando con los resultados de la prueba del 2015 (486 puntos) (Ministerio de Educación España, 2018).

En cuanto a Ecuador, el Segundo (SERCE) y Tercer (TERCE) Estudios Regionales Comparativos y Explicativos, aplicados en 2008 y 2014 respectivamente a estudiantes de tercer y sexto grado de educación básica, muestran en el área matemática un aumento significativo en los resultados comparando ambas pruebas (de 51,10 punto en tercer grado y 53,62 puntos en sexto grado) (UNESCO, 2014), ubicándose en ambos casos en la media regional. Sin embargo, los resultados de las pruebas PISA para el Desarrollo, variante de las pruebas PISA que “fueron rediseñados para capturar una gama más amplia de niveles de desempeño y contextos sociales, manteniendo las mismas escalas de la evaluación regular de PISA” (INEVAL, 2018, p.7), aplicada a estudiantes de 15 años matriculados en 8°, 9°, 10° año de educación básica y de 1° y 2° de bachillerato, muestra un bajo desempeño en matemáticas con el 70,9 % de

estudiantes por debajo del nivel 2 de desempeño considerado como básico (INEVAL, 2018), es decir que muchos estudiantes dentro de este 70,9 % apenas pueden:

Interpretar y reconocer situaciones en contextos que solo requieren una inferencia directa. Los estudiantes de este nivel pueden extraer información de una única fuente y usar un único modo de representación. Los estudiantes pueden utilizar algoritmos, fórmulas, procedimientos o convenciones de nivel básico para resolver problemas que contengan números enteros. Son capaces de hacer interpretaciones literales de los resultados (INEVAL, 2018, p. 37).

En este panorama, en que los resultados globales en el área de matemática, tanto en España como en el Ecuador, presentan el reto de realizar una transformación de las metodologías de enseñanza que dejen atrás la memorización y la mecanización y permita a los estudiantes el desarrollo de “la capacidad crítica, el trabajo en equipo o la creatividad” (Torres, 2018, párr. 8) a partir de la resolución de problemas o ejecución de proyectos relacionados con la vida real.

1.2. Planteamiento del problema

En el Real de Decreto 1105/2014 de España se plantean los contenidos básicos a desarrollar en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y del Bachillerato. En el caso de los contenidos del bloque de Geometría para estudiantes que cursan 2° la ESO (13 a 14 años) se establecen temas con los que los estudiantes se encuentran por primera vez, estos son: cuerpos semejantes, poliedros, cuerpos de revolución, sus propiedades y relaciones, así como el cálculo de volúmenes.

Del mismo modo, en el Currículo de los Niveles de Educación Obligatoria de Ecuador (2016) se establecen las destrezas con criterio de desempeño a desarrollar desde el 1er año de Educación General Básica (EGB) al 3ro de Bachillerato General Unificado (BGU). En el área de Matemáticas, se establecen destrezas básicas imprescindibles y destrezas básicas deseables relacionadas al bloque de Geometría y Medida para la Básica Superior (incluye 9no de EGB con estudiantes de 13 a 14 años). Entre los contenidos en este nivel, se encuentran: operaciones con conjuntos, figuras geométricas semejantes, triángulos, perímetros y áreas de

figuras geométricas, teorema de Pitágoras, relaciones trigonométricas, polígonos regulares, poliedros, cuerpos de revolución y cálculo de volúmenes.

En cuanto a los contenidos, el currículo de Ecuador es muy parecido al de España, con la diferencia de que en Ecuador se trabaja en el desarrollo de destrezas con criterio de desempeño en las que ya se encuentran implícitos los contenidos y en España se trabaja en el desarrollo de contenidos directamente. En la transición del estudio de Geometría en el plano al estudio en el espacio, los estudiantes deben tener conocimientos previos desde su propia experiencia, así como conocimientos de Geometría plana sobre los cuales construir los conceptos de Geometría espacial. Sin embargo, Velasco y Consuelo (2018) mencionan que el bloque de Geometría ha sido poco desarrollado en las instituciones educativas limitando su estudio a identificar figuras, plasmar en plano las mismas, memorizar fórmulas y resolver ejercicios “modelos”.

En el Informe Nacional de las pruebas Ser Bachiller del año lectivo 2018 – 2019 de Ecuador que evalúa aptitudes y destrezas que los estudiantes deben adquirir a lo largo de su vida escolar obligatoria, se valora la aptitud abstracta y cuatro dominios: matemático, lingüístico, científico y social. Esta prueba ha tomado gran relevancia en el país, puesto que representa el 30% de la nota final de los estudios de Bachillerato, su aprobación es obligatoria para graduarse y contribuye al acceso a la educación superior (INEVAL, 2017).

En cuanto a la evaluación de contenidos relacionados con la Geometría espacial, en el apartado de dominio matemático se encuentra un grupo temático relacionado con la *resolución de problemas estructurados*, dentro de este grupo uno de los tópicos es la *resolución de problemas relacionados con perímetro y área*. Para responder los ítems que corresponden a este tópico claramente se debe tener conocimientos sobre figuras geométricas, saber sus características, propiedades, relaciones, además de habilidades de razonamiento y reflexión para resolver los problemas que se plantean. Estos conocimientos son los cimientos sobre los cuales se puede empezar a trabajar la Geometría espacial.

En los resultados obtenidos, en la *figura 1* podemos observar una comparación del porcentaje de aciertos del tópico: resolución de problemas relacionados con perímetro y área del año lectivo 2017 - 2018 y el 2018 - 2019. Si bien, el porcentaje de aciertos aumenta en un 20%, aún se hace necesario trabajar y reforzar estos conocimientos.

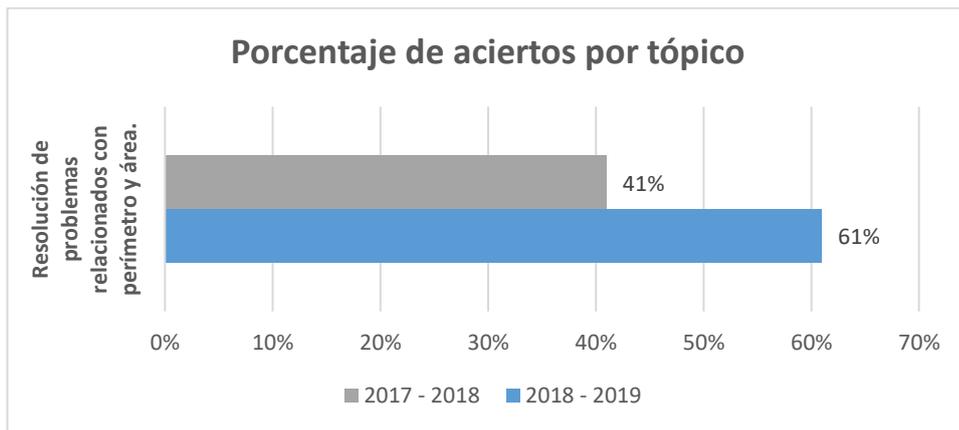


Figura 1. Porcentaje de aciertos de tópico de resolución de problemas relacionados con perímetro y área en prueba Ser Bachiller de Ecuador (Fuente: INEVAL, 2019)

Así mismo, en el apartado de aptitud abstracta, se encuentra un grupo temático clave, la *imaginación espacial*, dentro de este grupo se encuentran tópicos como: *perspectivas de objetos*; *transformación entre gráficos 2D y 3D*; y *figura rotativa*. Según Linn y Petersen (1974) estas son habilidades imprescindibles que para el desarrollo de la inteligencia espacial.

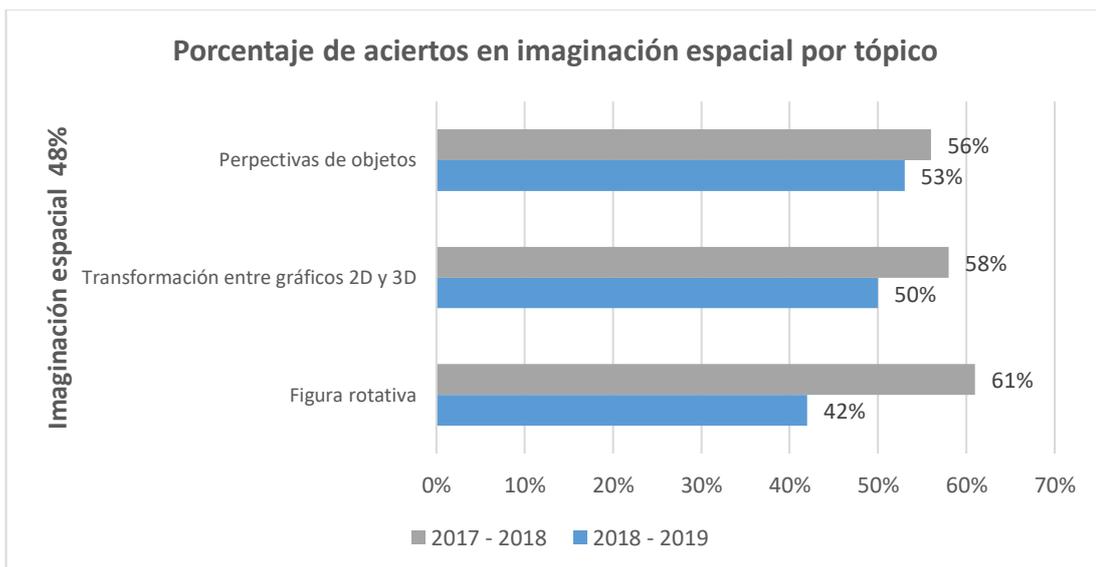


Figura 2. Porcentaje de aciertos por tópico en imaginación espacial, pruebas Ser Bachiller de Ecuador. (Fuente: INEVAL, 2019)

En la *figura 2* se puede observar una comparación de los porcentajes de acierto en cada tópico entre el año lectivo 2017-2018 y el 2018-2019. Siguiendo la perspectiva de Linn y Petersen (1974), sobre las habilidades ineludibles para el desarrollo de la inteligencia espacial, es

preocupante ver como de un año al otro el porcentaje de aciertos disminuye. En *perspectivas de objetos* el porcentaje decrece un 3%; en *transformación entre gráficos 2D y 3D* el porcentaje se reduce un 8%; y el de *figura rotativa* tiene una caída de 19%. Estos datos llaman a repensar las formas de enseñanza de la Geometría, a guiar a los estudiantes para el desarrollo de sus habilidades, así como al razonamiento y la reflexión. Es vital que aprendan a resolver problemas, realizar deducciones, conjeturas y extrapolaciones de distintas situaciones matemáticas contextualizadas de forma creativa.

En las instituciones educativas, los estudiantes no han tenido la posibilidad para profundizar contenidos, establecer relaciones, reflexionar y razonar, puesto que la mayoría de clases de la asignatura de Matemáticas en general se ha caracterizado por un estilo frontal, en donde los estudiantes no pueden relacionarse con sus compañeros; y una enseñanza que sigue un orden como si fuera una ley, en la cual: primero, se plantea conceptos, teoremas o fórmulas; segundo, se resuelve ejercicios modelo y tercero, termina con estudiantes resolviendo ejercicios propuestos por un libro de texto.

En el caso de la Geometría de poliedros, la forma de enseñanza no cambia, contempla los mismos tres momentos mencionados en el párrafo anterior, lo que hace de ella un aprendizaje mecánico y memorístico. Esto es contradice la idea de Volkert (2008) que afirma que la Geometría espacial es de vital importancia ya que esta permite la descripción del mundo que nos rodea. Entonces, si el estudio de la Geometría espacial se basa en todo lo que se encuentra en nuestro alrededor, es lógico que su proceso de aprendizaje también lo haga. Fabres (2016) menciona las habilidades que se deben desarrollar en los estudiantes en el aprendizaje de la Geometría, pues bien, son esas mismas habilidades las que se pueden empezar a desarrollar en el estudio de poliedros: desarrollo del pensamiento geométrico, la visualización, la percepción y el razonamiento espacial; análisis de cuerpos geométricos (características, propiedades y relaciones); la rotación espacial, así como localizaciones espaciales en sistemas de representación; realizar conjeturas y extrapolaciones y proponer soluciones creativas a problemas del mundo real.

Por todo lo expuesto, es necesario que la enseñanza de la Geometría empiece a cambiar, a realizar transformaciones desde una metodología tradicional a una en la que los estudiantes participen activamente, se sientan motivados por aprender, desarrollen habilidades y potencien sus talentos. Se busca que los estudiantes lleguen a aprendizajes significativos a

través de trabajo basado en proyectos, interdisciplinaridad, investigación, experimentación y la acción en el mundo real. En este marco, el presente trabajo abarca una propuesta de implementación para mejorar la enseñanza de la Geometría de poliedros en las aulas de clase.

1.3. Objetivos del TFM

A continuación, se presenta el objetivo general del trabajo y los objetivos específicos que ayudarán a la consecución de la meta propuesta.

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta de intervención basada en actividades experienciales para la enseñanza de la Geometría de los poliedros a través de Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología didáctica en 2° de ESO.

1.3.2. Objetivos específicos

- Revisar la bibliografía existente sobre la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos.
- Revisar los contenidos del bloque de Geometría relacionados con los poliedros en 2° de ESO.
- Identificar las dificultades más relevantes que presentan los estudiantes de 2° de ESO en el aprendizaje de poliedros.
- Identificar las dificultades más relevantes que presentan los estudiantes de 2° de ESO en la resolución de problemas que involucren poliedros.
- Proponer actividades experienciales para la enseñanza de la Geometría a través de ABP como metodología didáctica.

2. Marco teórico

2.1. Enseñanza de la Geometría

La Geometría es considerada como la ciencia del espacio, este término proviene “del latín *geometría*, y este del griego *γεωμετρία*” (RAE, 2019), *geo* = tierra y *métrica* = medida, es decir, medición de la tierra. La Geometría es una de las ciencias más antiguas que ha permitido la comprensión y percepción de medidas, formas, tamaños, figuras y relaciones espaciales. Nieto (2018) la señala como la parte de las Matemáticas “que trata de las propiedades y medida del espacio o del plano, fundamentalmente se preocupa de problemas métricos como el cálculo del área y diámetro de figuras planas y de la superficie y volumen de cuerpos sólidos o geométricos” (p. 46).

Velasco y Consuelo (2018) sostienen que la Geometría es “una manera de pensar y entender” (p. 39), en la que se involucran distintos procesos cognitivos como: visualización, construcción y razonamiento. Nieto (2018) enfatiza que estos procesos están estrechamente relacionados y que cada uno desempeña funciones específicas. Esta perspectiva se apoya en Torregrosa y Quesada (2007), quienes consideran que para la enseñanza de la Geometría se deben reconocer estos procesos y realizar una diferenciación entre ellos, pues existen varias perspectivas de una figura y varias formas de razonamiento sobre ellas.

Torregrosa y Quesada (2007) denominan visualización “al proceso o acción de transferencia de un dibujo a una imagen mental o viceversa” (p. 279), no obstante, se debe tener en consideración que si un individuo visualiza un objeto o dibujo se puede obtener una imagen mental distinta a la de otro, es decir, la visualización depende de la perspectiva atribuida por el observador.

En cuanto al razonamiento, Duval (1998) afirma que es “cualquier proceso que permita sacar nueva información de información dada” (como se cita en Samper, Leguizamón y Camago, 2001, p. 148). Una idea similar puede encontrarse en Torregrosa y Quesada (2007), quienes proponen, el razonamiento como “cualquier procedimiento que nos permita desprender nueva información de informaciones previas, ya sean aportadas por el problema o derivadas del conocimiento anterior” (p. 288). Entonces, se puede definir el razonamiento como el proceso que permite obtener información nueva a partir de los conocimientos previos, en el

cual se involucra la capacidad de comprender, establecer relaciones, proponer soluciones a problemas y aprender de ello de una manera consciente para llegar a conclusiones lógicas.

Los procesos de construcción se llevan a cabo a partir de los datos nuevos y la información previa. Se construyen las configuraciones relacionadas con objetos matemáticos y situaciones geométricas que estos representan (Nieto, 2018). Por tanto, en la enseñanza de la Geometría estos tres procesos guardan una relación estrecha, es decir, son complementarios entre sí. Permiten trabajarlos por separado para avanzar de acuerdo al propio ritmo de aprendizaje y comprensión de los individuos.

El Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (NCTM, por sus siglas en inglés) (2003), señaló a la Geometría como:

La materia mediante la cual el estudiante estudia las formas y estructuras geométricas, y aprende a analizar sus características y relaciones. A la vez señala la visualización espacial como un aspecto importante del pensamiento geométrico, sin dejar de mencionar la construcción de modelos geométricos y el razonamiento espacial como una manera de describir el entorno; todo lo cual la constituye en una herramienta importante en la resolución de problemas, ya sea geométricos o de otras áreas de las Matemáticas o del conocimiento en general.” (como se cita en Vargas y Gamboa, 2013, p. 76)

La Geometría es uno de los bloques que conforman el currículo de Matemáticas en los niveles de educación Primaria, Secundaria, Bachillerato e incluso en varias carreras universitarias. No obstante, Velasco y Consuelo (2018) concluyen que “la enseñanza de Geometría se limita al hecho de conceptualizar figuras y dibujarlas en el papel, los estudiantes no cuentan con objetos, formas y ejemplos reales, que le permitan entender los contenidos, con clases abstractas de muy difícil comprensión” (p. 23). Gutiérrez y Jaime (2012) están de acuerdo con esta perspectiva por lo que sostienen que su enseñanza debería basarse en metodologías activas en donde los estudiantes tengan la posibilidad de explorar, descubrir y aprender, sobre todo en los niveles de Primaria y Secundaria.

Báez e Iglesias (2007), como se muestra en la *figura 3* sostienen que el estudio de la Geometría es imprescindible tanto en la formación académica como la formación cultural de las personas, debido a su capacidad de desarrollar el razonamiento lógico y aplicación en

diferentes situaciones y contextos, así como a disciplinas como el arte, ingeniería, arquitectura, dibujo técnico, entre otras.

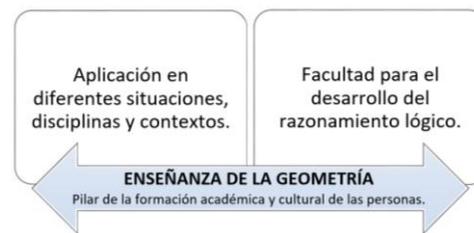


Figura 3. Enseñanza de la Geometría con base en Báez e Iglesias (2007). (Elaboración propia)

Del mismo modo, el NCTM sostiene que la Geometría apunta al desarrollo de capacidades y habilidades relacionadas con el razonamiento, la reflexión, la demostración y la justificación en los estudiantes. Castiblanco, Urquina, Camargo y Acosta (2004) se apoyan en esa perspectiva y sostienen que:

Probablemente cualquier situación geométrica, por elemental que sea, permite una amplia gama de posibilidades de exploración, formulación de conjeturas y experimentación de situaciones con la idea de explicar, probar o demostrar hechos. (...) no hay mejor lugar que la Geometría para dilucidar el papel de la prueba y la demostración en matemáticas (como se cita Araya y Alfaro, 2019, p. 116).

Asimismo, Mamani (2019) señala que en “la enseñanza de la Geometría se debe combinar la intuición, experimentación y la lógica” (p. 15). Se deben buscar las conexiones de la asignatura con otros contenidos matemáticos, así como también con otras disciplinas como el arte y la arquitectura aplicando los conocimientos a contextos reales. Se deben tener presentes dos aspectos importantes también: primero, que el lenguaje que se emplea vaya en correspondencia con los conocimientos previos de los estudiantes y segundo, que el significado que se da a los contenidos sea apropiado con el nivel de razonamiento de los estudiantes. Estos dos aspectos los ayudan a integrar los nuevos conocimientos a su estructura cognitiva y llegar a aprendizajes significativos. Por tanto, de modo análogo con los autores mencionados, se debe apostar por una enseñanza de la Geometría contextualizada que permita a los estudiantes resolver problemas de maneras creativas, establecer relaciones y llevar todos aquellos conocimientos geométricos a la puesta en práctica en su diario vivir.

2.1.1. Dificultades de la enseñanza de Geometría

En los últimos años se ha trabajado en propuestas para la enseñanza de la Geometría a través de hologramas, origami, calidoscopios, programas como CABRI 3D o Geogebra, por mencionar algunas. Esto debido a que la asignatura ha sido considerada solamente para memorizar fórmulas que después deben ser aplicadas en un examen basado en ejercicios que conlleven procesos mecánicos, es decir, en donde no interviene el pensamiento geométrico, el razonamiento y mucho menos la demostración. No obstante, a pesar de las propuestas, no se ha vislumbrado un cambio significativo en la práctica educativa. Orcos, Jordán y Magreñán (2018), describen cómo aún se observan estudiantes memorizando fórmulas y aprendiendo a aplicarlas de la misma forma en que fueron aplicadas en un ejercicio modelo. La enseñanza de la Geometría aún sigue una estructura que pareciera una camisa de fuerza: plantear un concepto o teorema, explicar a través de ejercicios modelo y enviar a los estudiantes a resolver más ejercicios muy parecidos al ya visto en clase.

Por ello, es importante resaltar el rol que juegan los docentes en las aulas de clase, ya que si las concepciones sobre cómo se enseña Geometría son las mismas de las que ellos aprendieron, lo único que hará es que los estudiantes no se interesen y continúen con una cadena de aprendizajes memorísticos para el momento, que después serán olvidados. Con razón Fabres (2016) sostiene que el objetivo de la enseñanza de la Geometría no debe perderse en el horizonte, los docentes deben estar direccionados a que sus estudiantes desarrollen habilidades que les permitan:

- Desarrollar el pensamiento geométrico, la visualización y el razonamiento espacial.
- Analizar figuras y cuerpos geométricos, sus características, propiedades y relaciones.
- Realizar localizaciones espaciales mediante sistemas de representación.
- Realizar conjeturas y extrapolaciones de situaciones matemáticas contextualizadas.
- Proponer soluciones creativas a problemas del mundo real.

