



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, MATAGALPA

UNAN-FAREM-MATAGALPA

SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Para optar el título de licenciatura en ciencias de la educación con mención en Física
Matemática.

TEMA:

Elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje de Física o Matemática,
educación media, departamento de Matagalpa, segundo semestre 2019.

SUBTEMA:

Proceso de elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje de Sólidos, octavo
grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa, segundo
semestre 2019.

AUTORES:

Br. Magdiel Centeno Pérez
Br. Milton Jackson Rivera Aráuz

TUTORA:

MSc. Mercedes Mendoza Tórrez

Febrero, 2020.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, MATAGALPA

UNAN-FAREM-MATAGALPA

SEMINARIO DE GRADUACIÓN

Para optar el título de licenciatura en ciencias de la educación con mención en Física
Matemática.

TEMA:

Elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje de Física o Matemática,
educación media, departamento de Matagalpa, segundo semestre 2019.

SUBTEMA:

Proceso de elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje de Sólidos, octavo
grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa, segundo
semestre 2019.

AUTORES:

Br. Magdiel Centeno Pérez
Br. Milton Jackson Rivera Aráuz

TUTORA:

MSc. Mercedes Mendoza Tórrez

Febrero, 2020.

Contenido

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	ii
Valoración del tutor.....	iii
Resumen.....	iv
I. Introducción	1
II. Justificación	6
III. Objetivos	7
4. Desarrollo	8
4.1. Elaboración de conceptos matemáticos	8
4.1.1. Proceso de conceptualización	10
4.1.1.1. Abstracción y generalización de conceptos.....	10
4.1.2. Prototipo.....	13
4.1.3. Estructura de los conceptos	17
4.1.4. Etapas de elaboración de conceptos	20
4.1.5. Vías de elaboración de conceptos.....	25
4.1.5.1. Vía inductiva	25
4.1.5.2. Vía deductiva.....	26
4.1.6. Ventajas y desventajas de las vías de elaboración de conceptos.....	26
4.1.7. Tipos de conceptos	27
4.1.7.1. Tipos de conceptos de acuerdo a los criterios de clasificación	28
4.1.7.1.1. Conceptos conjuntivos.....	28
4.1.7.1.2. Conceptos disyuntivos	29
4.1.7.1.3. Conceptos relacionales.....	30
4.1.7.2. Tipos de conceptos de acuerdo a la existencia de ejemplos y no ejemplos	32
4.1.7.2.1. Conceptos denotativos.....	32
4.1.7.2.1.1. Conceptos denotativos concretos.....	32
4.1.7.2.1.2. Conceptos denotativos abstractos.....	33
4.1.8. Criterios de evaluación en el aprendizaje de conceptos	33
4.1.9. Importancia de la elaboración de conceptos	37
4.2. Aprendizaje de los sólidos	37
4.2.1. Aprendizaje por repetición.....	39
4.2.2. Disonancia cognitiva.....	42
4.2.3. Aprendizaje significativo	43
4.2.3.1. Estructura mental cognitiva	43

4.2.4.	Funciones cognitivas del aprendizaje	46
4.2.4.1.	Adaptación	46
4.2.4.1.1.	Asimilación y acomodación	46
4.2.4.1.1.1.	Diferenciación progresiva	47
4.2.4.1.1.2.	Reconciliación integradora	47
4.2.4.2.	Organización.....	49
4.2.5.	Desajuste óptimo.....	50
4.2.6.	Transferencia del aprendizaje.....	51
4.2.6.1.	Tipos de transferencia de aprendizaje	52
4.2.6.2.	Importancia de la transferencia de aprendizaje.....	54
4.2.6.3.	Principios que facilitan la transferencia del aprendizaje	56
5.	Conclusiones	59
6.	Bibliografía	60

ANEXOS

ANEXO 1: Tabla de Operacionalización de variables

ANEXO 2: Encuesta

ANEXO 3: Entrevista

ANEXO 4: Guía de observación.

ANEXO 5: Codificación utilizada en el procesamiento de la encuesta

ANEXO 6: Tabla de resultados de encuestas aplicadas a estudiantes de octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga

ANEXO 7: Tabla de porcentajes de los resultados obtenidos de la encuesta.

ANEXO 8: Tabla de datos obtenidos en la entrevista

ANEXO 9: Datos recopilados mediante la observación a clases

ANEXO 10: Clasificación de sólidos geométricos mediante mapas conceptuales

ANEXO 11: Programa de la signatura de Matemática para la unidad de Sólidos en octavo grado

ANEXO 12: Actividad de aprendizaje referida al concepto de volumen de una pirámide.

ANEXO 13: Construcción del concepto de volumen de una pirámide utilizando la técnica heurística o V de Gowin

ANEXO 14: Actividad de aprendizaje referida al concepto del volumen de un cono

ANEXO 15: Construcción del concepto de volumen de un cono utilizando la V de Gowin

ANEXO 16: Actividad de aprendizaje referida al aprendizaje del concepto de volumen para una esfera

ANEXO 17: Construcción del concepto de volumen de una esfera utilizando la técnica V de Gowin

Dedicatoria

El presente trabajo investigativo está dedicado a Dios, gracias a él hemos logrado llegar hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional.

A nuestros padres, porque son el pilar fundamental en el apoyo, tanto en lo económico como en el aspecto moral, que por sus consejos hacen cada día de nosotros personas de bien.

Agradecimiento

Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, nos permites sonreír en todos los logros que hemos alcanzado durante esta investigación; y ante todas las dificultades presentadas durante este trabajo que fueron pruebas para que mejoráramos como seres humanos, y gracias a esa voluntad suya nos permite crecer en diversas maneras, particularmente en la ámbito humano y vocacional.

Este trabajo de investigación ha sido una gran bendición en todo sentido y te lo agradecemos Padre, como también por tener una gran experiencia dentro de la universidad UNAN-FAREM, Matagalpa y permitir convertirnos en profesionales de lo que tanto nos apasiona.

Agradecemos a cada docente, especialmente a la tutora MSc. Mercedes Mendoza Tórrez, que contribuyeron en nuestra formación académica y profesional que deja como producto terminado un grupo más de graduados, y como recuerdo y prueba viva en el campo formativo, esta investigación que permanecerá dentro de los conocimientos y desarrollo de las generaciones venideras.

Finalmente agradecemos al cuerpo docente que labora en el colegio público Miguel Larreynaga-Matagalpa, por permitirnos penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber; brindándonos aportes trascendentales que se convertirán en el foco de atención para el Ministerio de Educación; y de esa manera centrar las bases para una mejor educación en nuestro país.

Valoración del tutor

Con el Seminario de Graduación “Elaboración de conceptos en el aprendizaje de Física o Matemática, educación media, departamento de Matagalpa, segundo semestre 2019”, abordado desde el subtema: **“Proceso de elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje de Sólidos, octavo grado, turno vespertino, Colegio Público Miguel Larreynaga, Matagalpa, segundo semestre 2019”**, los autores Milton Jackson Rivera Arauz y Magdiel Centeno Pérez, culminan sus estudios de Licenciatura en Ciencias de la Educación con mención en Física – Matemática, en UNAN Managua, Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa.

El presente informe final reúne los requisitos establecidos en el Reglamento de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAN – Managua; la estructura del mismo obedece a lo contemplado en la normativa para esta modalidad de graduación y sus autores han cumplido con la metodología propuesta para desarrollar el seminario de graduación.

Los autores de este trabajo de investigación han dado muestra de constancia, disciplina y dedicación por la temática investigada, presentan un tema de interés pedagógico y de actualidad que servirá en gran manera tanto a docentes de Matemáticas del Colegio Público Miguel Larreynaga, municipio de Matagalpa, como a docentes que imparten dicha asignatura en el nivel básico de secundaria, así mismo a estudiantes de la carrera Física – Matemática de UNAN Managua.

MSc. Mercedes Mendoza Tórrez

Tutora

UNAN – FAREM Matagalpa

Resumen

Esta investigación estudia el proceso de elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje, particularmente el desarrollo de dicho proceso en el aprendizaje de sólidos de octavo grado, turno vespertino del colegio público Miguel Larreynaga, segundo semestre del año escolar 2019. Para ello se analizó dicho proceso considerando los fundamentos teóricos oportunos orientado al aprendizaje de conceptos matemáticos, así mismo los antecedentes investigativos relacionados con dicha temática.

Por otro parte, se debe destacar la relevancia de elaborar conceptos matemáticos con el objetivo de desarrollar aprendizaje significativo, dado que la elaboración de conceptos matemáticos promueve el desarrollo de habilidades de razonamiento que se expresan en procesos como la abstracción y la generalización, de tal manera que el estudiante se convierta en un agente activo en la construcción de conceptos matemáticos, dotándolos de capacidad de razonamientos y pensamiento abstracto con capacidad de generalizar tales conceptos en otros contextos de aprendizaje, de lo contrario, el aprendizaje de la Matemática queda reducida en un proceso de simplista y simplificado, carentes de una sólida fundamentación conceptual.

Así mismo se obtuvieron como principales resultados la ausencia de procesos como la abstracción y generalización basándose en los principales antecedentes teóricos consultados en esta investigación, de igual manera, la falta de procesos cognitivos de aprendizaje de conceptos matemáticos mediante el diseño de categorías conceptuales por diferenciación progresiva y reconciliación integradora, lo que conduce a la inhibición actividades de transferencia de aprendizaje, dado que esta última corresponde a la adquisición del principio de abstracción en cuanto a su estructura profunda de ejecución.

I. Introducción

Esta investigación se refiere al proceso de elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje, particularmente la elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje de sólidos en octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga, segundo semestre 2019, en la cual se contemplan los procedimientos elementales que se desarrollan en la elaboración de conceptos matemáticos y los procesos establecidos por las teorías de aprendizaje desde el enfoque cognitivo.