Asimismo, la utilización de los libros de texto ha influido notablemente en la enseñanza de la Geometría debido a que se ha dejado que estos marquen el qué y cómo enseñar. Los contenidos no son demostrados, ni puestos en práctica por lo que el aprendizaje no llega a ser significativo. En cuanto a esto, Humbría y González (2017) enfatizan en la importancia de elegir y trabajar con libros de texto en los cuales “se transmita lo sencillo, bonito y las diversas

aplicaciones del tópico de Geometría, sin olvidar el espíritu de la enseñanza de la matemática” (p. 250). Desde una perspectiva diferente, lo esencial sería utilizar recursos de manera equilibrada, que el libro de texto no se vuelva la ley inamovible de la enseñanza, sino que sea uno de los tantos medios que se utilizan para llegar al fin.

En el caso de la Geometría espacial, los materiales y recursos a utilizar se deben direccionar a la construcción de conceptos geométricos, la demostración y el razonamiento para aprovechar los conocimientos adquiridos en cualquier situación de la vida, se puede recurrir a elementos u objetos que nos rodean, así como la utilización de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Finalmente, Millan (2016), señala que los docentes deben incentivar y motivar a los estudiantes con actividades y recursos que desarrollen el razonamiento, la creatividad y el descubrimiento, así como lograr la interdisciplinariedad con el fin de establecer relaciones y dejar de ver a la Geometría como conocimientos aislados de otras situaciones matemáticas y de otras disciplinas.

2.1.2. Dificultades en el aprendizaje de la Geometría

Velasco y Consuelo (2018) mencionan que, en las instituciones educativas, los contenidos de Geometría han sido trabajados de modo que los estudiantes memorizan nombres, conceptos y fórmulas de figuras que dibujan sobre un papel. A medida que estos contenidos se van desarrollando y se vuelven un tanto más complejos, los estudiantes presentan dificultades para establecer relaciones con sus conocimientos previos. Esto los ha llevado a seguir memorizando con el fin de pasar una prueba y después olvidar. Del mismo modo, Orcos, Jordán y Magreñán (2018), plantean que aún se observan estudiantes memorizando fórmulas y aprendiendo a aplicarlas de la misma forma en que fueron aplicadas en un ejercicio modelo. Los estudiantes no tienen la oportunidad de entender, interpretar y razonar para hacer conjeturas y extrapolaciones que les permitan resolver problemas del mundo real.

Badía (2015) afirma que al empezar el estudio de Geometría espacial aparecen más dificultades por el hecho de trabajar ahora en el espacio con tres dimensiones. Aunque, los estudiantes logran identificar poliedros, no profundizan en el ¿por qué es necesario saber sobre ellos?, ¿para qué los puedo utilizar? o ¿en qué ámbitos se utilizan? Usualmente vemos en las aulas de clase a estudiantes dibujando poliedros en una hoja, asignando medidas a sus lados y calculando valores correspondientes a áreas y volumen. Sin embargo, esta actividad

se queda allí, en la hoja de papel. Siguiendo la misma perspectiva que Badía, Gutiérrez (1998) afirma que al enseñar Geometría espacial surgen dificultades y más aún cuando se deben representar objetos espaciales, esto puede ser un reto en el proceso de enseñanza y aprendizaje debido a la capacidad de visión espacial que posean los estudiantes, así como la habilidad de plasmar una representación plana de un objeto tridimensional y la forma de interpretar las representaciones que no han sido realizadas por ellos. Siendo estas dificultades comunes en el alumnado es muy importante que su formación matemática permita desarrollar habilidades visuales y aprendizajes a través de demostraciones.

Cuando deben resolver problemas relacionados con poliedros presentan dificultades para identificar datos, relacionar conceptos, utilizar símbolos, utilizar distintas fórmulas y escribir el problema en lenguaje matemático. Además, los dibujos de los cuerpos geométricos que realizan suelen estar incompletos o con elementos sobrantes, lo que dificulta aún más la comprensión del problema. Esto se debe a que, a pesar de estudiar Geometría espacial, es decir tres dimensiones, solo se les ha dado la oportunidad de trabajar en dos dimensiones, dibujos en el cuaderno e imágenes en los libros de texto. Es decir, dificultades de visualización espacial relacionadas a la percepción y discriminación visual.

Al estudiar el bloque de Geometría de una forma tan mecánica, los estudiantes siempre esperan la resolución de un ejercicio modelo para seguir los mismos pasos y resolver otros, o reemplazar valores en una de las tantas fórmulas que han memorizado. No es extraño, ver cómo los estudiantes entran en desesperación y terminan elaborando “papelitos de ayuda” para rendir exámenes, en los cuales la mayoría de veces aparecen fórmulas, conceptos y definiciones. Con esto, se evidencia que la enseñanza y la forma de evaluar los aprendizajes de Geometría de los estudiantes debe cambiar de la repetición a la reflexión, demostración, experimentación, resolución de problemas y aplicación de contenidos en el mundo real para hacer frente a desafíos reales.

2.2. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

En los últimos años se ha hablado mucho sobre nuevas metodologías enfocadas a transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje tradicionales en donde los estudiantes escuchan a sus docentes, apuntan todo y lo memorizan para después completar una prueba. Esto ha generado un reto tanto para los docentes como para los estudiantes, puesto que el fin de las

instituciones educativas ya no es transmitir conocimientos, sino formar personas autónomas, reflexivas y críticas que sepan trabajar en grupos cada vez más heterogéneos. Basalobre y Herrada (2018) afirman que las metodologías activas son clave para que esto suceda, por ello sugieren optar por aquellas que permiten generar aprendizajes significativos y promueven participación, responsabilidad, implicación y compromiso en los estudiantes.

Blumenfeld, Soloway, Marx, Krajcik, Guzdial y Palincsar (1991) señalan que el ABP “is a comprehensive approach to classroom teaching and learning that is designed to engage students in investigation of authentic problems” (p. 369). El Instituto Buck para la Educación (BIE por sus siglas en inglés) (2017) tienen una idea similar, definen el ABP como un método de enseñanza que permite desarrollar habilidades y adquirir nuevos conocimientos en un periodo de tiempo amplio, utilizando para ello la investigación y la resolución de problemas, interrogantes o desafíos de manera creativa. Para Hernando (2015) el ABP es:

Una metodología educativa que integra contenido curricular con problemas o desafíos basados en experiencias reales y prácticas sobre el mundo, sobre el entorno de la escuela o sobre la vida cotidiana. Esta metodología se desarrolla siguiendo una secuencia didáctica determinada en forma de proyecto, programada de antemano por el profesorado; donde los alumnos son los protagonistas trabajando activamente en equipos; y que culmina con la presentación final de un producto, aunque la evaluación continua haya estado presente a lo largo de todo el proceso. (p. 88)

Así mismo, Flores, Bellés, Nebot y Rubio, (2019) mencionan que en el ABP el estudiante es el actor principal del aprendizaje, por ello “los alumnos se enfrentan a un proyecto y durante su desarrollo aprenden conocimientos a la vez que adquieren habilidades y actitudes” (p. 183). Es decir, si bien la consecución del producto final es importante, más aún lo es el proceso de construcción, pues aquí los estudiantes adquieren y ponen en práctica diversos conocimientos y habilidades necesarios para elaborar dicho producto.

En este contexto, es importante tener claro que el Aprendizaje Basado en Proyectos es diferente al Aprendizaje Basado en Problemas, autores como Trujillo (2016) y Larmer y Ross (2009) plantean las diferencias entre ellos. La principal diferencia es que, en el primero, el elemento fundamental es el producto final y en el segundo es la solución propuesta al

problema planteado. A continuación, en la *figura 4* se presentan las principales diferencias con base en dichos autores.

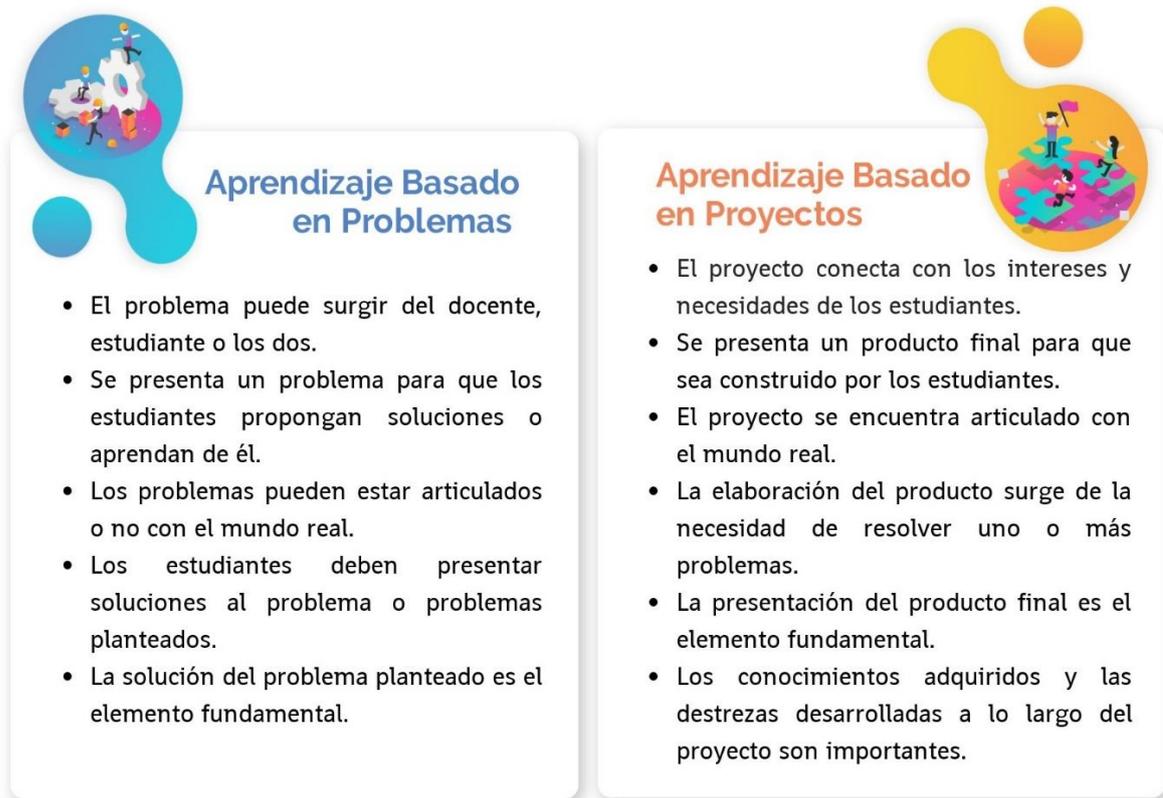


Figura 4. Diferencia: Aprendizaje Basado en problemas y proyectos. (Elaboración propia)

Se deben tener presentes los ejes sobre los que se cimentará el marco de esta enseñanza, Vergara (2015) habla sobre tres fundamentales: el aprendizaje como un acto intencional, la conexión con el mundo real y el cambio de transmitir contenidos a crear experiencias educativas. Por ende, el ABP busca que los estudiantes se desenvuelvan de manera activa, trabajando lo más cercano posible a su realidad. En este proceso, ellos tienen la oportunidad de plantear ideas, planificar acciones, investigar, proponer e implementar soluciones, experimentar, evaluar y reflexionar proyectos más allá de un aula de clase o una asignatura. En este sentido Martí, Heydrich, Rojas y Hernández (2010) establecen los objetivos que el ABP busca alcanzar, como se muestra en la *figura 5*.



Figura 5. Objetivos del ABP con base en Martí, et al. (2010). (Elaboración propia)

La característica fundamental del ABP es la acción, pero una acción motivada. Respecto a ello Burgos (2018) menciona que se debe empezar por generar interés y llamar la atención de los estudiantes con el fin de motivarlos a formar parte activa del desarrollo del proyecto. Para esto realiza las siguientes sugerencias:

- a) Planificar distintas actividades y recursos que sean innovadores.
- b) Proponer problemas o preguntas auténticas, desafiantes y contextualizadas.
- c) Permitir autonomía sobre qué y cómo realizar el proyecto.
- d) Posibilidad de trabajo en grupos.

Asimismo, toma gran relevancia el tratamiento que se le dé a los errores en el desarrollo de los proyectos, puesto que estos pueden causar desmotivación y pérdida de interés en los estudiantes. Blumenfeld et al. (1991) proponen trabajar para que el alumnado identifique los errores, pero no como fracaso o incompetencia sino como oportunidades de aprendizaje y anécdotas del camino construido a lo largo del desarrollo del proyecto. Para esto, se debe prestar atención a que los estudiantes posean las herramientas y guías necesarias para afrontar los desafíos que se presenten:

- Los estudiantes deben tener conocimientos previos sobre el problema o pregunta a trabajar. Además de habilidades de búsqueda de información necesaria, en este punto es imprescindible tener un guía para acceder fuentes confiables.
- No es algo nuevo que en la actualidad la principal fuente de información es el internet, por ello los estudiantes deben tener conocimientos y habilidades para el uso de ordenadores,

tabletas o *softwares*, puesto que esto puede ayudarlos a desarrollar el proyecto o puede desmotivarlos y provocar frustración.

- Habilidades metacognitivas para: regular las actividades planteadas; organizar y controlar materiales y recursos necesarios para realizar el producto final del proyecto.
- Tener claro que los errores se deben considerar como oportunidades de aprendizaje.

Otro punto importante es la actuación del docente y el rol del estudiante en la implementación del ABP en las aulas.

2.2.1. Rol del docente y el estudiante en el ABP

Vergara (2015) manifiesta que el papel del docente se debe redefinir en el ABP. En este sentido, el docente deja de ser la única fuente de conocimiento para empezar a organizar los conocimientos, gestionar el aprendizaje, orientar, guiar, apoyar, dinamizar y reflexionar. Burgos (2017) sostiene que son los docentes quienes “deben crear un ambiente adecuado para la investigación constructiva y gestionar la clase para asegurarse de que el trabajo se cumple de una forma ordenada y eficiente” (p. 17). En cuanto a ello, Trujillo (2016) concreta el rol del docente entorno a su función principal: “crear la situación de aprendizaje que permita que los estudiantes puedan desarrollar el proyecto” (p.13). En la *figura 6* se presentan las actividades que el docente debe realizar entorno a dicha función.

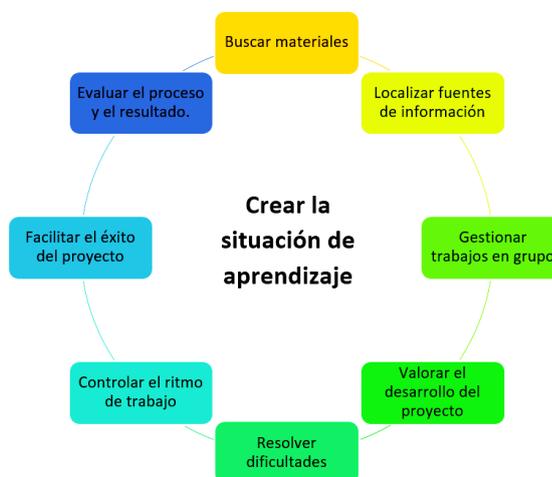


Figura 6. Rol del docente en el ABP con base en Trujillo (2016). (Elaboración propia)

Por último, es imprescindible que los docentes dominen amplios conocimientos que permitan orientar la interdisciplinariedad, con ello no se hace referencia a que deben saber todo, pero

sí a que tengan bases, deben estar abiertos a la idea de trabajar en conjunto con docentes de otras asignaturas y con toda la comunidad educativa.

En cuanto al rol que asumen los estudiantes, Trujillo (2016) señala que este no se debe limitar a escuchar y reflexionar, la participación en las actividades debe ser activa, el estudiante irá utilizando sus habilidades y conocimientos para: “reconocimiento de problemas, priorización, recogida de información, comprensión e interpretación de datos, establecimiento de relaciones lógicas, planteamiento de conclusiones o revisión crítica de preconceptos y creencias” (p. 13).

Los estudiantes se convertirán en solucionadores de problemas, enfrentando desafíos complejos a partir de actividades sencillas pero que impliquen procesos de reflexión, esto es muy importante, puesto que a medida que el estudiante se va adaptando a este tipo de trabajo, también los niveles de ansiedad, estrés e incertidumbre decrecen, disminuyendo así posible frustración o falta de motivación en el desarrollo del proyecto. En definitiva, los docentes y los estudiantes deberán ir adaptándose a estos cambios, a explotar la creatividad y a trabajar en entornos de trabajo cooperativo en grupos heterogéneos.

2.2.2. Factores que intervienen en el ABP

El ABP tiene el potencial para ser la base de los procesos de enseñanza. No obstante, en principio necesita de trabajo y apoyo entre docentes y toda la comunidad educativa. Los docentes deben empaparse de su aplicación, ventajas y limitaciones para ir incorporándolo en las aulas como una nueva forma de enseñar y aprender, y no como un ejercicio pedagógico obligado por entes superiores. Para que esto sea posible, hay que tomar en cuenta otros factores cruciales que intervienen en él: inteligencias múltiples, aprendizaje experiencial y trabajo cooperativo.

2.2.2.1. Inteligencias Múltiples

La inteligencia para Gardner (1993) se desarrolla a lo largo de toda la vida, este autor tiene una perspectiva de la mente, que conlleva un enfoque distinto de la educación en los centros educativos. “Una visión pluralista de la mente, que reconoce muchas facetas distintas de la cognición, que tiene en cuenta que las personas tienen diferentes potenciales cognitivos” (pp. 26-27). Este enfoque según Burgos (2018) consiste en la construcción de una escuela con base

en la “comprensión profunda y multidisciplinar de los diferentes elementos curriculares” (p. 10). Con esto, se busca direccionar los procesos de enseñanza y aprendizaje hacia aprendizajes significativos mediante situaciones lo más cercanas posible al mundo real.

Gardner establece ocho inteligencias: lingüística, lógico-matemática, espacial, musical, cinético-corporal, interpersonal, intrapersonal y naturalista. Estas inteligencias han sido definidas por el mismo autor como “las habilidades necesarias para resolver problemas o para elaborar productos que son de importancia en un contexto cultural o en una comunidad determinada” (p.37). A pesar de que cada una de las inteligencias están definidas, esto no quiere decir que se utilicen de manera individual porque en la resolución de problemas, preguntas o desafíos se ponen en juego varias de estas inteligencias a la vez.

Con base en Vergara (2015) ahora nos referiremos a cuatro puntos claves de la teoría de Gardner, en la *figura 7* se puede diferenciar cada punto, seguido por la consecuencia educativa (CE) que ésta puede acarrear y una idea didáctica (ID) para su aplicación.

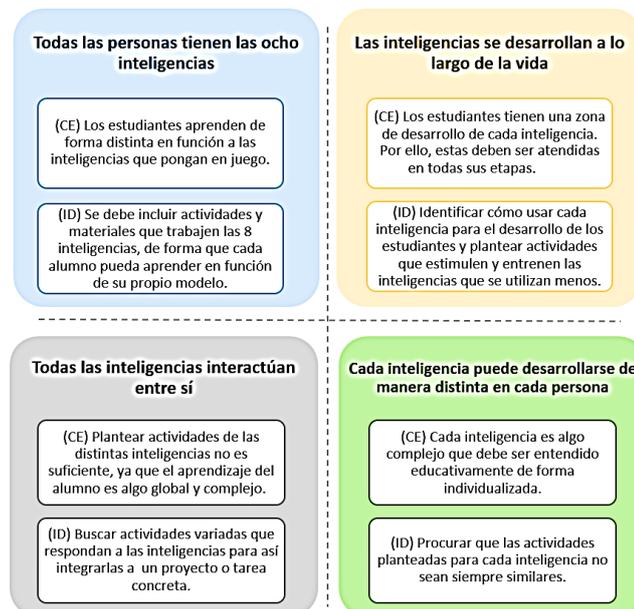


Figura 7. Puntos clave: teoría de Gardner basado en Vergara (2015). (Elaboración propia)

Como se ha mencionado, las inteligencias que propone Gardner pueden ser desarrolladas a lo largo de la vida de una persona, estas no trabajan de manera individual por lo que en el desempeño de una actividad fácilmente se pueden utilizar varias de ellas. A continuación, haremos una breve descripción de cada una de ellas, haciendo hincapié en la inteligencia espacial que es la que más se desarrolla en Geometría.

Inteligencia lingüística: capacidad para comprender, recordar, exponer, producir, y argumentar por medio del lenguaje.

Inteligencia lógico-matemática: capacidad de resolución de problemas a través del razonamiento lógico, cálculo, deducción, comprensión de números y procesos abstractos.

Inteligencia musical: capacidad de percibir, producir y expresarse mediante distintos elementos musicales y lenguaje sonoro.

Inteligencia cinético-corporal: capacidad de trabajar, expresar y recordar mediante movimientos realizados con el cuerpo.

Inteligencia interpersonal: capacidad de empatía, reconocimiento de estados de ánimo, emociones y sentimientos de otros. Facilidad para establecer relaciones con otras personas.

Inteligencia intrapersonal: capacidad de autoconocimiento e identificación de emociones, estados de ánimo y sentimientos propios.

Inteligencia naturalista: capacidad para reconocer componentes y elementos naturales que lo rodean, sensibilidad ante manifestaciones naturales.

Ahora, centraremos el estudio en la **inteligencia espacial**. Baños (2012) menciona que es la capacidad de “formar un modelo mental de un mundo espacial para poder maniobrar y operar siguiendo ese modelo” (p.19). En esta inteligencia es importante desarrollar ciertas capacidades para: reconocer un objeto desde distintas perspectivas; reconocer y realizar transformaciones y traslaciones de un objeto; recordar imágenes mentales para después realizar transformaciones y modificaciones. Varios autores han estudiado las habilidades espaciales, no obstante, fueron Linn y Petersen (1974) los que realizaron un estudio más profundo. En la *figura 8* se detallan las tres habilidades fundamentales planteadas por estos autores: percepción, visualización y rotación.