Esta investigación se realizó en consonancia con los siguientes antecedentes investigativos correspondiente con el proceso de elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje.

Citando a Fernández, Cruz y González (2017), durante un estudio realizado en México titulado La formación de conceptos matemáticos: consideraciones teóricas y metodológicas, exponen las consideraciones teóricas en las que se fundamenta el proceso metodológico de formación de conceptos, las vías de elaboración de conceptos, los tipos de conceptos, la estructura y la importancia de dicho proceso en la enseñanza-aprendizaje de la Matemática.

Por otro lado, González (2005) mediante un trabajo científico realizado en Venezuela, el cual se titula Algunas cuestiones básicas acerca de la enseñanza de conceptos matemáticos, especifica las teorías generales de cómo se construye el conocimiento matemático a partir de la adquisición de conceptos. Estas teorías corresponden a la naturaleza de los conceptos, sus funciones, sus interpretaciones teóricas, las clasificaciones de tales conceptos, factores que afectan el proceso de adquisición de conceptos, y, así mismo se plantean consideraciones teóricas en relación a las estrategias de enseñanza de los conceptos en general y adaptado al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática.

De igual manera, Camargo, Leguizamón y Samper (2002), realizaron un artículo científico en Colombia titulado La construcción de conceptos: una actividad importante para desarrollar razonamiento en Geometría. En el mismo los autores explican cómo se puede desarrollar el razonamiento matemático mediante tareas de

conceptualización en Geometría, donde dicho trabajo se fundamenta en las teorías de Van Hiele en las cuales consiste en la ejemplificación de respuestas durante actividades de conceptualización para determinar los niveles de razonamiento desarrollados, de manera que dicho trabajo se sugiere como un enfoque alternativo basado en el desarrollo del razonamiento, implícito en el proceso de conceptualización, frente a un progresivo reduccionismo en el aprendizaje de la Geometría.

Sin embargo, en el contexto nacional no se localizaron trabajos científicos relacionado con la elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje de sólidos, por tal motivo esta temática se consideró como objeto de estudio en esta investigación.

En vista de ello se desarrolló esta investigación con el objetivo de analizar el proceso de elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje de sólidos en la institución referida, específicamente la descripción de dicho proceso y la determinación de los procesos cognitivos desarrollados en el aprendizaje de sólidos.

En cuanto a la metodología utilizada en el desarrollo de esta investigación se detalla lo siguiente:

Sintonizando con Hernández, Fernández y Baptista (2014), se consultó las fuentes teóricas en cuanto a la metodología de investigación realizada.

Esta investigación es de tipo descriptiva, en vista de que las variables se limitan a la descripción del tema en estudio: Elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje de sólidos.

Así mismo dicha investigación adopta un enfoque cuantitativo con algunos elementos del enfoque cualitativo, es cuantitativo dado que la información recolectada podrá expresarse numéricamente mediante el registro y la organización de técnicas estadística de los datos obtenidos en relación a la cantidad de estudiantes que desarrollan habilidades de pensamiento en la elaboración de conceptos en el aprendizaje de sólidos, y cualitativa puesto que se tomarán en cuenta las características evidenciadas en relación al tema de investigación, es decir se aplicarán instrumentos de carácter cualitativos, como la entrevista y observación, con el objetivo de describir el proceso de elaboración de conceptos matemáticos relacionados a los sólidos, de manera que se respondan las preguntas directrices.

La población seleccionada para este trabajo investigativo la conformaron los estudiantes que están cursando octavo grado, turno vespertino del colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa, segundo semestre 2019, lo cual es coherente con lo expresado por Gutiérrez y Vladimirovna (2016) al definir población “al conjunto de elementos de un tipo particular cuyo conocimiento es de nuestro interés” (p. 4).

La definición de muestra adoptada en esta investigación sintoniza con la expresada por Gutiérrez y Vladimirovna (2016): “se llama muestra a cualquier subconjunto de la población...” (p.4).

El tamaño de la muestra de estudiantes, cuando se conoce la población de los mismos, se calculará a partir de la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{Npq}{(N - 1)D + pq}$$

Mendenhall y Scheaffer (1987)

Donde:

$$D = \frac{B^2}{4} \text{ y } q = 1 - p$$

B : es el margen de error considerado.

p : representa la Variabilidad Positiva (o probabilidad de aceptación).

q : representa la Variabilidad Negativa (o probabilidad de rechazo).

N : población de individuos.

n : muestra de individuos

Cuyo valor para el margen de error B en esta investigación es de 0.075, es decir $B = 0.075$, la población N de estudiantes de octavo grado es de 63 ($N = 63$). En vista de que no se cuenta con información anterior en relación al estudio de esta temática, se elige un una variabilidad positiva p de 0.5 ($p = 0.5$) y, en consecuencia, la variabilidad negativa q es de 0.5 ($q = 0.5$).

El valor de D (en esta investigación) se obtiene: $D = \frac{B^2}{4} = \frac{(0.075)^2}{4} = 0.00140625$

Considerado el concepto de muestreo como métodos de obtención de muestras (Gutiérrez y Vladimirovna, 2016), el procedimiento para el cálculo de la muestra estudiantil utilizado en esta investigación corresponde al muestreo estratificado y muestreo aleatorio simple.

Muestreo utilizado: muestreo estratificado y muestreo aleatorio simple.

Conociendo que la población de estudiantes de octavo grado es de 63. Éstos se encuentran estratificados en grupos que corresponden a:

1. Grupo 1: Octavo grado C
2. Grupo 2: Octavo grado D

Donde el grupo 1 (G_1) tiene una subpoblación N_1 de 36 estudiantes ($N_1 = 36$), el grupo 2 (G_2) tiene una subpoblación de 27 estudiantes ($N_2 = 27$):

$$N_1 = 36; N_1 \subset N \Rightarrow G_1$$

$$N_2 = 27; N_2 \subset N \Rightarrow G_2$$

El cálculo de la muestra de la población N se realiza aplicando la ecuación expresada en el apartado anterior (muestra), así que:

$$n = \frac{Npq}{(N-1)D + pq} = \frac{(63)(0.5)(0.5)}{(62)(0.00140625) + (0.5)(0.5)} = \frac{15.75}{0.3372} = 46.70$$

$$n \approx 47.00$$

Por consiguiente, se elige las muestras de cada subpoblación, denominadas submuestras, en los estratos especificados anteriormente de la manera siguiente:

$$\text{En } G_1: n_1 = \frac{N_1}{N} \cdot n = \frac{36}{63} \cdot 47 = 0.57 \cdot 47 = 26.79 \approx 27$$

$$\therefore n_1 = 27$$

$$\text{En } G_2: n_2 = \frac{N_2}{N} \cdot n = \frac{27}{63} \cdot 47 = 0.43 \cdot 47 = 20.21 \approx 20$$

$$\therefore n_2 = 20$$

De manera que:

$$n = n_1 + n_2 \quad \{La\ suma\ de\ las\ submuestras\ es\ igual\ a\ la\ muestra\}$$

$$n = 27 + 20 = 47$$

Conociendo los datos referentes a la muestra y a los datos correspondientes a los estratos (subpoblaciones), posteriormente se realizó un muestreo aleatorio simple en cada subpoblación para elegir a la cantidad de estudiantes que colaboraron con la disposición de información en cuanto al tema de estudio abordado en esta investigación.

Finalmente, basándose en la información procesada y organizada, se procedió con la realización de análisis de la información, mediante la comparación de los datos procedentes de la encuesta aplicada a los estudiantes de octavo grados, observaciones de clases y entrevista a docente de dichos grados, de modo que se obtuvieran resultados en conformidad con la objetividad y veracidad de los datos previamente procesados en programas de Microsoft Office como Excel y Word.

II. Justificación

Esta investigación corresponde al estudio de elaboración de conceptos en el aprendizaje de las matemáticas, destacando aspectos esenciales del mismo. Conviene especificar que el estudio se realizará en la construcción de conceptos en la unidad de sólidos geométricos, es decir contemplar los procedimientos que se deben cumplir para que el estudiante elabore adecuadamente los conceptos relacionados con sólidos, de tal modo que logre adquirir el esquema conceptual más apropiado relacionado a esta unidad, adquiriendo un aprendizaje más significativo y en la medida de lo posible sea capaz de transferirlo a otras situaciones de aprendizaje.

En sintonía con lo declarado anteriormente esta investigación tiene como propósito describir las características evidenciadas en la construcción de conceptos de cuerpos geométricos en el centro de secundaria colegio público Miguel Larreynaga.

La relevancia de esta temática radica en la tesis de que la construcción adecuada de los conceptos matemáticos propicia un aprendizaje más significativo y así mismo desarrollar capacidades abstracción y generalización, lo que implica que el estudiante es capaz de discernir lo que es un concepto en sí mismo y la representación de dicho concepto.

La consideración del principio enunciado anteriormente es sustancialmente determinante para el aprendizaje de los demás conceptos de un nivel de mayor abstracción.

Esta investigación presenta los principios generales, independientemente de que área se trabaje, de construcción de conceptos en el aprendizaje de Matemática lo cual es útil en cuanto a la metodología de enseñanza que dispondría el docente, así mismo, especialmente, a los estudiantes que son los constructores de los conceptos matemáticos y aportarán más significado al aprendizaje de conceptos geométricos del espacio.

III. Objetivos

Objetivo general.

Analizar el proceso de elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje de Sólidos, octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa, segundo semestre 2019.

Objetivos específicos:

1. Describir el proceso de elaboración de conceptos matemáticos en relación al contenido de sólidos.
2. Determinar los procesos cognitivos desarrollados en el aprendizaje de sólidos.
3. Proponer actividades de aprendizaje mediante el uso de la técnica heurística o V de Gowin en el aprendizaje de volúmenes de los sólidos.