Figura 8. Habilidades espaciales. (Elaboración propia)

2.2.2.2. Aprendizaje Experiencial

Aguilar y García (2017) enfatizan que la acción y la experiencia pueden facilitar la adquisición de conocimientos profundos y duraderos gracias a las conexiones que se realizan entre la teoría y la práctica. Kolb (2014) atribuye que el aprendizaje tiene una estrecha relación con lo que se *percibe* y cómo lo *procesamos*, es así que plantea su teoría del *Ciclo de Aprendizaje Experiencial*, en la *figura 9* se pueden divisar los siguientes procesos: primero, se percibe a través de la experiencia concreta (EC) y la conceptualización abstracta (CA); y se puede procesar a través de observación reflexiva (OR) y la experimentación activa (EA). (Vergara, 2015)

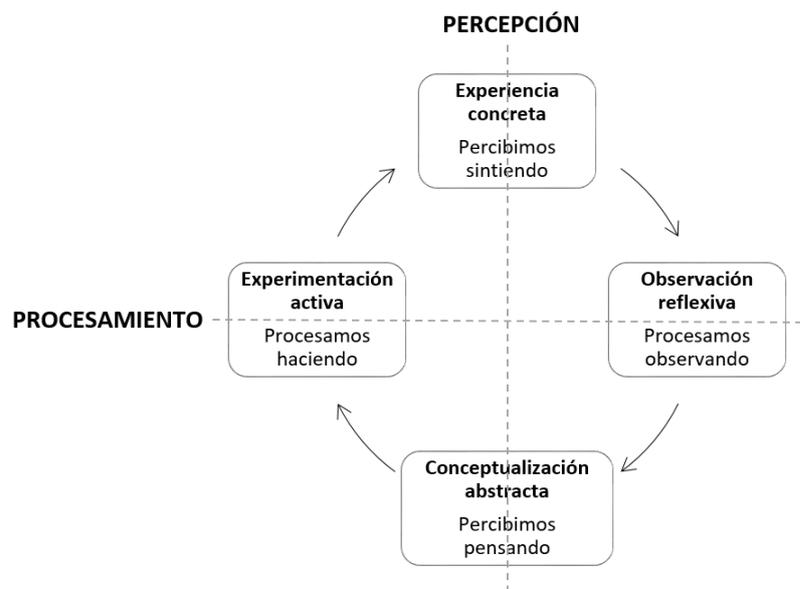


Figura 9. Ciclo de Aprendizaje Experiencial de Kolb, tomado de Vergara, 2015, p. 43.

En la utilización del ABP, los estudiantes deberán desarrollar proyectos, en este sentido, es importante que estos proyectos: primero, establezcan una relación estrecha con los intereses, motivaciones y necesidades de los estudiantes; segundo, que se desarrollen a partir de situaciones reales y tercero, que “construyan experiencias educativas” (Vergara, 2015, p.30). Extendiendo la última idea, en la Teoría del Ciclo de Aprendizaje Experiencial, Kolb (en Vergara, 2015) habla de cuatro etapas, se detalla cada una a continuación:

Experiencia concreta: todo empieza cuando un individuo realiza alguna actividad o algo que lo impresiona, como mencionamos anteriormente el aprendizaje es un acto intencional. Pues bien, en esto radica la importancia de provocar en los estudiantes necesidad por aprender. En la enseñanza de Geometría el docente deberá planificar un proceso educativo intencional en

el que se posibilite la interacción y se dé significado a los estímulos que reciben los estudiantes.

Observación reflexiva: a partir de la experiencia vivida empieza la reflexión en donde se generan conexiones y relaciones entre aprendizajes previos y nuevos. En esta etapa, Vergara (2015) menciona que los estímulos provocados permitirán a los estudiantes “procesar esa información y establecer relaciones de causa y efecto” (p. 42).

Conceptualización abstracta: como consecuencia de la reflexión, los estudiantes buscarán investigar, realizar experimentos, aclarar dudas, establecer hipótesis, relaciones y conexiones. Aquí empiezan a surgir propuestas de investigación que serán el eje vertebrador de los proyectos.

Experimentación activa: en esta etapa se verifica que todo lo investigado, la información encontrada y las relaciones establecidas sean puestas en práctica para verificarlas. En este punto, es muy importante la acción, poner en práctica lo aprendido y experimentar en situaciones del mundo real o en situaciones lo más cercanas a ella.

2.2.2.3. El aprendizaje cooperativo

El aprendizaje cooperativo ha sido asumido como un método flexible que permite la inclusión de los estudiantes mediante la conformación de grupos heterogéneos en cualquier asignatura y nivel de enseñanza. Para lograr aprendizajes significativos es necesaria la participación activa de cada uno de los integrantes del grupo. Johnson, Johnson y Houbelec (1999) mencionan que:

El aprendizaje cooperativo es el uso didáctico de equipos reducidos de alumnos generalmente de composición heterogénea en rendimiento y capacidad, utilizando una estructura de actividad en la que se asegure al máximo la participación igualitaria, que todos los miembros del equipo tengan las mismas oportunidades de participar y se potencie al máximo la interacción simultánea entre ellos. (como se cita en Pujolás, 2015, p. 59)

Si bien en la utilización del ABP, los proyectos nacen y desarrollan de manera colectiva, esto no implica que a lo largo del trabajo todas las actividades deben realizarse de la misma manera. Hay que tener claro que trabajar cooperativamente no solo es formar grupos, sino aprender a trabajar en ellos y ser consciente de que las metas planteadas serán alcanzadas si

todos los miembros del grupo lo hacen. En esta perspectiva, Vergara (2015) señala cuatro puntos importantes a la hora de formar los grupos de trabajo:

- El éxito del aprendizaje de cada estudiante está vinculado directamente con el éxito los demás miembros del grupo, es decir, existe una interdependencia positiva.
- Cada estudiante debe hacerse responsable por su aprendizaje, sin olvidar que forma parte de un grupo que busca alcanzar metas comunes, por lo que es imprescindible apoyar a todos sus miembros.
- Ser parte de un grupo de trabajo implicará el desarrollo de habilidades interpersonales con el objetivo de crear un buen clima de aprendizaje, comunicación fluida, respeto de diferentes perspectivas, análisis y reflexión para tomar decisiones.
- Cada grupo tendrá que ser consciente de su funcionamiento, reflexionar sobre el trabajo y los procesos que van desarrollando con el fin de conocer las fortalezas y debilidades de cada uno de los integrantes para trabajar desde esa base.

Otro punto importante a considerar son los grupos heterogéneos puesto que la interacción entre alumnos con realidades distintas favorece al aprendizaje. Por tal motivo, es necesario trabajar en los estudiantes la cooperación por encima de la competitividad. Vergara (2015) establece los agrupamientos que pueden realizarse en función de la actividad que se pretende realizar, así en la *figura 10* se encuentran cuatro tipos distintos.



Figura 10. Grupos en función de tipo de tareas basado en Vergara (2015). (Elaboración propia)

2.2.3. Aprendizaje Basado en Proyectos paso a paso

En el estudio de las fases del ABP, Hernando (2015) presenta una infografía del desarrollo de la metodología paso a paso (*Anexo A*). En ella se puede observar 10 pasos en el proceso de la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos, a continuación, se describe cada paso:

1. **Punto de partida:** es fundamental que antes de utilizar esta metodología en el aula, el docente planifique una sesión llena de estímulos que provoque interés espontáneo para captar la atención, incrementar la motivación y lograr impresionar a los estudiantes. Para ello, el docente analiza qué contenidos se pueden trabajar utilizando el ABP, qué desafío situado en la realidad proponer, objetivos a alcanzar, el momento oportuno para lanzarlo, sus fortalezas y debilidades, así como la colaboración con docentes de otras asignaturas que tengan relación directa con el tema. En esta primera sesión se debe plantear un tema, problema, pregunta o desafío a los estudiantes y empezar a realizar una lluvia de ideas.
2. **Formación de grupos:** en este momento el docente debe plantear la forma en la que los grupos van a ser formados, ya sea de por afinidad, conformados por el docente, a través de actividades o juegos.
3. **Definición del producto final:** se debe socializar con los estudiantes el objetivo u objetivos que se buscan alcanzar a través de la realización del proyecto, con ello cada grupo puede empezar a fijar sus metas y objetivos propios.
4. **Organización y planificación:** los procesos de autorregulación se ponen en juego, aquí los estudiantes se asignan roles, planifican actividades y elaboran un cronograma de cómo y cuándo realizarán estas actividades. Los grupos empiezan a funcionar con autonomía, sin embargo, esto no significa que el docente no los guiará y orientará en este momento.
5. **Recopilación de información:** empiezan a desarrollarse las actividades, los estudiantes hacen una lluvia de ideas sobre los conocimientos previos que tienen sobre el tema y empiezan a introducir nuevos conceptos a partir de la búsqueda de información. El docente debe encargarse que los estudiantes tengan acceso a libros, internet, videos, etc, hacer posible el encuentro con expertos, personas que conozcan sobre el tema y guiar en caso de realizar levantamiento de información. En este momento, también es importante que el docente trabaje a través de talleres que guíen y orienten a los estudiantes en el desarrollo de su proyecto. De ser posible, los docentes de otras asignaturas también guían a los estudiantes a través de talleres.

6. **Análisis y síntesis:** una vez que se ha realizado la búsqueda de información, los estudiantes inician la reflexión, comparten con su grupo lo hallado, buscan resolver el problema y tomar decisiones sobre posibles soluciones.
7. **Producción:** empieza la puesta en práctica y la experimentación, aquí se trabaja en el producto final, a través de ello se establecen relaciones, conexiones y nuevas conclusiones.
8. **Presentación del proyecto:** se incluye la preparación y presentación de resultados.
9. **Respuesta colectiva a la pregunta inicial:** conversatorio entre todo el grupo clase, puesta en común de las diferentes propuestas, reflexión sobre el proceso y producto que desarrollaron.
10. **Evaluación y autoevaluación:** la forma de evaluación será socializada con los estudiantes desde el inicio, esta será continua y formativa de todo el proceso de cada grupo y estudiante. El logro de los objetivos se evaluará de tres maneras: autoevaluación de cada estudiante, coevaluación en los grupos de trabajo y heteroevaluación del docente al alumno y del alumno al proceso.

2.2.4. Ventajas y dificultades de implementación

El ABP conlleva ventajas y dificultades en su puesta en práctica, por este motivo es importante que los docentes valoren cada una de ellas y se preparen para las posibles situaciones que pueden surgir en su aplicación. Calvo y Arias (2017), Martín y Martínez (2018), García (2018) y Vergara (2015) dan a conocer varios beneficios y dificultades de esta metodología con base a investigaciones sobre su aplicación. A continuación, en la Tabla 1 se presentan puntos comunes entre estos autores.

Tabla 1. Ventajas y dificultades de la implementación del ABP

Ventajas	Dificultades
Aprendizaje significativo.	Necesita mayor capacitación docente.
Motivación.	Problemas de adaptación a la metodología (docentes y estudiantes).
Desarrollo de habilidades de autoregulación.	Necesita más tiempo para su planificación y ejecución.
Pensamiento crítico y creativo.	Dificultades de adaptación al trabajo cooperativo.
Interdisciplinaridad.	
Desarrolla habilidades sociales.	
Analiza, evalúa y resuelve problemas.	
Aprendizaje cooperativo.	

Fuente: Calvo y Arias (2017), Martín y Martínez (2018), García (2018) y Vergara (2015)

2.3. Enseñanza de la Geometría a través de ABP

La mayoría de los adultos viven en un mundo basado en proyectos, ya sea que realicen una actividad laboral, una mejora en casa o planificar una fiesta de cumpleaños, siempre se encuentran resolviendo problemas activa y continuamente. Pues bien, si se busca preparar a los estudiantes para esta vida, las tareas escolares deben ser lo más parecidas posible a ella. Como se mencionó anteriormente Velasco y Consuelo (2018) afirman que la enseñanza de la Geometría ha sido limitada a conocer nombres de figuras, plasmar estas en un papel y memorizar fórmulas. Por ello, la propuesta de utilizar el ABP para la enseñanza de la Geometría de poliedros cobra vida como un medio para que los estudiantes aprendan estos contenidos mientras los utilizan para resolver un problema o enfrentar un desafío, así experimentan y aplican lo que van aprendiendo, establecen relaciones con contenidos de otras asignaturas, a la vez que reflexionan sobre la importancia de esos aprendizajes en la vida real.

La enseñanza de la Geometría a través del ABP como metodología didáctica busca que los estudiantes se motiven, desarrollen habilidades y lleguen a aprendizajes significativos a través de la acción, cooperación, investigación, experimentación, demostración, análisis y reflexión en grupos heterogéneos. Todo esto es un proceso arduo que necesita de apoyo de toda la comunidad educativa, así como docentes preparados y motivados que dirijan, orienten y faciliten el aprendizaje a los estudiantes. No obstante, ello conlleva a que los ritmos y estilos de aprendizaje de cada estudiante sean respetados. Para ello, las actividades planificadas deben ser variadas, el docente debe desempeñar su rol como facilitador y mediador y el estudiante estar motivado y dispuesto a aprender, ser el protagonista del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Sin embargo, como en la vida, no siempre existe una sola solución a los problemas o un solo camino para enfrentar desafíos. Lo importante es aprender, solucionar problemas y hacer frente a los desafíos, pues la educación no es solo la preparación para la vida, sino que es ya la vida misma.

3. Propuesta didáctica

3.1. Presentación

La propuesta de intervención que se presenta a continuación corresponde al Bloque 3: Geometría de la asignatura de Matemáticas para 2° de ESO. Los contenidos tratados en este bloque introducen los primeros pasos en la geometría espacial, por ello la base son actividades experienciales para la enseñanza de la Geometría de los poliedros a través del Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología didáctica. A partir de esto, se pretende repensar y fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Geometría, remarcando su importancia en la comprensión y entendimiento del entorno en que se encuentran diversos conceptos geométricos articulados al contexto en el que se desarrollan los estudiantes.

3.2. Marco legislativo y contexto

El presente trabajo se rige por el Real Decreto 1105/2014 de España que detalla el currículo de Secundaria y Bachillerato, en él se enfatiza que “las matemáticas contribuyen de manera especial al desarrollo del pensamiento y razonamiento, en particular, el pensamiento lógico-deductivo y algorítmico, al entrenar la habilidad de observación e interpretación de los fenómenos, además de favorecer la creatividad o el pensamiento geométrico-espacial” (p. 407). Asimismo, la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), plantea cambios educativos como respuesta a los resultados obtenidos por los estudiantes en distintas pruebas internacionales, así como a la alta tasa de abandono y fracaso escolar. En correspondencia a los bajos resultados obtenidos en la asignatura de Matemáticas, la LOMCE señala reformas para fortalecer sus procesos de enseñanza y aprendizaje.

Por otra parte, en el Currículo de los niveles de educación obligatoria de Ecuador (2016) se propone a la asignatura de Matemáticas con un enfoque “al desarrollo del pensamiento lógico y crítico para interpretar y resolver problemas de la vida cotidiana. Esto implica que el estudiante tome iniciativas creativas, sea proactivo, perseverante, organizado, y trabaje en forma colaborativa para resolver problemas” (p. 219). Entonces, en estos dos países encontramos ideas similares en cuanto al proceso de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas, en ellos se describe la importancia del desarrollo del pensamiento lógico, el razonamiento y la creatividad. Además, se proponen metodologías activas como la resolución

de problemas y los proyectos de investigación, como ejes imprescindibles para que los estudiantes lleguen a aprendizajes significativos.

Los estudiantes de 2° de ESO se encuentran en edades de 13 a 14 años, es decir, en la etapa de la adolescencia. El contexto en el que se trabajará se encuentra ubicado en una comunidad rural de la región Amazónica de Ecuador, en donde el nivel socioeconómico de los estudiantes y sus familias varía de medio bajo hasta el nivel bajo. La Unidad Educativa, no cuenta con la infraestructura óptima, sus aulas son de madera, pequeñas y se encuentra en malas condiciones. Por el clima húmedo de la zona, han optado por utilizar el salón de asambleas de la comunidad para recibir clases cuando hace demasiado sol o cuando llueve. La institución solo cuenta con el servicio de electricidad, sin embargo, en la comunidad existe un infocentro (financiado por el gobierno) que cuenta con 10 computadoras con acceso a internet. En los últimos años la comunidad ha venido realizando varias actividades económicas y gestiones con las autoridades con el fin de crear un fondo para mejorar la infraestructura de la institución.

3.3. Objetivos didácticos

- Analizar distintos poliedros (regulares e irregulares) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, etc.).
- Resolver problemas que conlleven el cálculo de longitudes, superficies, áreas y volúmenes del mundo físico, utilizando propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros.
- Recopilar información necesaria para el diseño de la propuesta de mejora de la infraestructura de la institución educativa a través de la investigación y entrevistas.
- Construir poliedros a través de papiroflexia, GeoGebra y materiales no específicos.
- Conocer los beneficios y los principios básicos de construcciones ecológicas.
- Diseñar una propuesta para construir la infraestructura de una institución educativa en la comunidad utilizando conocimientos relacionados con la Geometría de poliedros.

3.4. Contenidos

En correspondencia al Real Decreto 1105/2014, los contenidos de estudio de 2° de ESO del bloque 3 de Geometría que se tomaron para el diseño de la Unidad Didáctica son:

- Poliedros. Elementos característicos, clasificación. Áreas y volúmenes.

- Propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros. Cálculo de longitudes, superficies y volúmenes del mundo físico.
- Uso de herramientas informáticas para estudiar formas, configuraciones y relaciones geométricas.

Los contenidos planteados son pertinentes con el Currículo de 9no de EGB de Ecuador, para información más detallada revisar (*Anexo B*).

Las competencias clave a trabajar a lo largo del desarrollo del proyecto son:

Comunicación lingüística: en cuanto a la interacción comunicativa con sus compañeros y personas de la comunidad, toma relevancia en los procesos de toma de decisiones, expresión de ideas, pensamientos y socialización de la propuesta diseñada.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: la competencia matemática directamente relacionada con el espacio, poliedros, patrones, características, propiedades, cálculos, visualización, percepción, razonamiento, rotación, construcción e interpretación de visualizaciones tridimensionales desde distintas perspectivas y la construcción de representaciones de formas. Las competencias básicas en ciencia y tecnología direccionadas a la proximidad con el contexto en el que se encuentran, así como la propuesta de acciones que permitan diseñar la infraestructura de la institución, así como conservar el medio natural en el que se encuentran aplicando los conocimientos que van adquiriendo para bienestar social.

Competencia digital: adquisición de conocimientos y desarrollo de habilidades para uso creativo de TIC con el fin de alcanzar el objetivo del proyecto, emplear el programa GeoGebra como un medio que permita plasmar ideas y propuestas desde distintas perspectivas. Utilizar buscadores y plataformas para investigar, recolectar y contrastar información relevante para el desarrollo del proyecto.

Aprender a aprender: a través de estímulos el estudiante se motivará por desarrollar el proyecto, para ello se busca que se genere curiosidad, necesidad por aprender, autonomía y autorregulación.

Conciencia y expresiones culturales: a partir de los saberes comunitarios y los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas, proponer el diseño de la infraestructura de la

institución sin desconectarse de la conservación cultural, medioambiental y artística de la comunidad.

3.5. Temporalización

La Unidad Didáctica se desarrollará en nueve semanas, la propuesta plantea 13 sesiones de clase y cuatro talleres enfocados a actividades experienciales, en donde se articulan distintas asignaturas. Así, se programan diez sesiones en la asignatura de Matemáticas y tres sesiones en Lengua. En cuanto a los talleres, se proponen dos talleres con temáticas relacionadas a la asignatura de Matemáticas, uno en Ciencias Naturales y uno en Lengua y Literatura. La presente propuesta será aplicada a futuro en una comunidad rural de la Amazonia ecuatoriana. A continuación, en la *figura 11* se presenta una visión general de las sesiones, talleres y temáticas a tratar.

Nº semana	Nº sesión	Temática	Nº semana	Nº sesión	Temática
1	1	Presentación del proyecto: "Diseñando mi escuela"	4	9	Construcciones ecológicas
	2	Fuentes de información confiables	5	10	Yincana Matemática
	3	Poliedros y su clasificación		11	Diseño del producto final
	4	Búsqueda de información	6	12	Primer avance
2	5	Construcción de poliedros a través de papiroflexia. Elementos característicos de los poliedros.	6	13	Elaboración del producto final
	6	Cálculo de áreas y volúmenes	7	14	Elaboración del producto final
3	7	Búsqueda de información	8	15	Hablar en público y preparación de la presentación
	8	Construcción de poliedros a través de Geogebra.	9	16	Presentación del producto final
				17	Conversatorio sobre la experiencia.

 Talleres

Asignaturas

- Matemáticas
- Lengua y Literatura
- Ciencias Naturales

Figura 11. Temporalización de la Unidad Didáctica. (Elaboración propia).

3.6. Recursos

Cuaderno de tareas, *post-it*, proyector, computadoras con conexión a internet y programa GeoGebra, tarjetas de información, caja misteriosa, objetos con forma de poliedros, tablero de control de metas, pelotas pequeñas, papel simple doble faz, cartulina de colores, perforadora, lana, tijeras, goma, regla, cubeta de huevos vacía, sobres de papel, legos,

papelotes, marcadores, carteles de emoticones, latillas de madera o caña, arcilla, paja, alambre, tómbola de bingo, juego cubíssimo, hojas de papel bond.

3.7. Metodología

El Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología didáctica en la presente propuesta busca la articulación entre el contenido curricular y la práctica basada en experiencias del mundo real. Además, está encaminada a fomentar en los estudiantes autorregulación, trabajo cooperativo, investigación, aprendizaje significativo y el uso adecuado y creativo de materiales no específicos y de las TIC. El desarrollo del proyecto atravesará 10 pasos para su aplicación: punto de partida; formación de grupos; definición del producto final; organización y planificación; recopilación de información; análisis y síntesis; producción; presentación del proyecto; respuesta colectiva a la pregunta inicial y finalmente, evaluación y autoevaluación. Si bien, el desarrollo del proyecto culminará con la presentación de un producto final, este no es el centro de la evaluación, puesto que la evaluación formativa estará presente a lo largo de todo el proceso.