4. Desarrollo

4.1. Elaboración de conceptos matemáticos

Definición de concepto

Un fuerte componente jerárquico constituye la estructura de los conocimientos matemáticos (Espasa, 2002) y dichos conocimientos son precisamente conceptos, estas dos características constituyen fundamentalmente la estructura del conocimiento Matemático, es decir las teorías matemáticas se estructuran por un conjunto de conceptos definidos formalmente y que de alguna forma éstos están relacionados de forma jerárquica según el nivel de abstracción y formalidad que posean.

En consecuencia, la Matemática es fundamentalmente conceptual desde el punto de vista epistemológico, es decir los conocimientos son conceptos que están estructurados de acuerdo a criterios de clasificación y relacionadas de acuerdo a ciertas reglas lógicas, por ello mismo es importante considerar explícitamente la definición de concepto en sentido amplio, así que en palabras de Cruz (2002) “por concepto se entiende el reflejo mental de una clase de cosas, proceso o relaciones de la realidad o de la conciencia, sobre las bases de sus características invariables” (p. 55).

En sintonía con lo anterior los conceptos son ideas percibidas de manera intuitiva que reflejan o representan las características intrínsecas que tienen en común un conjunto de objetos, fenómenos y procesos.

Contrastando con lo expresado por el docente de Matemática de octavo grado, del colegio público Miguel Larreynaga, la cual define un concepto matemático como “la idea o descripción de una figura o ejemplo matemático”. De manera que dicha definición se aproxima a la expresada por Cruz (2002).

Es importante la comprensión del significado epistemológico de los entes matemáticos, en vista de que las concepciones epistemológicas que se ostentan sobre los conceptos matemáticos, dichas concepciones influyen directamente en el aprendizaje de conceptos matemáticos, los cuales se manifiestan sutilmente durante el aprendizaje, originando ambigüedades dependiendo de qué tan claros sean sus fundamentos matemáticos.

La mente capta estos conceptos de manera espontánea, sin que medie algún tipo de razonamiento cuando se trata de conceptos primitivos, esta declaración sugiere una implicación didáctica importante en el aprendizaje de la Matemática: la distinción de lo que es un concepto en sí mismo y la representación de dicho concepto.

Por ejemplo, si se consideran las características de un conjunto finito de estímulos como una caja, un edificio, un balón de football, una columna de edificio, construcciones megalíticas antiguas como las de la civilización egipcia entre otras, la mente capta intuitivamente la idea de una característica principal que tiene en común: todos los objetos mencionados anteriormente están formados en una misma región llamada espacio, y esta idea es un concepto geométrico, luego convencionalmente se le asigna un nombre (representación verbal) a dicho concepto denominado sólido y un símbolo (o representación gráfica).

De manera que los objetos mencionados anteriormente representan la característica de un sólido, y luego de distinguir dicha característica de las demás características de sólido se convierte en un concepto formal.

Cabe destacar que la palabra “sólido” no es el concepto, sino la representación verbal del concepto, de la idea; es la información que se intuye y se le asigna significado; de manera que son procesos mentales; “intangibles”.

Esta cualidad de la Matemática refleja que a medida de que los procesos cognitivos evolucionan desde una etapa cognitiva concreta hasta una etapa cognitiva abstracta y formal, en la misma medida también el aprendizaje de conceptos matemáticos se sugiere que inicie desde dicha etapa concreta hasta una condición de mayor abstracción, de modo que la obtención del conocimiento matemático consiste en una simplificación de la realidad, específicamente de estímulos, mediante un proceso lógico-formal de **conceptualización**, el cual se manifiesta fundamentalmente en procesos como la abstracción y la generalización de las características de fenómenos u objetos.

En el proceso de conceptualización o formación de conceptos se tiene como objetivo que el estudiante adquiera el concepto mediante la construcción del mismo. De modo que la conceptualización se basa específicamente en el modelo de formación de conceptos, en el cual, según Ausubel, Novak y Hanesian (1998), “la formación de

conceptos consiste esencialmente en un proceso de abstraer las características comunes y esenciales de una clase de objetos o acontecimientos que varían contextualmente, en otros aspectos que no atañen al criterio o a lo largo de dimensiones aparte de la que se está explorando” (p. 96).

En consecuencia, el proceso de formación de conceptos se basa en aislar mentalmente atributos que tienen en común una determinada clase de objetos o acontecimientos con hechos similares.

De manera que se pueda percibir la idea de la característica separada de las demás, de tal forma que se logre captar por separado esa idea, en estas condiciones se puede hablar de tal idea como un concepto, a causa de la realización de actividades intelectuales como la comparación, la diferenciación, la elaboración de hipótesis, la abstracción y generalización de cualidades. Desde otra óptica se puede definir el proceso de formación de conceptos como un modelo estratégico de adquisición de conceptos.

Así que de acuerdo con Eggen y Kauchak (2005) “el modelo de adquisición de conceptos es una estrategia de enseñanza inductiva, diseñada para ayudar a los alumnos de todas las edades a reforzar su comprensión de los conceptos y a practicar la examinación de hipótesis” (p.148).