3.8. Sesiones

En este apartado se presentan las sesiones que conforman la propuesta de intervención, estas se encuentran direccionadas al trabajo de la Geometría de poliedros con 2° de ESO mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología didáctica.

3.8.1. Sesión 1

Objetivo didáctico:

Diseñar una propuesta para construir la infraestructura de una institución educativa en la comunidad utilizando conocimientos relacionados con la Geometría de poliedros.

Competencias: comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Desarrollo de la sesión: el objetivo de la primera sesión de la propuesta es presentar el proyecto y la forma en la que se trabajará para desarrollarlo. Se iniciará a través de un recorrido que durará 30 minutos. Primero, el recorrido se centrará en la institución educativa, por ello, se pedirá a los estudiantes que realicen un croquis de la infraestructura, apuntando el número de estudiantes y pupitres con los que cuenta cada aula de clase. Luego de esto, el recorrido continúa por la comunidad, aquí se pedirá que los estudiantes observen los

diferentes diseños y materiales que han sido utilizados en las construcciones de casas, canchas, entre otros espacios y lo registren en su cuaderno de apuntes.

Después del recorrido, tendrán 20 minutos para terminar de registrar sus apuntes. A continuación, se realizará una presentación (*Anexo C*) de 15 minutos aproximadamente que contiene información sobre el proyecto “Diseñando mi escuela”, duración, forma de trabajo y el producto final que se debe desarrollar. La presentación se encuentra en:

<https://view.genial.ly/5ecc7f50d4bb750da0f01d4c>

Para finalizar con la sesión, se formarán grupos de tres estudiantes a través de un juego (10 min). Se pegará previamente *post-it* de distintos colores enumerados con el mismo número de alumnos que haya en el aula, se pedirá a los estudiantes escoger un *pos-it* cada uno y después irán formando los grupos de acuerdo a las cifras mencionadas por el docente. Por ejemplo, la cifra 156, entonces se agruparán los estudiantes con los números 1 – 5 – 6. Una vez que los grupos han sido formados, se dará 15 minutos para escoger un nombre para su grupo, que compartan los apuntes tomados en el recorrido y el croquis que elaboraron.

Recursos: Cuaderno de apuntes, *post-it*, proyector o computadoras con conexión a internet.

Duración de la actividad: 2 periodos de clase de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: se pedirá a cada estudiante escribir en *post-it* una palabra que describa su sentir ante el proyecto que está por iniciar.

3.8.2. Sesión 2

Objetivo didáctico:

- Recopilar información necesaria para el diseño de la propuesta de mejora de la infraestructura de la institución educativa a través de la investigación y entrevistas.
- Diseñar una propuesta para construir la infraestructura de una institución educativa en la comunidad utilizando conocimientos relacionados con la Geometría de poliedros.

Competencias: aprender a aprender, comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: Fuentes de información confiables en la asignatura de *Lengua y Literatura*.

Desarrollo de la sesión: su desarrollo se realizará en la asignatura de Lengua y Literatura (*Anexo D*).

Recursos: tarjetas de información (*Anexo D*)

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno

Evaluación de la actividad: se realizará un registro anecdótico de la participación de los estudiantes y al finalizar la clase se recogerá el cuestionario elaborado para la entrevista, con el fin de orientar el trabajo de cada grupo en función de la información que desean obtener.

3.8.3. Sesión 3

Objetivo didáctico:

Analizar distintos poliedros (regulares e irregulares) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, etc).

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, comunicación lingüística.

Contenido: Poliedros: elementos característicos y su clasificación.

Desarrollo de la sesión: para iniciar la sesión se presentará una caja misteriosa (*Anexo E*) a los estudiantes (15 min). Se realizarán preguntas como: ¿qué creen que hay dentro?, enseguida pasarán 2 o tres estudiantes, a quienes se les pondrá una venda en los ojos y se les permitirá palpar los objetos que se encuentran dentro de la caja. Cada uno describirá a sus compañeros lo que tocaron y así iremos descubriendo los objetos de la caja. Una vez que los objetos han sido identificados, se preguntará: ¿qué creen que veremos en la clase de hoy?

Con esta introducción se plantearán tres actividades:

La primera (10 min) será que, con la ayuda del libro de texto, los estudiantes identifiquen la forma que tiene cada objeto y escriban el nombre de cada uno en un *post-it*. Irán pegando los *post-it* en una cartulina como si fuera su tablero de apuntes (*Anexo F*).

La segunda actividad (20 min), se desarrollará con el apoyo de computadoras con conexión a internet. Se pedirá a los estudiantes unirse a su grupo asignado e ingresar al siguiente link <https://view.genial.ly/5ecdfae1a1f7f50dd09605fd> Allí cada grupo revisará la presentación (*Anexo G*) de la clasificación de poliedros.

La tercera actividad (45 min) consiste en observar a su alrededor y recorrer la institución para identificar objetos que tienen estas formas, esto lo irán registrado en sus post-it. Al regresar al aula se socializará lo que acaban de encontrar y a través de una conversación heurística se irá identificando las partes comunes y no comunes entre los objetos. Con el docente guiando la actividad, se construirá el concepto de poliedro y se identificarán sus elementos característicos. Para la próxima clase traerán un ejemplo de un objeto que tenga la forma de cada uno de los tipos de poliedros.

Recursos: caja misteriosa, 8 objetos con forma de poliedros, *post-it*, computadoras.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno

Evaluación de la actividad: la evaluación tendrá un carácter formativo. Se llevará un registro anecdótico de la participación de los estudiantes. Además, se realizará: una coevaluación en parejas, los estudiantes verificarán que los ejemplos de objetos correspondan a las distintas formas de los poliedros; y una heteroevaluación de la tarea enviada.

3.8.4. Sesión 4

Objetivo didáctico:

- Recopilar información necesaria para el diseño de la propuesta de mejora de la infraestructura de la institución educativa a través de la investigación y entrevistas.
- Diseñar una propuesta para construir la infraestructura de una institución educativa en la comunidad utilizando conocimientos relacionados con la Geometría de poliedros.

Competencias: comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: Búsqueda de información y entrevistas.

Desarrollo de la sesión: en la asignatura de *Lengua y Literatura (Anexo H)*.

Recursos: tablero de control de metas, pelota, computadoras con conexión a internet.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno

Evaluación de la actividad: se realizará el seguimiento de los avances de cada grupo mediante el tablero de control. Además, se continuará registrando los avances de los estudiantes y los grupos a través del registro anecdótico. Se revisará los apuntes resultantes de la búsqueda de información.

3.8.5. Sesión 5

Objetivos didácticos:

- Analizar distintos poliedros (regulares e irregulares) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, etc.).
- Construir poliedros a través de papiroflexia, GeoGebra y materiales no específicos.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.

Contenido: Poliedros. Elementos característicos y su clasificación.

Desarrollo de la sesión: la sesión está programada para la realización de un Taller de “Construcción de poliedros a través de papiroflexia” (*Anexo I*), las actividades propuestas están direccionadas a aprender distintas formas de construir poliedros e identificar en ellos sus elementos característicos.

Recursos: papel simple doble faz, cartulina de colores, perforadora, lana, tijeras, goma, regla y lápiz.

Duración de la actividad: 3 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: será de carácter formativo a través de una lista de cotejo (*Anexo I*) y continuamos con el registro anecdótico de la forma en que trabajan los grupos para guiar el trabajo cooperativo.

3.8.6. Sesión 6

Objetivo didáctico:

Resolver problemas que conlleven el cálculo de longitudes, superficies, áreas y volúmenes del mundo físico, utilizando propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.

Contenido: Cálculo de áreas y volúmenes de poliedros: cubo, prisma triangular, prisma cuadrangular, prisma pentagonal, pirámide cuadrangular, pirámide pentagonal.

Desarrollo de la sesión: la clase se desarrollará en 3 momentos: en el primer momento (20 min) se irá preguntando a los grupos ¿cuál fue su experiencia en el taller de construcción de poliedros?, a medida que los grupos vayan respondiendo se irá entregando sobres al azar (aún no pueden ver qué existe dentro de cada sobre). Seguido, se explicará a los estudiantes qué

es y para qué se calcula el área y volumen de un poliedro a través de una demostración. Para ello, se utilizará las cubetas de huevos, pelotas pequeñas y legos (*Anexo J*).

En el segundo momento (40 min), cada grupo podrá ver lo que contiene su sobre (nombre de un prisma, una pirámide y datos para hallar las áreas y volúmenes). En este caso, cada grupo tendrá el nombre de uno de los prismas y una de las pirámides: prisma cuadrangular, prisma pentagonal, pirámide cuadrangular y pirámide pentagonal. Al igual que en la demostración, los grupos contarán con cubetas de huevo, pelotas pequeñas, legos y las pirámides construidas en la clase anterior. Deberán: primero, hallar el área y volumen del prisma que les ha tocado a través de la demostración y segundo, hallar el área y volumen de la pirámide que les ha tocado con ayuda de la información que tienen en el libro de texto.

En el tercer momento (30 min), cada grupo realizará la demostración de cómo hallaron el área y volumen de los poliedros con los que han trabajado. En este momento, el docente orientará al final de cada demostración, para ir verificando que los resultados de las fórmulas de cálculo de área y volumen de los distintos poliedros da los mismos resultados que en su demostración.

Al finalizar la sesión, se enviará a los estudiantes a revisar el siguiente link <https://www.scoop.it/topic/math-education-by-monica-tapia> (*Anexo K*) con el fin de afianzar aprendizajes y tengan un sitio a donde regresar en caso de que surjan dudas o quieran volver a revisar los temas. Deben ir registrando las fórmulas de cálculo de área y volumen en su cuaderno de Matemáticas.

Recursos: cubetas de huevos, pelotas pequeñas, sobres y legos.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: se realizará a partir de una rúbrica por grupo (*Anexo L*) con el fin de evaluar aspectos como trabajo en grupo, participación y el objetivo de la sesión.

3.8.7. Sesión 7

Objetivo didáctico:

Recopilar información necesaria para el diseño de la propuesta de mejora de la infraestructura de la institución educativa a través de la investigación y entrevistas.

Competencias: comunicación lingüística, conciencia, aprender a aprender y expresiones culturales.

Contenido: Búsqueda de información e interpretación de datos.

Desarrollo de la sesión: en la asignatura de *Lengua y Literatura* (*Anexo M*).

Recursos: papelotes, marcadores y computadoras con conexión a internet.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: a través del registro anecdótico para continuar registrando el avance de cada grupo. Además, se evaluará las aportaciones individuales de cada estudiante, tomando en cuenta el color de marcador que usaron en el desarrollo del papelote.

3.8.8. Sesión 8

Objetivo didáctico:

- Analizar distintos poliedros (regulares e irregulares) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, etc.).
- Construir poliedros a través de papiroflexia, GeoGebra y materiales no específicos.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología, competencia digital.

Contenido: Uso de herramientas informáticas para estudiar formas, configuraciones y relaciones geométricas: construcción de poliedros a través de GeoGebra.

Desarrollo de la sesión: la sesión se realizará a través de un taller (*Anexo N*) dirigido a la construcción de poliedros a través de GeoGebra. Para ello se trabajará en computadoras, se recomienda que como máximo trabajen dos estudiantes por cada una para brindar más oportunidades de que los estudiantes aprendan haciendo.

Recursos: computadoras con el programa GeoGebra instalado, proyector, cartelitos de emoticones y cuaderno de apuntes.

Duración de la actividad: 3 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: se realizará una coevaluación entre las parejas que trabajen en cada computador a través de una rúbrica (*Anexo N*) y el docente registrará el trabajo a través de una lista de cotejo (*Anexo N*).

3.8.9. Sesión 9

Objetivo didáctico:

- Analizar distintos poliedros (regulares e irregulares) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, entre otros).
- Conocer los beneficios y los principios básicos de construcciones ecológicas.
- Construir poliedros a través de papiroflexia, GeoGebra y materiales no específicos.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: características de construcciones ecológicas, cálculo de áreas y volumen de poliedros a utilizar.

Desarrollo de la sesión: el taller se realizará en la asignatura de **Ciencias Naturales** y su objetivo es diseñar, aplicando los conocimientos sobre poliedros, una maqueta de casa ecológica con materiales de su entorno (caña guadua, bambú, etc.) o productos desechables. La sesión está programada para la realización de un Taller de “Construcciones ecológicas” (*Anexo O*), en el cual se abordan temas relacionado a la asignatura de Ciencias Naturales. Las actividades propuestas tienen como finalidad dar a conocer los principios y estrategias básicas para la construcción de casas ecológicas y el diseño de una maqueta de una casa ecológica utilizando materiales naturales del entorno.

Recursos: proyector o computadoras para observar un video, latillas de madera o caña no mayor a 1m de largo y 1 cm de ancho, arcilla, paja, productos desechados, clavos, pegamento, alambre y sierra pequeña.

Duración de la actividad: 3 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: cada grupo deberá presentar su maqueta en la que deberá evidenciar creatividad, el manejo de conceptos y la aplicación de poliedros en su construcción. Esto se evaluará a través de una rúbrica de evaluación.

3.8.10. Sesión 10

Objetivo didáctico:

- Analizar distintos poliedros (regulares e irregulares) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, etc.).

- Resolver problemas que conlleven el cálculo de longitudes, superficies, áreas y volúmenes del mundo físico, utilizando propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros.
- Construir poliedros a través de papiroflexia, GeoGebra y materiales no específicos.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.

Contenido: Poliedros. Elementos característicos, clasificación. Áreas y volúmenes. Propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros. Cálculo de longitudes, superficies y volúmenes.

Desarrollo de la sesión: en esta sesión se realizará una pequeña Yincana (*Anexo P*) con el fin de evaluar los aprendizajes de los estudiantes sobre los poliedros, sus elementos característicos, clasificación y cálculo de áreas y volumen. La Yincana se realizará a través de grupos interactivos. Al final del taller se enviará tarea a casa (*Anexo Q*).

Recursos: tómbola bingo, cuestionario de preguntas, hoja de registro, juego cubbísimo de cualquier marca o realizado a través de papiroflexia, poliedros construidos a través de papiroflexia (cubo, tetraedro, octaedro, dodecaedro, icosaedro, prisma triangular, prisma cuadrangular, prisma pentagonal, prisma hexagonal, pirámide cuadrangular, pirámide pentagonal, pirámide hexagonal), carteles de cartulina, marcadores, reglas, cinta métrica, lápices, hojas en blanco y hojas de colores de doble faz.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: se irán evaluando los productos de cada grupo (*Anexo P*). Además, se evaluará la tarea enviada a casa para realizar un seguimiento individual.

3.8.11. Sesión 11

Objetivo didáctico:

Diseñar una propuesta para construir la infraestructura de una institución educativa en la comunidad utilizando conocimientos relacionados con la Geometría de poliedros.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología, comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: Diseño de la propuesta de mejora de la infraestructura de la institución relacionándola con la Geometría de poliedros.

Desarrollo de la sesión: en la presente sesión los estudiantes traerán listas sus ideas y avances en cuanto al diseño de la propuesta de mejora de la infraestructura de su institución educativa. Tendrán dos periodos de clase para terminar de plasmar sus ideas, es decir, terminar con el diseño que tienen en mente. Esto lo presentarán en la siguiente clase como primer avance, para ello, podrán realizar papelotes, dibujos, carteles, entre otros. El docente pasará por cada grupo guiando y apoyando en la actividad. Los estudiantes presentarán en la próxima clase los avances en el desarrollo del proyecto, todas las actividades avanzadas deberán estar registradas también el tablero de metas.

Recursos: aquellos que los estudiantes escojan.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: registro anecdótico llevado por el docente.

3.8.12. Sesión 12

Objetivo didáctico:

Diseñar una propuesta para construir la infraestructura de una institución educativa en la comunidad utilizando conocimientos relacionados con la Geometría de poliedros.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología, comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: Avances en el diseño de una propuesta para construir la infraestructura de una institución educativa.

Desarrollo de la sesión: la clase iniciará con un juego de ruleta por grupos, el objetivo del juego es establecer el orden de presentación de cada grupo (10 min). El juego se presenta en el (*Anexo R*). Cada grupo pasará a presentar sus avances, tendrán 15 minutos para ello. La docente y los estudiantes podrán realizar preguntas y recomendaciones a cada grupo. Para finalizar la sesión se realizará una autoevaluación y una coevaluación dentro de cada grupo.

Recursos: materiales elegidos por los estudiantes.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: registro anecdótico para continuar registrando los avances individuales y grupales. Además, se aplicará una autoevaluación y una coevaluación a través de rúbricas (*Anexo 5*).

3.8.13. Sesión 13 y 14

Objetivo didáctico:

- Analizar distintos poliedros (regulares e irregulares) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, etc.).
- Resolver problemas que conlleven el cálculo de longitudes, superficies, áreas y volúmenes del mundo físico, utilizando propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros.
- Construir poliedros a través de papiroflexia, GeoGebra y materiales no específicos.
- Diseñar una propuesta para construir la infraestructura de una institución educativa en la comunidad utilizando conocimientos relacionados con la Geometría de poliedros.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología, comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: Poliedros. Elementos característicos, clasificación. Áreas y volúmenes. Propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros. Cálculo de longitudes, superficies y volúmenes del mundo físico. Uso de herramientas informáticas.

Desarrollo de las sesiones: el objetivo de las sesiones es avanzar en la elaboración del producto final del proyecto, el docente podrá guiar y apoyar según las necesidades de cada grupo.

Los estudiantes trabajarán en la elaboración del producto final. El docente de la asignatura estará acompañando y apoyando este proceso.

Recursos: materiales escogidos por los grupos, computadoras con el programa GeoGebra.

Duración de la actividad: 6 periodos de clase

Evaluación de la actividad: en la sesión 13, registro anecdótico de los avances y registro de la ayuda específica que necesita cada grupo para planificar apoyo en la siguiente sesión. En la sesión 14, registro anecdótico y una coevaluación de los estudiantes a través de una rúbrica (*Anexo 5*).

3.8.14. Sesión 15

Objetivo didáctico:

Preparar el discurso expositivo para la presentación del proyecto y su producto final.

Competencias: comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: Técnicas para hablar en público y lecciones de escritura de un discurso.

Desarrollo de la sesión: en esta sesión se realizará en la asignatura de **Lengua y Literatura**.

Taller “Rimay: compartamos nuestras ideas” (*Anexo T*), en el que se abordaran técnicas y concejos de redacción y expresión oral de propuestas e ideas.

Recursos: cuaderno de tareas, esferos y lápices.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno y trabajo autónomo.

Evaluación de la actividad: la evaluación será formativa con el fin de que los estudiantes sepan los puntos que deben mejorar para el momento de la presentación del producto final en presencia de la comunidad. Para esto se aplicará una rúbrica de evaluación en la cual se evaluará y retroalimentará según los criterios de escritura y expresión oral de la presentación. La rúbrica se encuentra en el *Anexo T* junto al desarrollo de esta sesión.

3.8.15. Sesión 16

Objetivo didáctico:

Presentación la propuesta diseñada para la construcción de la infraestructura de la institución educativa en la comunidad utilizando conocimientos relacionados con la Geometría de poliedros.

Competencias: comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: Presentación del producto final.

Desarrollo de la sesión: la presentación se realizará en la asamblea convocada por la comunidad, esto ya ha sido planificado con los líderes de la comunidad desde el inicio del trabajo del proyecto. Para ello, se presentarán las propuestas en un *stand* de manera que los líderes, docentes, estudiantes y las personas de la comunidad visiten cada uno.

Recursos: producto final y materiales que los estudiantes elijan para los *stands*.

Evaluación de la actividad: *a través de una rúbrica de evaluación (Anexo U).*

3.8.16. Sesión 17

Objetivo didáctico:

Reflexionar sobre el producto final, los aprendizajes y las distintas actividades que se realizaron a lo largo del proyecto.

Competencias: comunicación lingüística, competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: Reflexión sobre el producto final, aprendizajes y las distintas actividades realizadas en el desarrollo del proyecto.

Desarrollo de la sesión: se realizará una conversación guiada con todos los estudiantes. Para ello, la sesión se llevará a cabo en un espacio abierto. Todos los estudiantes se ubicarán formando un círculo, así todos podrán verse y escuchar a sus compañeros. Algunas de las preguntas guía para la conversación podrían ser: ¿Qué fue lo que más les gustó en el desarrollo del proyecto?, ¿Qué fue lo que menos les gustó en el desarrollo del proyecto?, ¿Qué aprendieron?, ¿Cuál fue la experiencia de trabajar en grupos?, ¿Cuál fue su experiencia presentando sus propuestas ante toda la comunidad?

Recursos: banco de preguntas para iniciar la conversación guiada.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: registro anecdótico llevado por el docente.

3.9. Evaluación

En el presente apartado se detalla la forma de evaluación de las distintas sesiones y talleres propuestos. Además, se evaluará la propuesta elaborada.

3.9.1. Evaluación de las sesiones y talleres

En la propuesta de cada sesión y taller se ha especificado la forma y los instrumentos que se utilizarán para su evaluación. Sin embargo, en el presente apartado se detallará que tipo de evaluación representan dichos instrumentos.

La principal forma de evaluación es formativa, para ello el docente llevará un registro anecdótico de los avances individuales y grupales. Asimismo, irá controlando el tablero de

metas que los estudiantes van actualizando cada semana, esto con el fin de guiar y apoyar a cada grupo e individualmente a los estudiantes en correspondencia a sus intereses y necesidades. En cuanto a los instrumentos utilizados, estos representarán los porcentajes presentado en la tabla 2, a continuación:

Tabla 2. Instrumentos de evaluación

Listas de cotejo	Porcentaje
Utilizadas en las sesiones	10%
Utilizadas en los talleres	10%
Rúbricas de evaluación	Porcentaje
De heteroevaluación	10%
De autoevaluación	10%
De coevaluación	10%
Del producto final	30%

(Elaboración propia).

Además, las tareas enviadas a casa y los productos elaborados en la Yincana Matemática representarán el 20% de la calificación final.

3.9.2. Evaluación de la propuesta

La propuesta diseñada conlleva un periodo largo de tiempo, la programación se encuentra en correspondencia al contexto en el que se pretende aplicarlo. Por ello, es necesario evaluar distintas características de las sesiones de trabajo y los talleres. Para ello se propone en la última sesión una conversación guiada sobre la experiencia del proyecto, esto se complementará con una encuesta dirigida a los estudiantes (*Anexo V*). Además, la propuesta será evaluada por docentes del departamento. Para ello, se utilizará una matriz DAFO (*Anexo W*).

4. Conclusiones

El desarrollo del presente trabajo persigue como objetivo general, diseñar una propuesta de intervención basada en actividades experienciales para la enseñanza de la Geometría de los poliedros a través de Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología didáctica en 2° de ESO. A continuación, se describirá cómo se alcanzaron los objetivos específicos propuestos a lo largo del trabajo, para analizar con ello el cumplimiento del objetivo general.

La revisión bibliográfica permitió establecer los pasos a seguir para la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología didáctica en la enseñanza de la Geometría de poliedros, es así que se trabajó de manera interdisciplinar en el diseño de actividades experienciales que articulen los contenidos con el contexto de los estudiantes y que a la vez permitan el trabajo cooperativo y el desarrollo de distintas inteligencias como: lingüística, lógico-matemática, interpersonal, naturalista y espacial.

El aprendizaje y enseñanza de la geometría de poliedros va más allá de la memorización de fórmulas y la solución mecánica de ejercicios, por eso es necesario repensar las formas de enseñar. En este sentido, el ABP permite abordar estos contenidos de una manera práctica, interdisciplinar y relacionada a las problemáticas reales de los estudiantes permitiendo interiorizar los procesos, ya no desde la memorización, si no desde la aplicación en su diario vivir. Además, el estudio de estos contenidos es imprescindible porque forma parte de los primeros pasos en la Geometría espacial, importante para que en niveles superiores se continúe introduciendo razonamientos más formalizados sobre cuerpos en el espacio.

En cuanto a las dificultades más relevantes que presentan los estudiantes de 2° de ESO en el aprendizaje y la resolución de problemas que involucren la Geometría de poliedros según la revisión bibliográfica de autores como Orcos, Jordán y Magreñán (2018), Velasco y Consuelo (2018), Badía (2015) y Gutierrez (1998) se identificaron varias dificultades que se mencionan a continuación.

Dificultades más relevantes de los estudiantes en el aprendizaje de la Geometría de poliedros:

- Estudian contenidos de poliedros porque es una exigencia de la educación secundaria. No se llevan a cabo procesos de reflexión sobre ¿para qué puedo utilizar o por qué debo aprender estos contenidos?
- Consideran que lo principal en la Geometría es la memorización de fórmulas.

- Dificultad para establecer relaciones entre el contenido de poliedros con sus experiencias y conocimientos previos.
- Capacidad de visión espacial poco desarrollada.
- Dificultad en la construcción de objetos tridimensionales a partir de una representación plana y viceversa.

Asimismo, entre las dificultades que los estudiantes presentan en la resolución de problemas que involucran poliedros, se identificaron las siguientes:

- Dificultad para relacionar conceptos o contenidos con los problemas propuestos.
- Dificultad para identificar datos de un problema.
- Dificultad para identificar que procesos o fórmulas utilizar en la resolución de un problema.
- Las representaciones de los poliedros suelen estar incompletos o con elementos sobrantes.

La metodología elegida para el diseño de la propuesta permitió articular los contenidos de la Geometría de poliedros con el contexto, necesidades e intereses de los estudiantes a través de actividades experienciales que buscan inmiscuir a las familias y la comunidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje dentro y fuera de la escuela. Además, las actividades experienciales diseñadas, el proceso y tiempo de desarrollo del proyecto permiten incrementar la motivación para abordar contenidos en la práctica a través de material concreto, uso de TIC y procesos de investigación, reflexión y comprensión dentro de grupos heterogéneos. Estos puntos son indispensables para generar aprendizajes significativos y por ende superar dificultades de aprendizaje.

Por todo lo expuesto anteriormente, se evidencia que los objetivos específicos han sido alcanzados, por ende, se concluye el cumplimiento del objetivo general. Es decir, se diseñó una propuesta de intervención basada en actividades experienciales para la enseñanza de la Geometría de los poliedros a través de Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología didáctica en 2° de ESO. Como reflexión final, es importante mencionar que el diseño de propuestas con metodologías activas que permitan inmiscuir a las familias y comunidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como también nuevas formas de enseñar interdisciplinariamente en correspondencia con las necesidades, intereses y contexto de los estudiantes es pertinente.

5. Limitaciones y prospectiva

En el proceso de diseño de la propuesta se pretendió tener un acercamiento más estrecho con los estudiantes, familia y comunidad en donde se aplicará ésta, con el fin de trabajar actividades articuladas con los saberes y conocimientos ancestrales que allí se practican habitualmente. Sin embargo, en conformidad con el Decreto Presidencial por la emergencia sanitaria por la pandemia por Covid – 19 a nivel mundial este acercamiento no pudo desarrollarse. Por esta misma razón, la propuesta no pudo ser aplicada para evaluar sus resultados.

Asimismo, en los talleres diseñados en las tres asignaturas se debe tomar en cuenta que los tiempos que se detallan son aproximados por lo que podrían variar en dependencia del contexto de la institución, aula de clase y necesidades de los estudiantes.

Tras la elaboración del presente TFM es importante el estudio y diseño de propuestas interdisciplinarias que articulen las matemáticas con otras asignaturas y que a la vez permitan aplicar el Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología didáctica a otros niveles de educación y a otros contenidos matemáticos.

Además, se podría trabajar en el estudio y diseño de propuestas sobre cómo enseñar conceptos matemáticos abstractos a través de metodologías que permitan procesos de investigación, reflexión, experimentación y comprensión con el fin de que los conocimientos que se van adquiriendo formen parte de la estructura cognitiva de los estudiantes y así cimentar sobre ellos los nuevos conocimientos.

Finalmente, cuando hablamos de la enseñanza de las Matemáticas, como docentes se hace imperativo el continuo estudio de las dificultades que se presentan los estudiantes en distintos contenidos matemáticos para trabajar desde allí en la búsqueda y diseño de metodologías, estrategias y actividades contextualizadas, motivadoras e innovadoras que respondan a la diversidad de cada aula de clase.

6. Referencias bibliográficas

- Aguilar, D., y García, J. (2017). Propuesta de intervención educativa en un instituto de Enseñanza Secundaria centrada en el Aprendizaje Basado en Proyectos: «Diseñemos una carretera». *Campo Abierto. Revista de Educación*, 36(2), 211-228. Recuperado de <https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/2935/2180>
- Araya, R., y Alfaro, E. (2009). Algunas reflexiones sobre la didáctica de la Geometría. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/download/6915/6601>
- Arratibel, A. (2013). *Enseñanza de la Geometría a alumnos de 2º de la ESO a través de la arquitectura* (Trabajo de fin de Master). Recuperado del repositorio digital de UNIR <https://reunir.unir.net/handle/123456789/1949>
- Badía, J. (2015). *Metodología para la enseñanza aprendizaje de la Matemática escolar* (Tesis de Fin de Máster). Recuperado de <https://zaguan.unizar.es/record/32595/files/TAZ-TFG-2015-3455.pdf>
- Báez, R. y Iglesias, M. (2007). Principios didácticos a seguir en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Geometría en la UPEL “El Mácaro”. *Enseñanza de la Matemática*. Vols. 12 al 16. Número extraordinario. pp. 67-87. Recuperado de <http://www.asovemat.org.ve/>
- Balsalobre, L., y Herrada, R. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en educación secundaria: el orientador como agente de cambio. *REOP-Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 29(3), 45-60. Recuperado de <https://doi.org/10.5944/reop.vol.29.num.3.2018.23320>
- Baños, C. R. (2012). *Libro tridimensional para el desarrollo de la visión espacial y la mejor comprensión del sistema diédrico*. (Trabajo de Fin de Máster). Recuperada de repositorio digital de UNIR. https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/764/2012_10_01_TFM_ESTUDIO_D_EL_TRABAJO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- BIE (2017). *Buck Institute for Education*. Recuperado de <www.bie.org> (consultado el 08 de abril de 2020).

- Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning [Motivar el aprendizaje basado en proyectos: mantener el hacer, apoyar el aprendizaje]. *Educational Psychologist*, 26(3/4), 369–398. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Yael_Seker/post/How_do_you_approach_the_design_of_a_group_task_in_higher_education/attachment/59d623d979197b8077982283/A_S%3A309004255858690%401450683763438/download/Blumenfeld+et+al+Motivating+project+based+learning.pdf
- Burgos, M. (2018). *Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): una metodología interdisciplinar para “aprender haciendo”*. Un estudio de caso del IES Antoni Maura (Trabajo de Fin de Máster). Recuperado de <http://hdl.handle.net/11201/147100>
- Calvo, D., y Arias, J. (2017). Propuesta de intervención educativa en un instituto de Enseñanza Secundaria centrada en el Aprendizaje Basado en Proyectos: «Diseñemos una carretera». *Campo Abierto. Revista de Educación*, 36(2), 211-228. Recuperado de <https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/2935/2180>
- Duchizama, J. (2014). *Empleo de material didáctico para el aprendizaje de la Geometría en el noveno año en el colegio Ciudad de Cuenca* (Tesis de fin de Máster). Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiY_vXMyoZpAhUwTt8KHcb-D_MQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fdspace.ucuenca.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F21575%2F1%2FTESIS.pdf&usg=AOvVaw1GQLYitkqrSUNeknX5-8vd
- Educación, M. D. (2016). *Currículo de los niveles de educación obligatoria*. Ministerio de Educación, 1-1320.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado (10 de diciembre de 2013), pp. 97858-97921. Recuperado de: <https://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2019). *PISA 2018 Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español*. España: Secretaría General Técnica. Recuperado de

<http://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:e2be368b-f08c-4ab8-8fd9-eb93b76c6bf2/pisa-2018-programa-para-la-evaluaci-n-online.pdf>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *BOE*, 3 de enero de 2015, núm. 3, pp. 169-546.

Fabres, R. (2016). Estrategias metodológicas para la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría, utilizadas por docentes de segundo ciclo, con la finalidad de generar una propuesta metodológica atinente a los contenidos. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 42(1), 87-105. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/estped/v42n1/art06.pdf>

Flores, M., Bellés, D., Nebot, V., y Rubio, D. (2019). Nuevas tecnologías y aprendizaje basado en proyectos aplicado a la Geometría. *Números: Revista de didáctica de las matemáticas*, (101), 179-191. Recuperado de http://www.sinewton.org/numeros/numeros/101/Propuestas_02.pdf

García, C. (2018). *Metodología ABP en las clases de matemáticas de la ESO* (Trabajo de Fin de Máster). Recuperado de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/31171>

García, J., y Pérez, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: método para el diseño de actividades. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (10). Recuperado de <https://www.tecnologia-ciencia-educacion.com/index.php/TCE/article/download/194/176>

Gardner, H. (1993). *Inteligencias Múltiples, la teoría en la práctica*. New York: Paidós

Guanotuña, E. (2018). *Implementación y experimentación de la unidad didáctica 3, cuerpos geométricos, figuras planas y sólidos con estudiantes de octavo año de EGB paralelo a, del colegio Nacional Andrés Bello sección nocturna* (Tesis de Fin de Máster). Recuperado de <http://repositorio.unae.edu.ec/handle/56000/837>

Gutiérrez, A. (1998). Las representaciones planas de cuerpos 3-dimensionales en la enseñanza de la Geometría espacial. *Revista Ema*, 3(3), 193-220. Recuperado de http://funes.uniandes.edu.co/1079/1/41_Gutiérrez1998Las_RevEMA.pdf

- Gutiérrez, Á., y Jaime, A. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la Geometría en primaria y secundaria. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (32). Recuperado de <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/1859/1834>
- Hernando, A. (2015). *Viaje a la escuela del siglo XXI: así trabajan los colegios más innovadores del mundo*. Madrid: Fundación Telefónica.
- Humbría, C. y González, F. (2017). La Geometría en la Escuela Venezolana de Enseñanza de la Matemática. *Unión: revista iberoamericana de educación matemática*, (51). 250-262. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6249018>
- INEVAL, (2019). *Informe de resultados nacional Ser Bachiller Año lectivo 2018 – 2019*. Quito-Ecuador. Recuperado de <https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/nacional/2018-2019.pdf>
- INEVAL. (2017). *Ser Bachiller 2017. Ficha técnica y conceptual*. Recuperado de http://www.evaluacion.gob.ec/evaluaciones/wp-content/uploads/2017/07/Ineval_fichaSBAC17_20170224.pdf
- INEVAL. (2018). *Educación en Ecuador Resultados de PISA para el Desarrollo*. Quito: Instituto Nacional de Evaluación Educativa. Recuperado de: http://www.evaluacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/12/CIE_InformeGeneralPISA18_20181123.pdf
- Kolb, D. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* [Aprendizaje experiencial: la experiencia como fuente de aprendizaje y desarrollo]. FT press. Recuperado de <https://afly.co/j7q3>
- Llena, A. (2017). *Enseñar Geometría en segundo curso de Educación Secundaria: el uso del material manipulativo* (Trabajo de fin de Master). Recuperado del repositorio digital de UNIR <https://reunir.unir.net/handle/123456789/6489>
- López, O., y García, S. (2008). *La enseñanza de la Geometría*. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. Recuperado de: <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1D401.pdf>
- Maldonado, F., y Villaseñor, M. (2017). Empleo de Inteligencias Múltiples para mejorar el aprendizaje de la Geometría y la Trigonometría. *Jóvenes en la Ciencia*, 3(2), 2183-2188. Recuperado de:

<http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/download/1843/1347>

- Mamani, D. (2019). *Estimular la inteligencia espacial en las matemáticas, mediante “La Geometría activa” en los estudiantes de cuarto “B” de secundaria de la institución educativa “40003 Alto Selva Alegre”, Arequipa, 2018* (Tesis de Grado). Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9362>
- Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M., y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21. Recuperado de http://cetis58.net/media/nfiles/2014/05/user_2_20140520165027.pdf
- Martín, N. (2013). *Utilización del programa Cabri 3D como herramienta didáctica para la enseñanza de Geometría en 2° de la ESO*. (Trabajo de fin de máster). Recuperada de repositorio de UNIR. https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2122/MARTIN_GARCIA_NOELIA_TF_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, C. (2017). *Ambiente de aprendizaje para la enseñanza de poliedros y sus propiedades basado en problemas y mediado por TIC para estudiantes de grado noveno de educación básica secundaria en la Institución Educativa Teresita Montes de la Ciudad De Armenia Quindío* (Trabajo de Fin de Máster). Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/153513325.pdf>
- Millan, R. (2016). El caleidoscopio en la enseñanza de la Geometría. *Unión: revista iberoamericana de educación matemática*, 47(12),207-219. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5847533>
- Nieto, E. (2018). La Geometría para la vida y su enseñanza. *AiBi revista de investigación, administración e ingeniería*, 33-61. Recuperado de <https://doi.org/10.15649/2346030X.475>
- Orcos, L., Jordán, C., y Magreñán, Á. (2018). Uso del holograma como herramienta para trabajar contenidos de Geometría en Educación Secundaria. *Pensamiento Matemático*, 8(2), 6. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6636697.pdf>
- Pujolás, P. (2015). *9 Ideas Clave. El aprendizaje cooperativo*. Barcelona: Grao

- Real Academia Española (2019). *Diccionario de la lengua española*, 23.ª ed., [versión 23.3 en línea]. <<https://dle.rae.es>> [14 de abril de 2020].
- Samper, C., Leguizamón, C., y Camago, L. (2001). Razonamiento en Geometría. *Revista EMA*, 6(2), 141-158. Recuperado de http://funes.uniandes.edu.co/1126/1/74_Samper2001Razonamiento_RevEMA.pdf
- Torregrosa, G., y Quesada, H. (2007). Coordinación de procesos cognitivos en Geometría. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 10(2), 275-300. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362007000200005&lng=es&tlng=en.
- Torres, A. (4 de diciembre de 2019). Informe PISA: España obtiene sus peores resultados en ciencias y se estanca en matemáticas. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/sociedad/2019/12/03/actualidad/1575328003_039914.html
- Trujillo, F. (2016). *Aprendizaje basado en proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria*. España: Ministerio de Educación.
- UNESCO. (2014). *Comparación de resultados del segundo y tercer estudio comparativo y explicativo: SERCE y TERCE, 2006 – 2013*. Santiago de Chile: OREALC. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244239>
- Vargas, G., y Gamboa, R. (2013). El modelo de Van Hiele y la enseñanza de la Geometría. *Uniciencia*, 27(1), 74-94. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4759/475947762005.pdf>
- Velasco, S., y Consuelo, L. (2018). *Enseñanza de la Geometría a través del origami en los estudiantes de décimo año de la escuela de educación general básica Leonidas Proaño, Cantón Quito, Provincia Pichincha en el año lectivo 2017–2018* (Tesis de Grado). Recuperado de <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/18593>
- Vergara., J. (2015). *Aprendo porque quiero: el aprendizaje basado en proyectos (ABP), paso a paso*. España: Ediciones SM.
- Volkert, K. (2008). *The problem of solid geometry* [El problema de la Geometría sólida]. Recuperado de <http://www.unige.ch/math/EnsMath/Rome2008/WG1/Papers/VOLK.pdf>

7. Anexos

Anexo A. Infografía del Aprendizaje Basado en Proyectos paso a paso

EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS



Fuente: Viaje a la escuela del siglo XXI: así trabajan los colegios más innovadores del mundo de Hernando, 2015, p. 91.

Anexo B. Contenidos de 2° de ESO: Ecuador y España

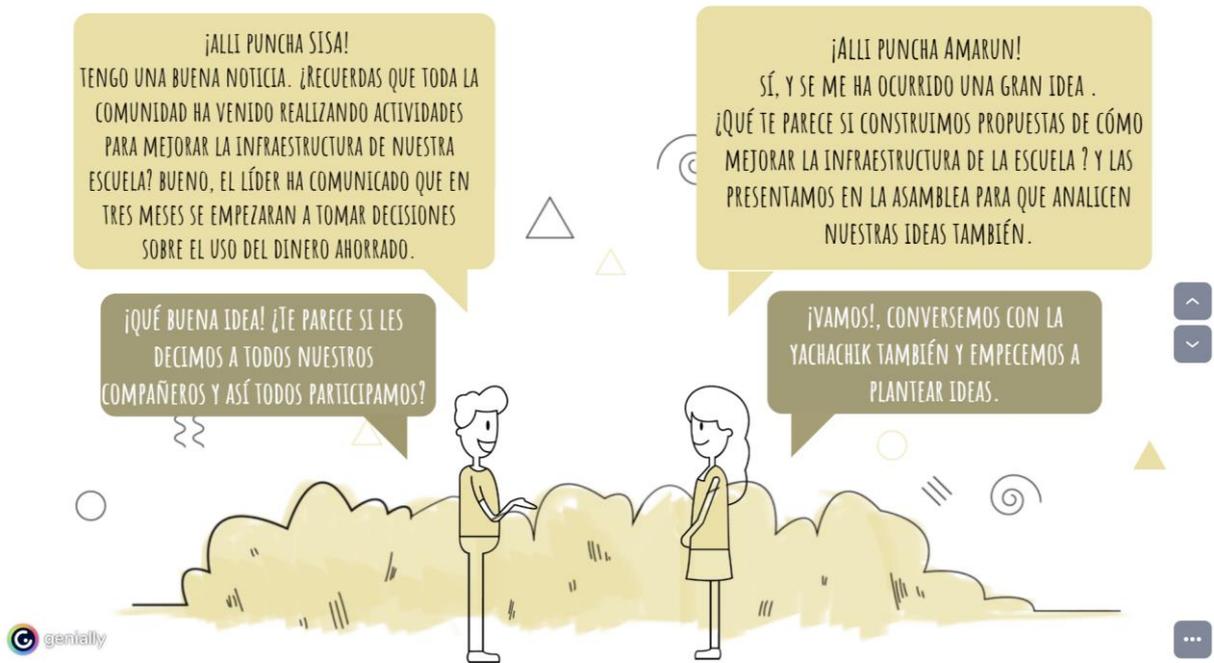
Los contenidos de estudio de 2° de Educación Secundaria Obligatoria de España y de 9no de Educación General Básica de Ecuador relacionados con Geometría abarcan contenidos comunes como: ángulos y sus relaciones, construcciones geométricas, triángulos, figuras semejantes, poliedros y cuerpos de revolución. Los contenidos de estudio relacionados con la Geometría espacial en estudiantes de 13 a 14 años se presentan a continuación.

Contenidos de estudio de Geometría espacial de España y Ecuador relacionada a poliedros.