Por lo tanto, la adquisición de conceptos se adhiere al enfoque de que el conocimiento se construye a partir de las concepciones que tiene los alumnos respecto a los mismos. Estas concepciones se convierten en hipótesis, y es el eje elemental en el cual girarán las demás actividades de aprendizaje de conceptos. Esto sintoniza con la naturaleza de la adquisición del conocimiento, donde este último se aprende desde una etapa sensorialmente concreta.

4.1.1. Proceso de conceptualización

4.1.1.1. Abstracción y generalización de conceptos

El proceso de conceptualización o proceso de formación de conceptos de acuerdo con Ausubel, Novak y Hanesian (1998) implica fundamentalmente el desarrollo de procesos cognitivos como la abstracción y la generalización anteriormente mencionados, que son procesos que se desarrollan sistemáticamente por una serie de

etapas, de tal manera que se pueda construir el concepto aportando mayor significado a la información en cuestión.

No obstante, en conformidad con CULTURAL (2000) la abstracción es una operación que consiste en aislar mentalmente las características comunes de un conjunto de estímulos, tal como se realizó en el ejemplo mencionado anteriormente sobre los sólidos. Para ello la abstracción se divide en operaciones como la identificación, comparación y la clasificación de las características de los estímulos en estudio.

Luego que se identifican esas características comunes de los objetos se comparan las de uno con otros, de modo que se puedan clasificar de acuerdo algún criterio determinado por la idea abstraída, posteriormente se adquiere la comprensión de las características de manera individual formando así el concepto, este último sirve de criterio para clasificar a objetos en una categoría conceptual, de acuerdo si tales objetos poseen o no poseen dicho concepto.

Con respecto a esta teoría, durante las primeras dos observaciones de clases no se manifestó actividades de identificación de características comunes en los sólidos, así mismo no se establecieron criterios de clasificación de conceptos sobre sólidos mediante características relevantes.

De igual manera en la tercera clase observada no se evidenció los procesos de abstracción expresados a través de la identificación, comparación y clasificación de características comunes en los sólidos en estudio, dado que el estudio de estos conceptos geométricos se desarrolló en un tiempo relativamente breve (aproximadamente una semana).

Es importante resaltar que “para que se produzca el aprendizaje de conceptos, se requiere de capacidades de discriminación, es decir de apreciación de diferencias entre estímulos” (Gibson y Gibson, 1955; Gibson, 1969; citado por Océano, 2000, p. 298).

La discriminación es una de las capacidades principales dentro del aprendizaje de conceptos matemáticos, dado que permite apreciar las características comunes y no comunes de un conjunto de estímulos u objetos.

El desarrollo de tal capacidad conduce a la identificación de patrones matemáticos ya sean en el desarrollo de una operación, en las propiedades de objetos geométricos o de relaciones lógicas entre conceptos.

En consecuencia, el estudiante puede elaborar conjeturas matemáticas a medida que se integran nuevas categorías conceptuales producto de la discriminación e ir intuyendo posibles conceptos.

Retomando el ejemplo anterior, luego de adquirir el concepto de sólido en tales objetos, se pueden identificar otras características de estos últimos, por ejemplo, si se consideran las figuras que forman la pared de un edificio, el lado lateral de una caja o la superficie de un balón de football, dichos objetos se pueden clasificar atendiendo al atributo de si las superficies de los objetos son planas o curvas, de tal manera que dicho atributo se convierte en un concepto, en vista de que se han aislado otras características como el tamaño, color, tipo de material, entre otras. Por lo tanto, los atributos de superficies planas y superficies curvas son subcategorías conceptuales.

El proceso de categorización se puede extender o realizar de diferentes maneras de acuerdo a la cantidad o tipo de atributo que se elija durante el proceso.