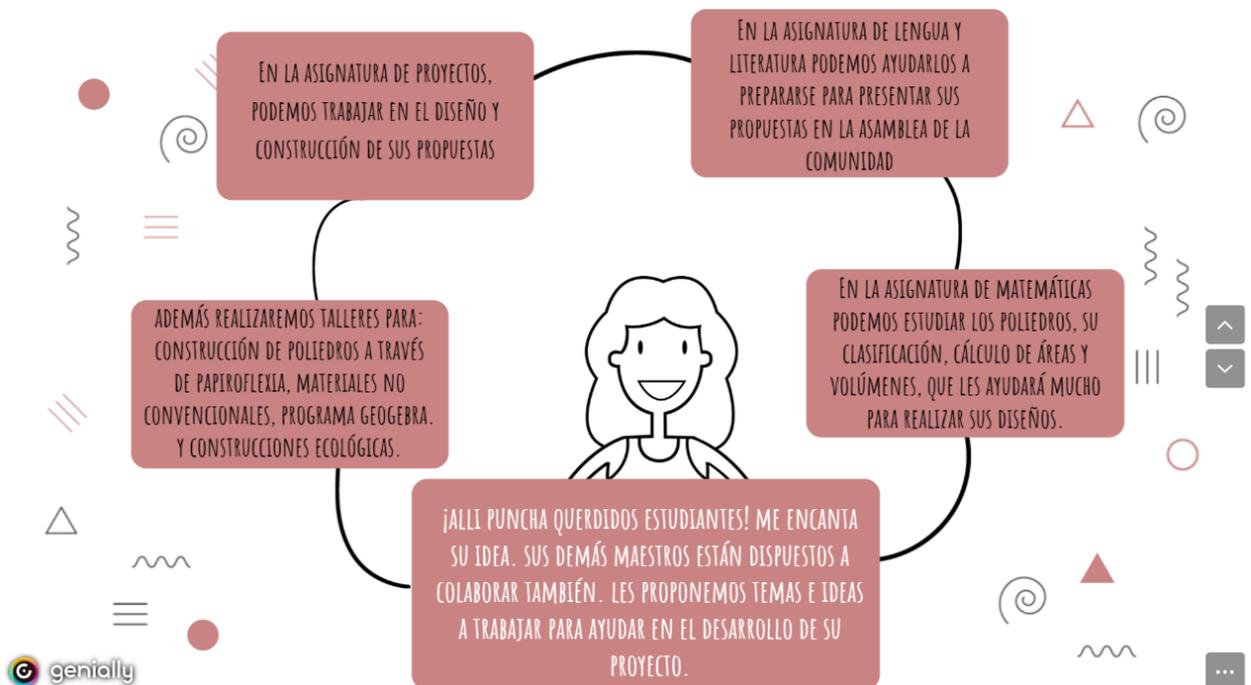
2° de Educación Secundaria Obligatoria	9no año de Educación General Básica
Bloque: Geometría	Bloque: Geometría y Medida
Contenidos	Destrezas con criterio de desempeño: básicas imprescindibles
<ul style="list-style-type: none"> – Poliedros y cuerpos de revolución. Elementos característicos, clasificación. Áreas y volúmenes. – Propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros. Cálculo de longitudes, superficies y volúmenes del mundo físico. – Uso de herramientas informáticas para estudiar formas, configuraciones y relaciones geométricas. 	<p>M.4.2.20. Construir pirámides, prismas, conos y cilindros a partir de patrones en dos dimensiones (redes), para calcular el área lateral y total de estos cuerpos geométricos.</p> <p>M.4.2.21. Calcular el volumen de pirámides, prismas, conos y cilindros aplicando las fórmulas respectivas.</p>

Fuente: Real Decreto 1105/2014 y Currículo de los niveles de educación obligatoria (2016)

Anexo C. Presentación del proyecto “Diseñando mi escuela”



Presentación del Proyecto “Diseñando mi escuela”. (Elaboración propia).



Presentación del Proyecto “Diseñando mi escuela”. (Elaboración propia).

Anexo D. Sesión 2: Lengua y Literatura

Objetivo didáctico:

- Recopilar información necesaria para el diseño de la propuesta de mejora de la infraestructura de la institución educativa a través de la investigación y entrevistas.
- Diseñar una propuesta para construir la infraestructura de una institución educativa en la comunidad utilizando conocimientos relacionados con la Geometría de poliedros.

Competencias: aprender a aprender, comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: Fuentes de información confiables en la asignatura de *Lengua y Literatura*.

Desarrollo de la sesión: la sesión estará conformada por dos momentos. El primero (40 min) iniciará con dos tarjetas de información en el pupitre de cada estudiante, el objetivo de la actividad es pedir que analicen lo que dice cada tarjeta e identificar si la información que contienen es verdadera o falsa. Para esta actividad se plantearán preguntas guía: ¿por qué crees que la información es verdadera o falsa?, ¿cómo te diste cuenta? y ¿qué podríamos hacer para conocer información verdadera? Con estas preguntas guía y las respuestas que vayan dando los estudiantes se conversarán sobre diferentes formas de obtener información, así: búsqueda en libros, páginas confiables de internet, observación directa, a través de entrevistas a personas clave o especializadas en algún tema determinado.

En el segundo momento (50 min), se pedirá que se unan los grupos asignados para el proyecto. Se pedirá que cada grupo realice las siguientes actividades:

- Dialogar sobre ¿qué información necesitan conocer para ir planteado sus primeras ideas sobre su propuesta? y ¿cómo recolectarán la información necesaria?
- Elegir una persona clave de la comunidad o un estudiante del plantel para realizar una entrevista.
- Redactar las preguntas guía que utilizarán en la entrevista.
- Elaborar un cronograma de las actividades que irán realizando para el desarrollo del proyecto.

Recursos: tarjetas de información

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno

Evaluación de la actividad: se realizará un registro anecdótico de la participación de los estudiantes y al finalizar la clase se recogerá el cuestionario elaborado para la entrevista, con el fin de orientar el trabajo de cada grupo en función de la información que desean obtener.

<p>¡Alli punchal!</p> <p>La amiga de la tía de mi mamá dice que el próximo mes construirán una pista de aterrizaje para las avionetas en la cancha de la escuela.</p> <p>Entonces ya no tendremos donde jugar.</p>	<p>¡Alli punchal!</p> <p>En la radio de la comunidad, ayer en la tarde han comunicado que una avioneta de TAME vendrá el próximo jueves a las 10h00 a.m. para que las personas que necesiten salir a la ciudad tengan su equipaje listo.</p>
--	--

<p>¡Alli punchal!</p> <p>En la asamblea del mes pasado de la comunidad, el Líder nos contó que hace unos 20 años aún no existían vías para salir a la ciudad. Entonces todos tenían sus propios huertos y los hombres salían a cazar.</p>	<p>¡Alli punchal!</p> <p>Yo creo que nuestra yachachik tiene 27 años, tiene dos hijos porque el otro día le ví con 2 niños pequeños. Parece que no tiene esposo, porque nunca le hemos visto con alguien.</p>
---	---

<p>¡Alli punchal!</p> <p>En el periódico del día de hoy, encontré información sobre cuáles son las medidas que se deben tomar para cuidarnos y no contagiarnos del COVID-19. Así debemos lavarnos la manos con jabón y usar mascarilla.</p>	<p>¡Alli punchal!</p> <p>Mi amigo Juan dice, que si usamos la mascarilla cuando se sale a realizar las compras, ya no es necesario realizar distanciamiento social porque ya estamos protegidos.</p>
---	--

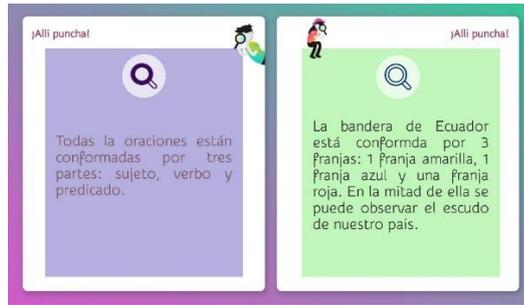
<p>¡Alli punchal!</p> <p>He estado recorriendo nuestra comunidad los últimos días. He observado que de las 36 casas, 31 fueron construidas con madera y paja. Las otras 5 ya tienen puertas de metal y cimientos de cemento.</p>	<p>¡Alli punchal!</p> <p>Mi hermana pequeña, ayer que regresaba a casa vió que médicos estaban poniendo inyecciones a las niñas de 3ro de básica. Seguro, que en estos días irán a nuestra aula también. Yo mejor faltaré a clase.</p>
--	--

<p>¡Alli punchal!</p> <p>Leí que en el libro de texto de Matemáticas dice que un poliedro es un cuerpo geométrico limitado por cuatro o más polígonos planos.</p>	<p>¡Alli punchal!</p> <p>$2 \times 6 = 12$</p>
---	---

<p>¡Alli punchal!</p> <p>Todo lo que se encuentra en internet es verdadero. Ahí dice que, si envío mis datos completos y lleno una encuesta, ellos me pagaran 300 dólares.</p>	<p>¡Alli punchal!</p> <p>Después de que se terminó la reunión de padres de familia. El presidente de PPF del aula me ha pedido que informe a todos que este viernes vendrá para que organicemos juntos una celebración por el día de las madre.</p>
--	---

<p>¡Alli punchal!</p> <p>Todos los chicos y chicas de 13 años son buenos para dibujar, pintar, cantar y bailar cualquier tipo de música. A los 15 años ya no.</p>	<p>¡Alli punchal!</p> <p>Una especie animal extinta es aquella en la que el último miembro de la especie muere, y no hay supervivientes individuales que puedan reproducirse y crear una nueva generación de la especie.</p>
---	--

<p>¡Alli punchal!</p> <p>La región Amazónica de Ecuador está conformada por un área aproximada de 120.000 km². Comprende las provincias de Sucumbios, Orellana, Napo, Pastaza, Morona y Zamora.</p>	<p>¡Alli punchal!</p> <p>Todos los habitantes de la región Amazónica de Ecuador hablan y escriben la lengua Kichwa.</p>
--	---



Tarjetas de información. (Elaboración propia).

Anexo E. Caja misteriosa y objetos de sesión 3

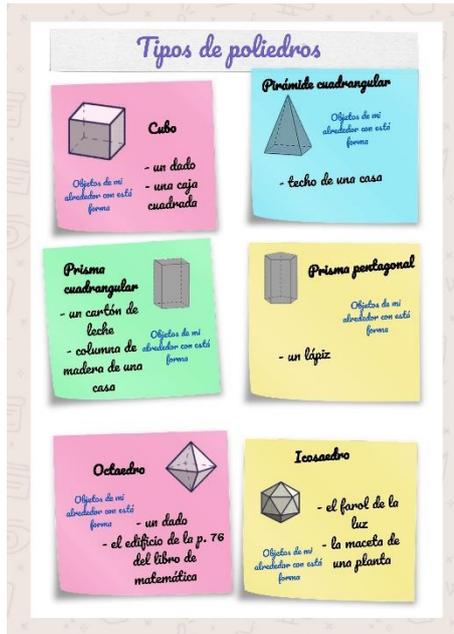


Caja misteriosa. Fuente: <https://www.pinterest.es/pin/650699846130907808/>



Ejemplo de objetos que se pueden presentar en la sesión.

Anexo F. Tablero de apuntes de sesión 3



Ejemplo de tablero de apuntes. (Elaboración propia).

Anexo G. Presentación de la clasificación de poliedros



Presentación de la Clasificación de poliedros. (Elaboración propia).

Anexo H. Sesión 4. Búsqueda de información

Objetivo didáctico:

- Recopilar información necesaria para el diseño de la propuesta de mejora de la infraestructura de la institución educativa a través de la investigación y entrevistas.
- Diseñar una propuesta para construir la infraestructura de una institución educativa en la comunidad utilizando conocimientos relacionados con la Geometría de poliedros.

Competencias: comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: Búsqueda de información y entrevistas.

Desarrollo de la sesión: la sesión se desarrollará en la asignatura de *Lengua y Literatura* previo a la sesión se implementará un tablero de control de metas. La sesión iniciará pidiendo a los estudiantes que por grupo coloquen su cronograma (10 min) de actividades en el tablero de control para que puedan ir señalando aquello que van cumpliendo y para que la docente haga seguimiento del avance y guíe a cada grupo.

En el primer periodo de clase, se realizará una pequeña conversación (20 min) sobre las preguntas que elaboraron y la persona que eligieron para realizar la entrevista. Se pedirá a los estudiantes adivinar números anotados previamente, con ello, los estudiantes que adivinen pasarán a escribir preguntas que ellos creen imprescindibles para realizar la entrevista. Seguido, se analizará cada pregunta: ¿qué quiero saber?, ¿a quién va dirigido? y ¿qué información obtendré? Terminada la actividad, cada grupo volverá a reunirse (15 min), analizarán sus preguntas para mejorar su cuestionario y el docente pasará brindando apoyo y guía a cada grupo con el fin de dejar los cuestionarios listos para ser aplicados.

En el segundo periodo de clase (45 min), se permitirá que los estudiantes accedan a internet para realizar consultas de la información que necesiten investigar para empezar a plantear sus propuestas. El docente guiará la búsqueda en función a las necesidades de cada grupo. Como resultado de la actividad deberán presentar los apuntes recogidos.

La tarea será realizar sus entrevistas, grabar o apuntar todas las respuestas que obtengan.

Recursos: tablero de control de metas, pelota, computadoras con conexión a internet.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno

Evaluación de la actividad: se realizará el seguimiento de los avances de cada grupo mediante el tablero de control. Además, se continuará registrando los avances de los estudiantes y los grupos a través del registro anecdótico. Se revisará los apuntes resultantes de la búsqueda de información.



Ejemplo de tablero de control de metas para el aula de clase. (Elaboración propia).

Anexo I. Taller “Construcción de poliedros a través de papiroflexia”

Taller “El Mundo de los Poliedros”

Objetivos didácticos:

- Analizar distintos poliedros (regulares e irregulares) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, etc.).
- Construir poliedros a través de papiroflexia, GeoGebra y materiales no específicos.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.

Contenido: Poliedros. Elementos característicos y su clasificación.

Motivación: para iniciar la clase se trabajará a través de la plataforma Kahoot, los estudiantes responderán a las preguntas en los grupos designados para el desarrollo del proyecto. El enlace del cuestionario es <https://create.kahoot.it/share/poliedros-regulares-e-irregulares/d65fcf0b-e59a-43b1-b0bd-c73fa7088256> A continuación, preguntas:

¿Qué forma tiene este objeto?



17

0 Answers

▲ Cubo ◆ Prisma cuadrangular

● Tetraedro ■ Prisma pentagonal

Game joining: open kahoot.it Game PIN: 5281386

¿Qué tipo de poliedros son?



18

0 Answers

▲ Irregulares ◆ Regulares

● Prismas ■ Pirámides

Game joining: open kahoot.it Game PIN: 5281386

¿Este poliedro es un icosaedro?



15

0 Answers

◆ True ▲ False

Game joining: open kahoot.it Game PIN: 5281386

¿Cuántos poliedros regulares hay?



18

0 Answers

▲ 4 ◆ 3

● 8 ■ 5

Game joining: open kahoot.it Game PIN: 5281386



Preguntas a través de plataforma Kahoot. (Elaboración propia).

Desarrollo: Se utilizará la tarea de buscar ejemplos de objetos que tengan la forma de cada tipo de poliedro regular e irregular. Se elaborarán construcciones de poliedros a través de tres formas: módulos (origami), pull-up patterned y plantillas. Para la construcción el docente guiará el procedimiento para cada poliedro, además, los estudiantes tendrán la oportunidad de volver a observar los procedimientos por medio de videos. Para el taller, trabajarán los grupos asignados para el desarrollo del proyecto.

Actividad	Poliedros y recursos	Fuente
<p>Actividad 1</p> <p>Construcción a través de origami modular.</p>	<p>2 formas de construcción de un CUBO</p> <p>2 formas de construcción de un DODECAEDRO</p> <p>Recursos: papel simple doble faz de distintos colores.</p>	<p>HaunterMake. (s/f). Cubo de Origami {CUBO DE PAPEL} // Origami Modular fácil [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=xrIm5AE8xMs</p> <p>Art & Crafts. (2017, 07, 10). Origami Cubo Modular – Origami Modular Cube [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=vlcqbV2L_dM</p> <p>Easy origamitotal. (2016, 10, 16). Como hacer un dodecaedro de papel muy fácil, dodecaedro modular origami [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=iJNYScVBjM</p> <p>Gewre. (2016, 11, 03). Origami Dodecahedron (easy - modular) [Archivo de video]. Recuperado de</p>

		https://www.youtube.com/watch?v=WRyh_VGiD_w
<p>Actividad 2</p> <p>Construcción a través de plantillas.</p>	<p>Icosaedro Prisma triangular Prisma cuadrangular Prisma pentagonal</p> <p>Recursos: cartulina de varios colores y plantillas de los poliedros.</p>	<p>Plantillas de los poliedros se encuentran en el siguiente link</p> <p>https://drive.google.com/drive/folders/1cDuEDj_nawpROfs-VNtEA8SP7zmt0QT8?usp=sharing</p>
<p>Actividad 3</p> <p>Construcción a través de pull-up patterned.</p>	<p>Tetraedro Octaedro Prisma hexagonal Pirámide hexagonal</p> <p>Recursos: cartulina de colores y lana.</p>	<p>Fran. (2020, 01, 10). RECURSOSEP. Construcción de poliedros tirando de un hilo (pull-up patterned): Matemáticas. Recuperado de</p> <p>https://www.recursosep.com/2020/01/10/construccion-de-poliedros-tirando-de-un-hilo-pull-up-patterned/</p>

Para la construcción de los poliedros, los estudiantes tendrán un tiempo aproximado de 1h50 min. Al finalizar el taller cada grupo de trabajo habrá elaborado 12 poliedros, 4 por estudiante. En los últimos 25 min., con la guía del docente, se irá identificando los elementos característicos de cada poliedro. Para ello, todos los estudiantes tendrán una hoja de registro de la información:

IDENTIFICANDO POLIEDROS

	Nombre	Aristas	Vértices	Lados
	Prisma pentagonal	15	10	7
	Pirámide pentagonal	10	6	6

Ejemplo de hoja de registro de elementos característicos. (Elaboración propia).

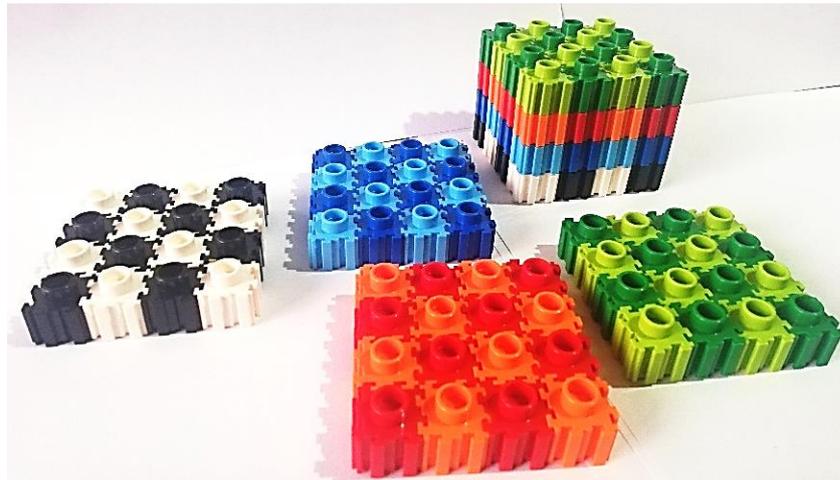
Duración de la actividad: 3 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación: a través de una lista de cotejo y el registro anecdótico.

Lista de Cotejo

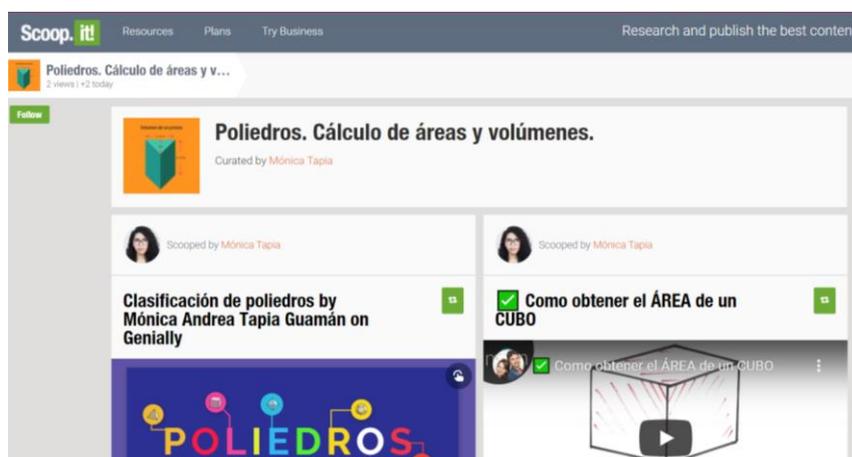
Productos	Lo presenta	Incompleto	No presenta	Observaciones
Cubo 1				
Cubo 2				
Dodecaedro 1				
Dodecaedro 2				
Icosaedro				
Prisma triangular				
Prisma cuadrangular				
Prisma pentagonal				
Tetraedro				
Octaedro				
Prisma hexagonal				
Pirámide hexagonal				
Hoja de registro				
Indicadores	SI	NO	Observaciones	
Hacen buen uso de los materiales				
Sigue instrucciones				
Hay cooperación entre el grupo de trabajo				
Participación				

Anexo J. Demostración de cálculo área y volumen de un cubo



Fotos del material utilizado para calcular áreas y volúmenes. Legos.

Anexo K. Poliedros. Cálculo de áreas y volúmenes.



The image displays three screenshots of a Scoop.it curation board titled "Poliedros. Cálculo de áreas y v...".

- Top Screenshot:** Shows two video thumbnails. The left one is titled "Área de una pirámide con base cuadrada" and features a diagram of a square-based pyramid with dimensions 12 cm and 16 cm. The right one is titled "Volumen de un prisma y un cubo" and shows a cube with the formula $V = l^3$.
- Middle Screenshot:** Shows two video thumbnails. The left one is titled "VOLUMEN DE PRISMAS Super facil" and includes a cartoon character and diagrams of prisms. The right one is titled "Volumen de una pirámide" and shows a pyramid with dimensions $16u$ and $100u^2$.
- Bottom Screenshot:** Shows a link to a website: <https://www.cerebriti.com/juegos-de-maticas/tipos-de-prismas>. Below the link is a footer with navigation links for ABOUT, FOLLOW US, HOW IT WORKS, LEGAL, MOBILE, and FEATURES.

Organización de información a través de la herramienta de curación de contenidos Scoop it.