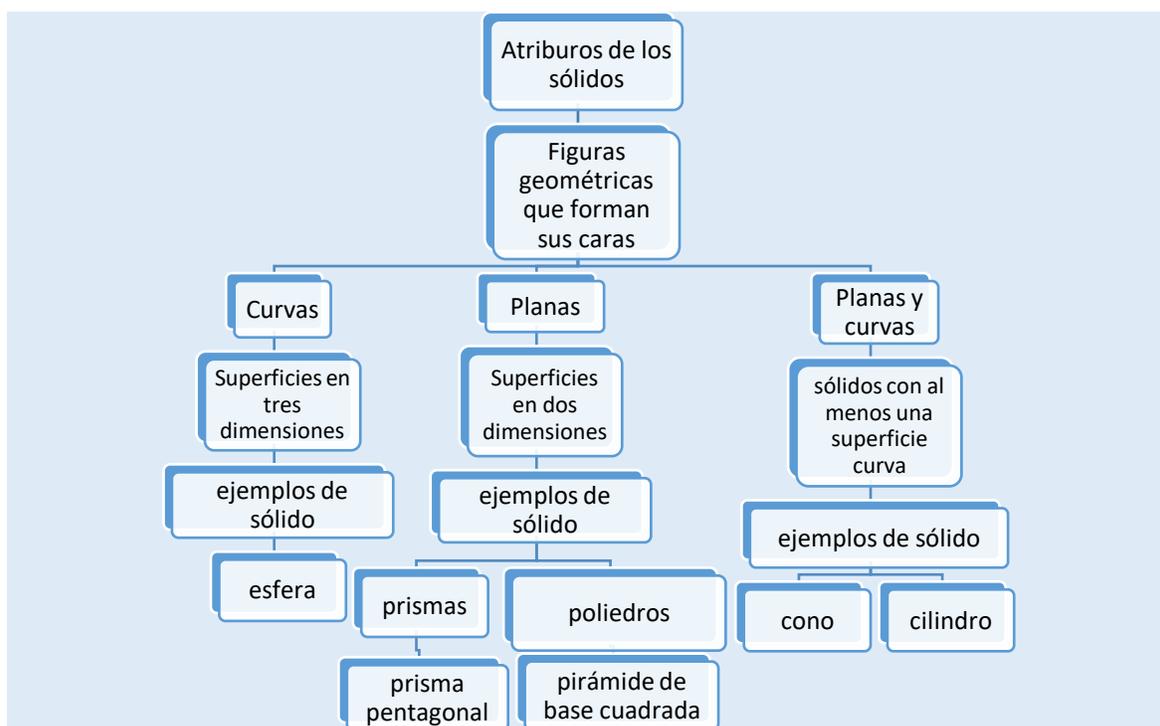


Ilustración 1: Ejemplo de un sistema de categoría conceptual en base a los atributos de un sólido.
Fuente: Elaboración propia.

Si en el caso anterior, se identifica el atributo del tipo de figura geométrica que forman esas superficies, dichos objetos se pueden clasificar en función del concepto del polígono que forman dichas superficies, como resultado tales objetos se pueden clasificar en la subcategoría de polígono que forman sus superficies.

En la medida de que se realicen más identificaciones y clasificaciones de atributos de acuerdo a la constitución geométrica de los objetos considerados, más amplia se vuelve el sistema de categorías conceptual, es decir más atributos son abstraídos hasta que se perciban de manera explícita los conceptos.

4.1.2. Prototipo

Estos sistemas categóricos de conceptos se denominan prototipo. De acuerdo con la teoría de Rosch (1978) citado por Schunk (2014) “un prototipo es una imagen generalizada del concepto, que puede incluir solamente algunos de los atributos que definen el concepto” (p. 239).

De tal modo que después de abstraer el concepto se generaliza aplicándolo a objetos que cumplan con las características o atributos críticos que especifica el concepto, omitiendo mentalmente las demás características que los objetos no tienen en común, por ejemplo, si se consideran objetos que presentan el concepto de sólido, dicho concepto es aplicable para cualquier objeto que limita una región espacial, independientemente de que objeto se trate, ya sea una caja, un balón de football entre otras, el concepto se generaliza para el que posee la cualidad abstraída, omitiendo las demás.

En sintonía con Schunk (2014) cuando las personas interactúan con objetos o con situaciones en las que son capaces de reconocer cualidades especiales, lo realizan gracias a que poseen un prototipo en la memoria de largo plazo (MLP) del más probable, en consecuencia, estos objetos y situaciones con cualidades distinguidas se convierten en ejemplo del prototipo.

Por ejemplo, si se considera una caja en las que todas sus “caras” tienen forma de cuadrado, la mente lo percibe como cubo, en vista de que posee el prototipo, a pesar de que, dicha caja posea otros atributos como color, textura, masa, tamaño, entre otras.

Se debe advertir que cubo es el concepto; prototipo es, de acuerdo con Schunk (2014), denominado por la psicología cognitiva un esquema conceptual.