Anexo L. Rúbrica de evaluación

Criterios de evaluación	Bueno (2)	Muy Bueno (3)	Sobresaliente (5)
Trabajo cooperativo	Solo un integrante del grupo trabaja en el desarrollo de la actividad.	Solo dos integrantes del grupo trabaja en el desarrollo de la actividad.	El trabajo cooperativo realizado entre todos los integrantes del grupo es notorio.
Manejo de recursos	Los materiales utilizados no han sido manejados adecuadamente por lo que no se cumple con el objetivo de la actividad.	Los materiales utilizados para realizar la actividad permiten el cumplimiento del objetivo de la actividad. Sin embargo, el material no ha tenido un buen manejo.	Los materiales utilizados para realizar la actividad permiten el cumplimiento del objetivo de la actividad. Existe un buen manejo de los materiales.
Participación	Responde a preguntas cuando se las hacen.	Participa en la sesión pero no realiza preguntas a sus compañeros.	Participan activamente en la sesión, demuestran interés y realizan preguntas a sus compañeros.
Calcula áreas y volúmenes de los poliedros asignados.	Calcula el área y volumen de los poliedros asignados, pero no logra verificar a través del uso del material entregado.	Calcula el área y volumen de uno de los poliedros asignados. Además logra verificar los resultados de dicho poliedro a través del uso del material entregado.	Calcula el área y volumen de los poliedros asignados, así mismo logra verificar los resultados a través del uso del material entregado.
Presentación de la actividad de la sesión	Presenta solo una actividad.	Presenta una de las actividades, y parte de la según da actividad.	Presenta las actividades desarrolladas de manera creativa.
Comunica verbalmente y de forma razonada el proceso seguido para hallar las soluciones.	No comprende toda la situación o no se expresa verbalmente de forma correcta, además de no considerar todos los elementos necesarios para desarrollar la actividad.	Comprende la situación representada en la actividad y responde verbalmente a las preguntas que se le formulan pero no considera todos los elementos necesarios para resolver la actividad.	Comprende la situación representada en la actividad y responde verbalmente a las preguntas que se le formulan teniendo en cuenta los diferentes elementos según sea necesario.

Anexo M. Sesión 7. Búsqueda e interpretación de información

Objetivo didáctico:

Recopilar información necesaria para el diseño de la propuesta de mejora de la infraestructura de la institución educativa a través de la investigación y entrevistas.

Competencias: comunicación lingüística, conciencia, aprender a aprender y expresiones culturales.

Contenido: Búsqueda de información e interpretación de datos en la asignatura de **Lengua y Literatura**.

Desarrollo de la sesión: se iniciará la sesión con pistas secretas (15 min) sobre lo que realizaremos en la clase, para ello se utilizará la siguiente presentación (*Anexo M*) <https://view.genial.ly/5ed84e6905024b0d97130d19>

Seguido, se pedirá a los estudiantes que se ubiquen con sus grupos y tengan la información obtenida en la entrevista aplicada a mano. Se entregará un papelote y tres marcadores (verde, negro y azul) a cada grupo. Se les explicará que actividad desarrollarán:

- (30 min) Dividirán el papelote en dos partes. En la primera parte escribirán a través de palabras o frases claves la información más relevante, que más les interesa o aquellas recomendaciones que el entrevistado compartió en la entrevista. En la segunda parte, escribirán en qué aporta cada uno de los datos para su idea de diseño de una propuesta para construir la infraestructura de su institución educativa. Detrás del papelote cada estudiante escribirá su nombre con el color de marcador asignado.
- (45 min) Socializarán esta información a todos sus compañeros y la docente. En este momento, tanto los estudiantes como la docente podrán dar opiniones, consejos y guiar las ideas. Los papelotes quedarán pegados en un rincón del aula, para tener presente las ideas de las diferentes propuestas y que el docente evalúe el trabajo.

A partir de esta actividad, se dará tiempo a los grupos para que puedan seguir en su búsqueda de información autónoma. La docente guiará el proceso y apoyará a quienes necesiten ayuda.

Recursos: papelotes, marcadores y computadoras con conexión a internet.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: a través del registro anecdótico para continuar registrando el avance de cada grupo. Además, se evaluará las aportaciones individuales de cada estudiante, tomando en cuenta el color de marcador que usaron en el desarrollo del papelote.



Presentación para juego de pistas secretas. (Elaboración propia).

Anexo N. Taller “Construcción de poliedros a través de GeoGebra”

Taller “Construcción de poliedros a través de GeoGebra”

Objetivos didácticos:

- Analizar distintos poliedros (regulares e irregulares) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, etc.).
- Construir poliedros a través de papiroflexia, GeoGebra y materiales no específicos.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología, competencia digital.

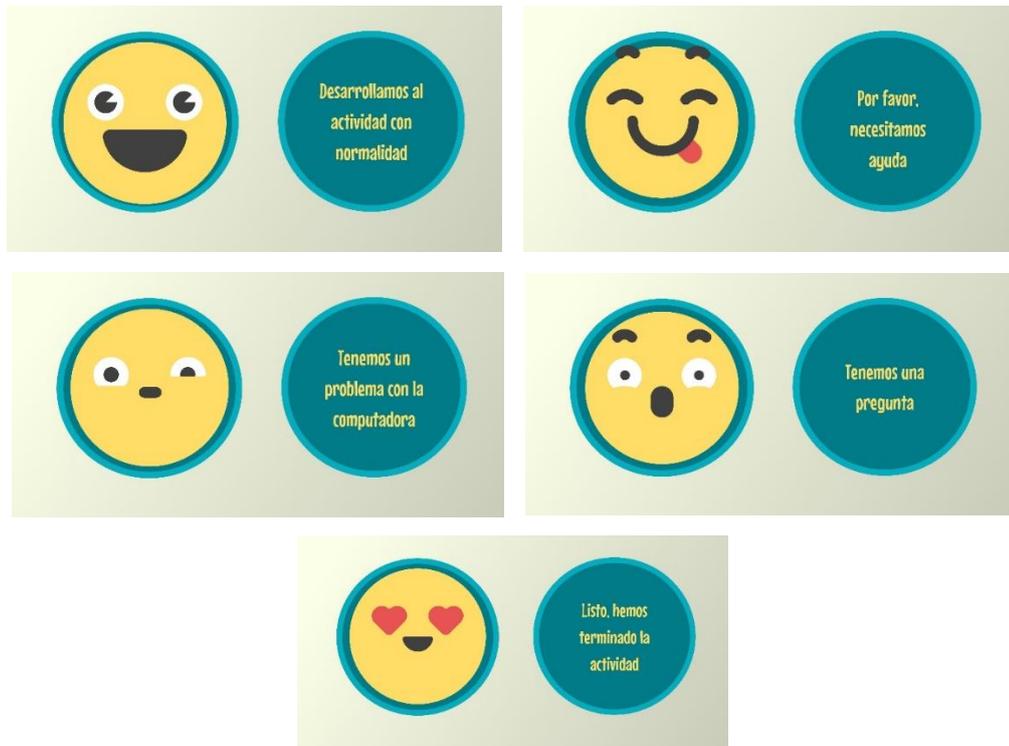
Contenido: Uso de herramientas informáticas para estudiar formas, configuraciones y relaciones geométricas: construcción de poliedros a través de GeoGebra.

Motivación: para dar inicio al taller se entregarán cartelitos en forma de emoticones a cada pareja, con ellos se trabajará las distintas actividades. En este caso cada pareja pondrá un cartelito sobre la pantalla de computador de acuerdo a sus necesidades:



Normas para el taller. (Elaboración propia).

A continuación, los cartelitos pueden ser encontrados para imprimir en el siguiente link <https://view.genial.ly/5ede921f1f66480da05fa50c>

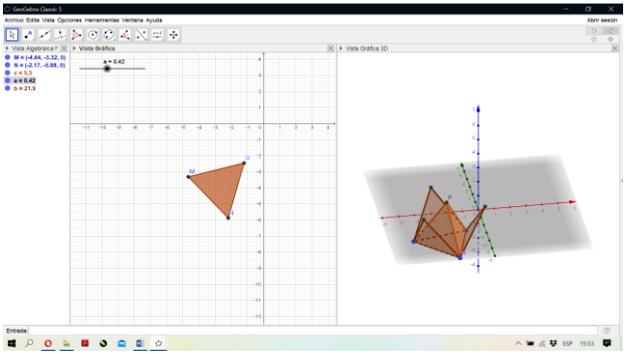
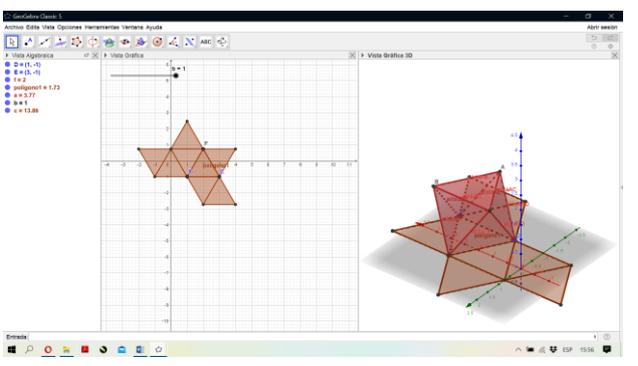
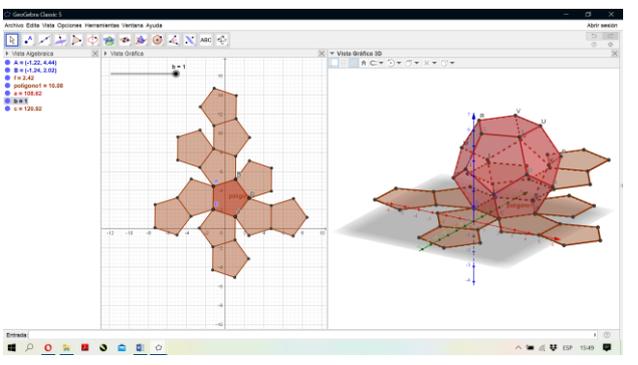
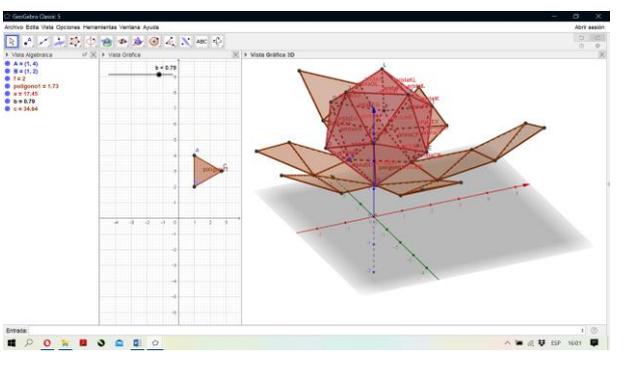


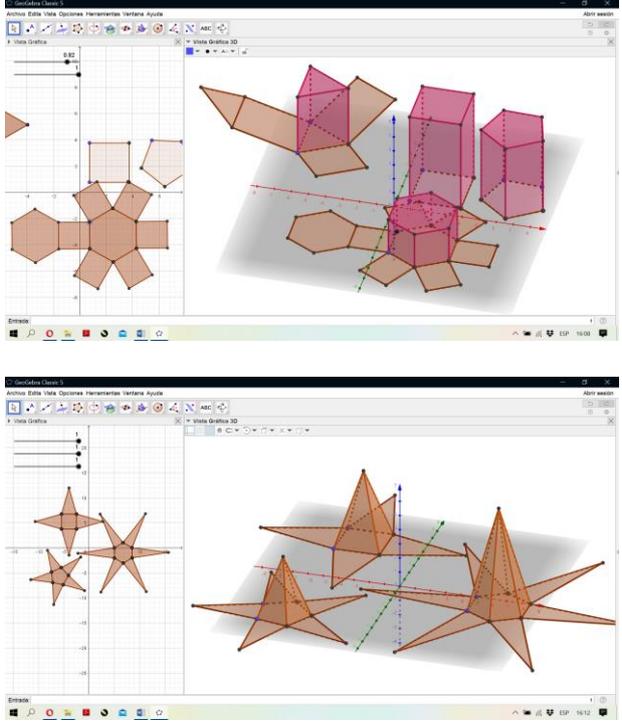
Carteles para el desarrollo del taller. (Elaboración propia).

Desarrollo: la idea del taller será que cada pareja diseñe un paisaje en el programa GeoGebra usando solamente poliedros. Para ello, el taller se dividirá en tres momentos:

En el primer momento, con la ayuda de un proyector. El docente indicará paso a paso cómo construir poliedros regulares e irregulares. Aquí se irán comparando las plantillas de los poliedros que fueron construidos con la función DESARROLLO (permite ver cómo se forma cada poliedro) con aquellas plantillas que usamos en el taller de papiroflexia. Se trabajará de acuerdo a las siguientes instrucciones:

Poliedro	Pasos	Resultado
Cubo	Para su construcción basta con ingresar a la vista 3D y después dar clic en el siguiente ícono. Agregamos 2 puntos A y B. Damos ENTER y aparecerá el cubo.	

<p>Tetraedro</p>	<p>Para su construcción basta con ingresar a la vista 3D y después dar clic en el siguiente ícono.</p>  <p>Agregamos 2 puntos A y B. Damos ENTER y aparecerá el tetraedro.</p>	
<p>Octaedro</p>	<p>Agregamos dos puntos A y B. Seguido, en ENTRADA escribimos OCTAEDRO y escogemos la opción que pide dos puntos. Allí escribimos en el punto A, B y damos ENTER.</p>	
<p>Dodecaedro</p>	<p>Agregamos dos puntos A y B. Seguido, en ENTRADA escribimos DODECAEDRO y escogemos la opción que pide dos puntos. Allí escribimos en el punto A, B y damos ENTER.</p>	
<p>Icosaedro</p>	<p>Agregamos tres puntos A, B y C. Seguido, en ENTRADA escribimos ICOSAEDRO y escogemos la opción que pide tres puntos. Allí escribimos en el punto A, B, C y damos ENTER.</p>	

<p>Prismas y Pirámides</p>	<p>Para la construcción de prismas y pirámides se empezará por la construcción de las distintas bases. Es decir, polígonos (triángulo, cuadrado, rectángulo, pentágono y hexágono). Con esta actividad terminada, ingresamos a la vista gráfica 3D: señalamos uno de los polígonos y damos clic en los siguientes íconos, de acuerdo si queremos un polígono o un prisma.</p> <div data-bbox="491 792 699 882" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p> Extrude a Pirámide</p> <p> Extrusión a prisma</p> </div>	
-----------------------------------	---	--

En el segundo momento, cada pareja empezará a diseñar un paisaje con las construcciones que acaban de aprender. En este momento, el docente guiará y apoyará a cada pareja en correspondencia a las necesidades que vayan surgiendo. Para esta dinámica se usarán los cartelitos de emoticones. Para ello, los estudiantes tendrán 60 minutos.

En el tercer momento, cada pareja irá observando el trabajo de sus compañeros. Para ello, se irá rotando de computadora en computadora para observar. Con el uso de *post-it*, cada pareja irá pegando un *pos-it* en una cartulina ubicada lado cada computadora, allí escribirán, una palabra o frase para felicitar a la pareja por el trabajo realizado.

Al final se reflexionará sobre la utilización de lo que aprendimos en este taller para la realización del proyecto en el que estamos trabajando. Así, tomamos GeoGebra como una plataforma en la que se puede presentar el producto final del proyecto o como una herramienta para diseñar o hasta sacar plantillas de los distintos poliedros.

Productos: poliedros regulares e irregulares y el diseño de un paisaje sencillo.

Duración de la actividad: 3 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación: al finalizar el diseño del paisaje, cada pareja realizará una coevaluación a través de una rúbrica. Además, el docente también registrará en una lista de cotejo, la construcción de cada poliedro que se realice durante el segundo momento.

Lista de Cotejo

Productos	Lo presenta	Incompleto	No presenta	Observaciones
Cubo				
Tetraedro				
Octaedro				
Dodecaedro				
Icosaedro				
Prisma triangular				
Prisma cuadrangular				
Prisma pentagonal				
Prisma hexagonal				
Pirámide cuadrangular				
Pirámide pentagonal				
Pirámide hexagonal				
Paisaje				

Rúbrica de Coevaluación

Criterios de evaluación	Insuficiente (2)	Bueno (3)	Sobresaliente (5)
Compromiso	No tiene los materiales necesarios. No escucha instrucciones.	Llega con los materiales necesarios para trabajar en el taller. En momentos pierde la atención por lo que no escucha indicaciones para ejecutarlas.	Llega preparado con los materiales necesarios para trabajar en el taller. Escucha las instrucciones y las ejecuta.
Colaboración	No aporta ideas u opiniones. Se limita a aceptar ideas u hacer lo que le dicen.	No comparte ideas u opiniones. Le cuesta escuchar sugerencias pero termina aceptándolas.	Comparte ideas, respeta opiniones y puntos de vista, acepta sugerencias.
Respeto	Le cuesta escuchar a su compañero. Discute constantemente.	Fue respetuoso durante el taller, sin embargo, estuvo alejado.	El trato brindado a su compañero siempre fue amable y considerado.

Anexo O. Taller “Construcciones ecológicas”

Taller “Construcciones ecológicas”

Objetivo didáctico:

- Analizar distintos poliedros (regulares e irregulares) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, entre otros).
- Conocer los beneficios y los principios básicos de construcciones ecológicas.
- Construir poliedros a través de papiroflexia, GeoGebra y materiales no específicos.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, comunicación lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: características de construcciones ecológicas, cálculo de áreas y volumen de poliedros a utilizar.

Desarrollo: el taller “Construcciones ecológicas” se desarrollará en tres periodos de 45 minutos cada uno, por lo que se procedió a estructurar las diferentes actividades de la siguiente manera:

Actividad 1. Pregunta (5 minutos)

Antes de iniciar con los contenidos del taller se procederá a conversar con los estudiantes sobre lo que saben o han escuchado o han visto relacionado a las construcciones o casas ecológicas para así ir conectando los contenidos que se abordarán durante el taller con los conocimientos previos y las concepciones sobre este tema que tienen los estudiantes. Para esto se utilizarán preguntas como: ¿Saben qué es una construcción ecológica?, ¿saben por qué se llaman casas ecológicas?, ¿alguna vez han visto una casa ecológica? o ¿existe en tu comunidad alguna casa ecológica?

Actividad 2. Clase magistral (45 minutos)

En este momento se desarrollarán los contenidos tanto conceptuales como prácticos, realizando, durante la exposición, preguntas reflexivas a los estudiantes con el fin de que ellos puedan repensar y/o analizar sobre un concepto o situación explicada en el taller. Además, se

pedirá a los estudiantes que tomen apuntes para que los utilicen de guía en la elaboración de la maqueta. A continuación, se describen los puntos que se abordaran en esta actividad:

- Introducción y conceptos básicos sobre construcciones ecológicas.
- Materiales de construcción ecológica.
- Fases de construcción de una casa ecológica.
- Ejemplos de casas y construcciones ecológicas en el siguiente link <https://www.youtube.com/watch?v=MOD5N4c3c1Y>

Actividad 3. Construcción de una casa ecológica a escala (60 minutos)

La construcción de la casa ecológica se realizará a una escala de 1:50. Para su construcción se utilizarán criterios vistos en la parte conceptual del taller. Los criterios a utilizar en la construcción son los siguientes:

- Aprovechamiento de aguas lluvias.
- Reducir el impacto ambiental del entorno.
- Utilización de materiales naturales y productos desechados.

Para esta actividad se organizarán en los grupos anteriormente establecidos. Deberán utilizar tanto los conocimientos adquiridos en este taller como los conocimientos sobre poliedros adquiridos en la clase de matemáticas, en función de ¿qué poliedro podría servir para la construcción de una casa ecológica que cumpla con los criterios mencionados anteriormente? Es decir, qué poliedro es más óptimo para aprovechar de mejor manera las aguas lluvias y/o qué poliedro es más óptimo en función de que materiales utilizaré para la construcción, o viceversa, qué materiales utilizaré en función de los poliedros elegidos.

Los pasos a seguir serán los siguientes:

1. Diseño en papel de la construcción de la casa ecológica teniendo en cuenta los criterios de construcción y la utilización de poliedros.
2. Construcción a partir del diseño la casa ecológica a una escala de 1:50.

Actividad 4. Evaluación (25 minutos)

Al final del taller se realizará, a modo de evaluación, una breve exposición de cada grupo en la que presente su casa ecológica y expliquen el porqué de su modelo en función de los criterios anteriormente descritos.

Para su evaluación se utilizará una rúbrica de evaluación en la que se valorará el proceso de construcción de la casa y el producto final. A continuación, se representa la rúbrica con sus criterios de evaluación:

Indicadores	Criterios	Insuficiente	En desarrollo	Competente	Sobresaliente
Trabajo en grupo	Participación	En el grupo apenas participan y no muestran interés.	Todos participan, pero no están organizados.	Participan, pero no se muestran del todo organizados.	Participan constantemente y muy bien organizados.
	Actitud del grupo	No trabajan respetuosamente.	Trabajan con respeto, pero sin actitud de equipo.	Trabajan con respeto y con buena actitud de equipo.	Trabajan con respeto y con buena actitud y tratan de mejorar el ambiente del grupo.
Construcción de la casa ecológica	Utilización de poliedros	La construcción no evidencia el uso de poliedros.	Evidencia el uso de poliedros en una pequeña parte de la construcción.	Evidencia el uso de poliedros en varias partes de la construcción.	Evidencia el uso de poliedros en la totalidad de la construcción.
	Manejo de los conceptos de construcciones ecológicas y los criterios de construcción	La construcción evidencia una pobre utilización de los conceptos y los criterios de construcción.	La construcción evidencia la utilización de pocos conceptos y criterios de construcción.	La construcción evidencia la utilización de conceptos y de uno o dos criterios de construcción.	La construcción evidencia el manejo de conceptos y la aplicación de los criterios de construcción.
	Creatividad y originalidad	La construcción carece de originalidad ni detalles creativos.	Presenta detalles creativos, pero sin ideas originales.	Presenta detalles originales y con algunos detalles creativos.	Presenta una construcción con gran originalidad y variados detalles creativos.

Recursos: proyector o computadora para ver un video, latillas de madera o caña no mayor a 1m de largo y 1 cm de ancho, arcilla, paja, productos desechados, clavos, pegamento, alambre y sierra pequeña.

Duración de la actividad: 3 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: cada grupo deberá presentar su maqueta en la que deberá evidenciar creatividad, el manejo de conceptos y la aplicación de poliedros en su construcción. Esto se evaluará a través de una rúbrica de evaluación.

Anexo P. Yincana Matemática

Yincana Matemática

Objetivo didáctico:

- Analizar distintos poliedros (regulares e irregulares) e identificar sus elementos característicos (vértices, aristas, caras, etc.).
- Resolver problemas que conlleven el cálculo de longitudes, superficies, áreas y volúmenes del mundo físico, utilizando propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros.
- Construir poliedros a través de papiroflexia, GeoGebra y materiales no específicos.

Competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.

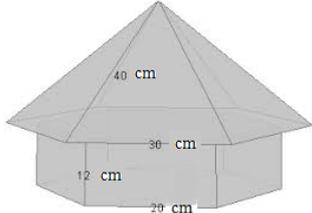
Contenido: Poliedros. Elementos característicos, clasificación. Áreas y volúmenes. Propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros. Cálculo de longitudes, superficies y volúmenes.

Desarrollo: el fin principal de la sesión es evaluar y reforzar aquellos conocimientos sobre poliedros que los estudiantes han venido revisando en la asignatura de Matemáticas. Para el desarrollo se trabajará a través de grupos interactivos, así, se formarán 5 grupos de estudiantes. La dinámica consiste en que cada grupo tendrá 15 minutos para resolver una actividad, terminado el tiempo pasarán a otra mesa con una actividad diferente. Así al final de la clase todos los grupos habrán pasado y resuelto las 5 actividades propuestas.

Además, en esta sesión se podrá solicitar voluntarios que apoyen a cada grupo, estos voluntarios pueden ser padres de familia, personas de la comunidad o estudiantes de niveles superiores. No es necesario que los voluntarios dominen el tema, puesto que su función será guiar a los grupos sobre la tarea o actividad que deben realizar en determinada mesa, además de informar el tiempo si los estudiantes lo piden.

En cada mesa o actividad los estudiantes de cada grupo se irán turnando para desenvolver la función de secretario, tomar apunte de las respuestas o facilitar la hoja de registro a sus compañeros.

Las actividades de cada mesa se describen a continuación:

N° mesa	Actividad	Recursos	Producto
1	<p>El bingo del saber</p> <p>En esta mesa, cada estudiante deberá girar la tómbola del juego bingo (tendrá números del 1 al 16) y deberá responder las preguntas propuestas.</p>	<p>Tómbola bingo</p> <p>Cuestionario de preguntas</p> <p>Hoja de registro</p>	<p>Cada grupo tendrá una hoja de registro. En ella buscarán la actividad de la mesa 1. Allí tendrán espacio para escribir los números que se les asignó y las respuestas dadas.</p>
2	<p>Juego cubbísimo de Djeco</p> <p>La idea de este juego es ayudar a fortalecer la visión espacial en los estudiantes, esto como una actividad que también busca trabajar: observación, concentración, prueba-error y autocorrección.</p> <p>Se presentará a los estudiantes 8 tarjetas, cada estudiante escogerá una tarjeta y deberá construir lo que la tarjeta presenta. Para ello nos podemos valer del siguiente video: https://youtu.be/bQXpsuPM23w</p>	<p>Juego cubbísimo de cualquier marca o realizado a través de papiroflexia.</p>	<p>Esta mesa estará a cargo del docente, aquí llevará un registro anecdótico de cada estudiante para registrar observaciones para después apoyar y guiar individualmente.</p> <p>El producto será la construcción.</p>
3	<p>Organizando nuestros poliedros</p> <p>En la mesa se presentarán todos los poliedros contruidos a través de papiroflexia, carteles y marcadores. El grupo deberá organizar los poliedros y escribir en los carteles de tal manera que formen un organizador gráfico de la clasificación de los poliedros.</p>	<p>Poliedros contruidos a través de papiroflexia</p> <p>Carteles de cartulina</p> <p>Marcadores</p>	<p>En la hoja de registro el secretario tomará apuntes del organizador gráfico que construyeron.</p>
4	<p>Yo puedo</p> <p>En esta mesa se presentará reglas, cinta métrica, lápices, hojas y un objeto a los estudiantes. El objeto tendrá la siguiente forma y medidas:</p>  <p>Deberán hallar el volumen del objeto, para ello podrán hacer uso de la calculadora.</p>	<p>Objeto con las medidas correctas</p> <p>Reglas</p> <p>Cinta métrica</p> <p>Lápices</p> <p>Hojas en blanco</p>	<p>Se adjunta las hojas en donde registraron y fueron realizando todos los cálculos.</p>
5	<p>Construyendo</p> <p>En esta mesa se presentarán dos poliedros contruidos a través de papiroflexia: cubo y dodecaedro.</p> <p>Cada grupo lanzará un dado gigante diseñado para obtener como respuesta la imagen de un cubo o un dodecaedro. El poliedro que salga deberá ser construido a través de módulos. Además, deberá señalar el número de aristas, vértices y caras que posee dicho poliedro.</p>	<p>Hojas de colores de doble faz</p> <p>Dado gigante</p> <p>Hoja de registro.</p>	<p>Poliedro elegido y hoja de registro.</p>

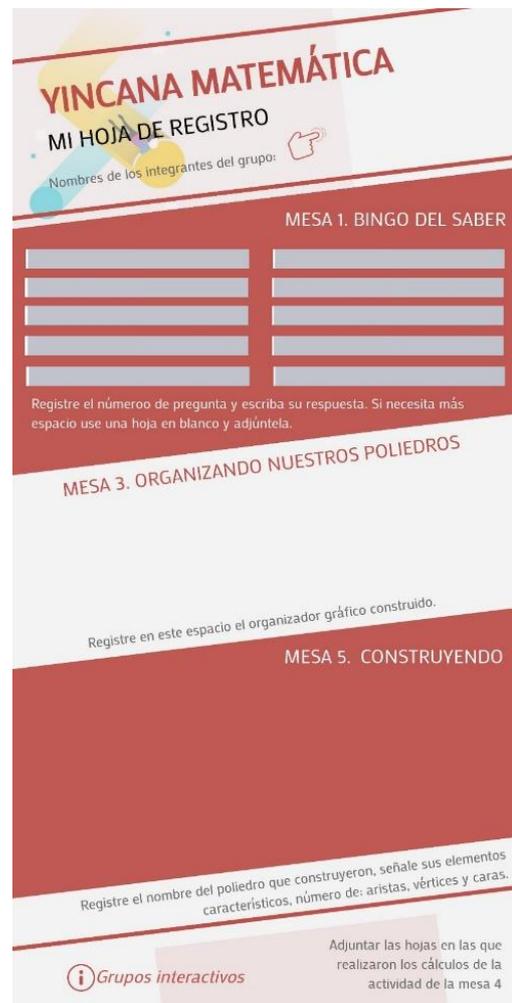
Recursos: tómbola bingo, cuestionario de preguntas, hoja de registro, juego cubbísimo de cualquier marca o realizado a través de papiroflexia, poliedros contruidos a través de

La enseñanza de la Geometría de poliedros en 2° de ESO a través de ABP como metodología didáctica

papiroflexia (cubo, tetraedro, octaedro, dodecaedro, icosaedro, prisma triangular, prisma cuadrangular, prisma pentagonal, prisma hexagonal, pirámide cuadrangular, pirámide pentagonal, pirámide hexagonal), carteles de cartulina, marcadores, reglas, cinta métrica, lápices, hojas en blanco y hojas de colores de doble faz.

Duración de la actividad: 2 periodos de 45 minutos cada uno.

Evaluación de la actividad: se irán evaluando los productos de cada grupo. Además, se evaluará la tarea enviada a casa para realizar un seguimiento individual.



Cuestionario del Bingo del Saber y hoja de registro. (Elaboración propia).

Anexo Q. Tarea a casa para después de la Yincana Matemática

POLIEDROS



Manos a la obra. Tu propio poliedro mural. Vamos a dibujar y pintar un en la plantilla de un poliedro para crear tu propia obra de arte.

¡Juguemos !
Escoge un poliedro irregular. Podrás construir tu propio mural, tu propia obra de arte.

Paso 1. Manos a la obra
Dibujar la plantilla para construir el poliedro elegido. Para este paso puedes acceder a GeoGebra para verificar que tu plantilla funcione y tenga las medidas adecuadas.

Paso 2. A contruir
Es momento de construir tu poliedro. Pero antes, debes dibujar y pintar sobre uno de los lados de la plantilla. Puedes escoger cualquier tema para realizarlo. Utiliza cartulina de color balanco, para que el mural sobresalga.

Paso 3. Vamos a medir
Vuelve a tomar medidas de tu poliedro. Señala los elementos característicos, toma apuntes del número de aristas, vértices y caras.

Paso 4. Es momento de calcular
Es momento de calcular el área y volumen de tu obra de arte.

Registro de mis avances

Paso 1 Paso 2 Paso 3 Paso 4

Tarea a casa. (Elaboración propia).

Anexo R. Juego de la ruleta



Ruleta para juego. (Elaboración propia).

Para la dinámica cada grupo girará la ruleta y se establecerá el orden de participación en dependencia de los resultados (del menor al mayor).

Anexo S. Rúbricas de evaluación

Rúbrica de coevaluación de trabajo en grupo

Nombre del grupo: _____

Evaluable/a: _____

Criterios de evaluación	4	3	2	1
Compromiso	Asistió de manera puntual a las reuniones del grupo de trabajo. Siempre asiste con el material necesario.	Asistió a todas las reuniones del grupo, con pequeños retrasos. Siempre asiste con el material necesario.	Estuvo ausente en algunas reuniones del grupo de trabajo. No da aviso de su ausencia, ni envía el trabajo o material asignado.	No asiste a la mayoría de reuniones del grupo de trabajo, cuando asiste no trae material o trabajo asignado.
Responsabilidad	En las sesiones de trabajo: realiza su trabajo responsablemente.	Durante las sesiones de trabajo distraía un poco el trabajo de los demás antes de ponerse a hacer su labor.	Durante las sesiones de trabajo, busca hacer otras actividades no planificadas. Sin embargo, lleva a cabo sus tareas.	Hacia lo mínimo indispensable y esperaba a que otros miembros le recordaran su función.
Contribución	Aportó información valiosa en la constitución del trabajo excediendo aún lo asignado.	Llevó a cabo la investigación asignada y la procesó de manera adecuada al proyecto.	“Hizo su parte” investigando aunque procesó muy poco la información obtenida.	Se limitó a copiar y pegar información de las fuentes requeridas.
Cooperación	Compartía y aceptaba puntos de vista, ideas y sugerencias.	No compartía alguna información importante. Le costaba escuchar aunque finalmente aceptaba sugerencias.	No aportaba ideas y se limitó a aceptar los puntos de vista de los demás.	Buscaba un tanto “imponer su voluntad.” Después de algunas discusiones aceptaba sugerencias.
Respeto	Su trato a los demás fue siempre amable y hasta cierto punto cariñoso.	Se condujo con respeto durante toda la tarea aunque un poco alejado.	Le costaba escuchar. Discutía constantemente.	Criticaba el trabajo de los demás aunque lo hizo con cautela.

Rúbrica de coevaluación. Fuente: <https://slideplayer.es/slide/1099578/>

Rúbrica de autoevaluación de trabajo en grupo

Criterios de evaluación	4	3	2	1
Compromiso	Realmente estaba comprometido con el trabajo y con el grupo. Di lo mejor de mí.	Mis retardos o falta de material / trabajo fueron menores y justificados.	Estuve ausente en algunas reuniones y no di aviso de ello.	Llegaba tarde y los trabajos pendientes los hice "de última hora"
Responsabilidad	Cuando asistí a las sesiones de trabajo yo llegué a trabajar.	Con el equipo en ocasiones hice bromas pero me puse a trabajar y cumplí mi parte.	La verdad me la pasaba jugando pero al final hice lo que me tocaba.	Pues hice lo que pude y nada más.
Contribución	Hice más de lo que se me solicitó y ayudé mucho al trabajo.	Aporté lo que me tocaba y lo hice muy bien.	No entendí mucho de lo que traje pero lo traje todo.	A decir verdad, visité la página y traje lo importante.
Cooperación	Aporté y me aportaron. Aprendí y enseñé a la vez.	Lo que yo conseguí me costó compartirlo. Me costó aceptar sabiendo que yo estaba bien.	La verdad no entendía mucho y para qué dar ideas. Mejor dejé que otros aportaran.	No disfruté el trabajo. Me tocó ceder casi siempre y yo tenía razón.
Respeto	Trabajar con este equipo me ayudó a respetar y a respetarme. Además desarrollé cierto afecto por ellos.	No puedo decir que todos me caen bien pero siento que trabajé bien con todos.	Me costó trabajo este proyecto. Hay muchos que la verdad no saben trabajar.	La verdad algunos no saben hacer las cosas bien. Pero no se los dije y si lo hice lo hice disimuladamente.

Rúbrica de coevaluación. Fuente: <https://slideplayer.es/slide/1099578/>

Anexo T. Taller para preparar la presentación final

Taller “Rimay: compartamos nuestras ideas”

Objetivo didáctico:

Preparar el discurso expositivo para la presentación del proyecto y su producto final.

Competencias: competencia lingüística, conciencia y expresiones culturales.

Contenido: Técnicas para hablar en público y lecciones de escritura de un discurso.

Recursos: cuaderno de tareas, esferos y lápices.

Desarrollo del taller: el taller “Rimay: compartamos nuestras ideas” se desarrollará en dos sesiones no continuas, una sesión de dos periodos y otra de un periodo. La idea es que entre sesión y sesión los estudiantes trabajen en la redacción de manera autónoma en cada uno de sus grupos. A continuación, detallaremos las actividades a realizar:

Actividad 1. Introducción a la temática (40 minutos)

La actividad iniciará con breves preguntas a los estudiantes sobre sus experiencias previas hablando en público, por ejemplo ¿Cómo se sienten?, ¿cómo creen que les fueron en esas experiencias? Luego de esto, se presentará un breve marco conceptual sobre hablar en público. A continuación, se presentarán técnicas y consejos para escribir el guión de una presentación y seguido de esto, se presentarán técnicas para hablar en público. Los estudiantes deberán tomar apuntes en su cuaderno de la asignatura.

Actividad 2. Ejercicio práctico: redactar el guion de su presentación (50 minutos)

Para esta actividad los estudiantes deberán organizarse en grupos en los que se encuentran desarrollando el proyecto. Cada grupo deberá realizar una lluvia de ideas creando una lista de ideas puntuales que quieren transmitir en su presentación. El docente, con preguntas reflexivas, guiará a los estudiantes a ideas concretas sobre el tema a presentar en el guión final. Luego de esto, deberán organizar sus ideas de una manera lógica, tratando de enlazar todas sus ideas de manera que al construir el guión, este tenga una secuencia lógica y fluida.

Actividad 3. Trabajo grupal autónomo

A partir de lo trabajado en la sesión anterior, cada grupo deberá argumentar cada una de sus ideas para finalizar la elaboración del guión del discurso expositivo para su presentación, este debe tener cohesión y coherencia no mayor a dos páginas.

Actividad 4. Ensayo de presentación oral (45 minutos)

A modo de ensayo para la presentación de las propuestas trabajadas, cada grupo deberá exponer su trabajo basándose en el guión que elaboraron. Cada grupo tendrá 10 minutos, para la retroalimentación se evaluará tanto el guión del discurso y la expresión oral de los participantes en función de las técnicas y consejos vistos en el taller. A continuación, se presenta la rúbrica con al que se evaluara esta actividad:

Indicador	Criterio	Insuficiente	En desarrollo	Competente	Sobresaliente
Guión	Coherencia y cohesión	El texto no presenta coherencia ni cohesión	El texto presenta coherencia, pero le falta cohesión entre varios párrafos.	El texto es coherente, pero presenta mínimos errores de cohesión y	EL texto completo presenta coherencia y cohesión entre sus párrafos.
	Argumentación de ideas	Las ideas presentes en el texto no son argumentadas correctamente.	Argumenta las ideas, pero no lo hace correctamente.	Argumenta las ideas de buena manera, pero no las desarrolla adecuadamente.	Las ideas presentes en el texto son argumentadas correctamente.
	Estructura del texto	El texto no presenta las técnicas de escritura recomendadas.	EL texto presenta pocas tecinas de escritura recomendadas.	El texto presenta las técnicas de escritura recomendadas, pero no las desarrolla correctamente.	El texto presenta Y desarrolla adecuadamente las técnicas de escritura recomendadas.
	Ortografía	EL texto presenta 10 o más errores ortográficos de acentuación, escritura y puntuación.	EL texto presenta entre 7 y 9 errores ortográficos de acentuación, escritura y puntuación.	EL texto presenta entre 4 y 6 errores ortográficos de acentuación, escritura y puntuación.	El texto presenta entre 0 y 3 errores de acentuación, escritura y puntuación.
Presentación oral	Vocalización	Al momento de hablar comete errores de pronunciación y vocalización.	Tiene errores de pronunciación, pero vocaliza bien.	Comete pocos errores de pronunciación y vocaliza correctamente.	Pronuncia y vocaliza correctamente las palabras.
	Entonación	El tono de voz es muy bajo y no se le escucha.	El tono de voz es bajo y en ocasiones no se escucha.	El tono de voz tiene altibajos durante la exposición, pero se logra entender.	El tono de voz es adecuado durante toda la exposición.

	Postura	Durante su exposición no se para adecuadamente frente al público.	En momentos se olvida de su postura y da la espalda al público.	Su postura es adecuada, pero por ocasiones no se dirige al público.	Su postura es adecuada y se dirige al público constantemente.
	Tiempo	No utiliza el tiempo establecido.	No logra terminar su presentación en el tiempo establecido.	Utiliza el tiempo establecido, pero termina con prisas.	Utiliza adecuadamente el tiempo establecido.

Anexo U. Rúbrica de evaluación de presentación y producto final

Rúbrica de evaluación de presentación final

Criterio	Insuficiente	En desarrollo	Competente	Sobresaliente
Vocalización	Al momento de hablar comete errores de pronunciación y vocalización.	Tiene errores de pronunciación, pero vocaliza bien.	Comete pocos errores de pronunciación y vocaliza correctamente.	Pronuncia y vocaliza correctamente las palabras.
Entonación	El tono de voz es muy bajo y no se le escucha.	El tono de voz es bajo y en ocasiones no se escucha.	El tono de voz tiene altibajos durante la exposición, pero se logra entender.	El tono de voz es adecuado durante toda la exposición.
Postura	Durante su exposición no se para adecuadamente frente al público.	En momentos se olvida de su postura y da la espalda al público.	Su postura es adecuada, pero por ocasiones no se dirige al público.	Su postura es adecuada y se dirige al público constantemente.
Tiempo	No utiliza el tiempo establecido.	No logra terminar su presentación en el tiempo establecido.	Utiliza el tiempo establecido, pero termina con prisas.	Utiliza adecuadamente el tiempo establecido.
Dominio los contenidos relacionados con Geometría de poliedros	No conoce los contenidos relacionados con la Geometría de poliedros. No logra responder las preguntas que se le formulan.	Conoce los contenidos de Geometría de poliedros, pero no lo domina. Logra responder algunas de las preguntas que se le formulan.	Domina los contenidos relacionados con la Geometría de poliedros pero no logra responder todas las preguntas que se le formulan.	Domina los contenidos relacionados con la Geometría de poliedros y responde las preguntas que se le formulan.

Rúbrica de evaluación de producto final

Criterio	Insuficiente	En desarrollo	Competente	Sobresaliente
Calidad de la construcción	La construcción se ve descuidada. Los objetos parecen estar ubicados al azar y no son pertinentes al objetivo del proyecto.	Se evidencia atención en la construcción. Los objetos son pertinentes al objetivo del proyecto.	Se evidencia una construcción cuidadosa. La mayoría de objetos son pertinentes al objetivo del proyecto.	Se evidencia esmero y cuidado en la construcción. Los objetos son pertinentes al objetivo del proyecto.
Relación con el tema de estudio	No presenta objetos visuales en correspondencia con el tema de estudio.	Presenta pocos objetos visuales en correspondencia con el tema de estudio.	Presenta algunos objetos visuales en correspondencia con el tema de estudio.	Presenta objetos visuales en correspondencia al tema de estudio.
Creatividad y originalidad	Los objetos utilizados en la construcción no reflejan creatividad y originalidad en su presentación.	Pocos objetos utilizados en la construcción reflejan creatividad y originalidad en su presentación.	La mayoría de objetos utilizados en la construcción reflejan creatividad y originalidad en su presentación.	Los objetos utilizados en la construcción reflejan creatividad y originalidad en su presentación.
Relación con el diseño de construcciones ecológicas	La construcción no contempla propuestas ecológicas.	La construcción contempla algunas propuestas ecológicas en cuanto a los materiales utilizados.	La construcción contempla propuestas ecológicas en cuanto a los materiales utilizados.	La construcción contempla propuestas ecológicas en cuanto a materiales y objetos.
Puntualidad en el plazo de entrega	No presenta el producto en la fecha programada.	Presenta el producto un retraso de más de 2 horas.	Presenta el producto relativamente atrasado.	Cumple con la fecha programada para la entrega.

Anexo V. Encuesta para evaluar la propuesta

Encuesta dirigida a los estudiantes

Objetivo: evaluar la propuesta de enseñanza de la Geometría de poliedros través de Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología didáctica.

Consigna: responda las siguientes preguntas con total sinceridad. Sus datos son confidenciales y serán utilizados exclusivamente con fines académicos. Agradecemos su participación.

Cuestionario

1. ¿Te ha gustado la forma de trabajar?

SI

NO

2. ¿Te gustaría repetir esta metodología de trabajo? ¿Por qué?

3. ¿Cuál ha sido tu experiencia trabajando con tus compañeros en grupos?

4. ¿Crees que las sesiones han sido largas?

5. ¿Te han gustado los talleres compartidos?

6. ¿Qué taller te ha gustado más y cuál menos?

Anexo W. Matriz DAFO



Matriz DAFO. (Elaboración propia).