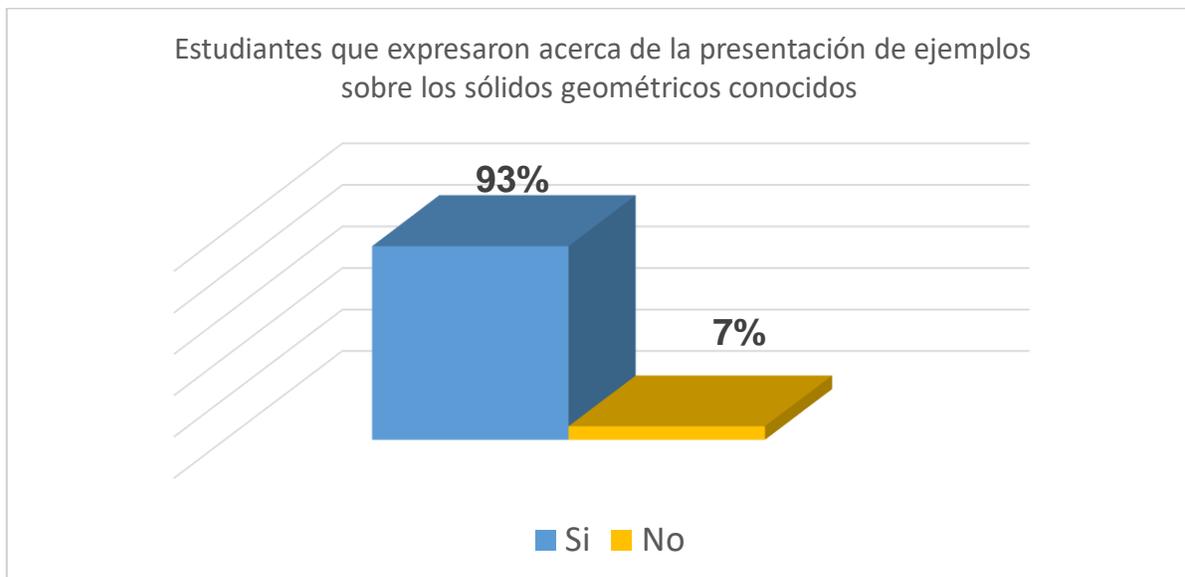
En otras palabras, en el ejemplo de la caja, el prototipo puede contener otros atributos de la caja que no necesariamente definen al concepto de cubo, como los atributos mencionados anteriormente. De manera que el prototipo permite identificar objetos que poseen el concepto.

Lo anterior puede parecer muy obvio, sin embargo, si no se consideran tales teorías en la construcción de conceptos matemáticos, no se conociera que concepciones tiene los estudiantes en cuanto a un concepto matemático y así mismo no podría guiar el proceso de elaboración de conceptos en base a conceptos de referencias que son los prototipos, de modo que el estudiante conozca que existe la posibilidad de crear conceptos más abstractos o que se deduzcan conceptos más concretos a partir de los que ya poseen.

Por ello la importancia de la presentación de los ejemplos prototípicos con el objetivo de identificar los conceptos generalizados que poseen los estudiantes en cuanto al concepto sobre un sólido determinado. En relación a este respecto, se obtuvieron los siguientes datos mediante la aplicación de encuesta a estudiantes.

El 93% de los estudiantes afirmaron que se le presentan ejemplos típicos sobre los sólidos en estudios, de los cuales ellos conocen o están familiarizados con ellos. El 7% de los mismos negaron tal hecho.

Gráfico 1



Fuente: Resultados de la investigación.

Este resultado también coincide con lo evidenciado en la primera observación de clases, la cual dicha presentación de tales prototipos se realizó de manera oral y mediante dibujos, destacando los sólidos más comunes que conocen los estudiantes como el prisma rectangular, el cilindro circular recto y la pirámide de base cuadrada, cono circular y esfera.

Además, otra consideración importante relacionada con los prototipos obedece a que las investigaciones en cuanto a la naturaleza de los prototipos, de acuerdo con Rosch, (1973), citada por Schunk (2014), apoyan la idea de que los ejemplos más cercanos (comunes) al prototipo se reconocen más rápido que los ejemplos menos comunes de tal prototipo.

Por ejemplo, en el prototipo: tipo de sólido, atendiendo al polígono que forman sus caras; ejemplos de dicho prototipo: prisma pentagonal, pirámide cuadrangular, cilindro circular recto, es más fácil reconocer el prototipo si las caras de dichos sólidos forman polígonos regulares que los sólidos que forman polígonos irregulares, en vista de que poseen cualidades especiales, las cuales hacen de los conceptos elementos muy distintivos.

En lo expresado en el párrafo anterior también se evidenció en la observación de clases número uno, durante la presentación de ejemplos prototípicos de los

conceptos sobre sólidos como los que tienen caras regulares (polígonos regulares), bases circulares y la perpendicularidad entre las bases de dichos sólidos, los cuales son criterios muy importantes para expandir el nivel de abstracción de los sólidos mediante la omisión mental de algunas de sus características.

En este caso los ejemplos del prototipo más cercano al mismo son aquellos que poseen mayor simetría, dado que naturalmente la mente se inclina por detectar objetos con mayores características simétricas posibles, de tal manera que el tipo de sólido atendiendo a los polígonos que forman sus caras (prototipo), comúnmente se generaliza para los sólidos con caras en forma de polígonos regulares. Precisamente por tal razón se afirma que el prototipo es una representación generalizada de un concepto.

Tal como, si se menciona el concepto paralelepípedo, el ejemplo relativamente más cercano que visualiza la mente es el hexaedro o cubo o un paralelepípedo recto; si se considera el prisma de base pentagonal, el ejemplo más cercano que recupera la mente es el prisma cuya base es un pentágono regular; si se menciona el concepto de cilindro, el ejemplo más cercano que, generalmente, asocia la mente es el cilindro circular recto y no el cilindro oblicuo o con bases elípticas; si se consideran los sólidos redondos como prototipo, el ejemplo más cercano es aquel que posee el concepto de esfera, que el que posee el concepto de esferoide o elipsoide.

Sin embargo, de acuerdo con Schunk (2014), los estudiantes tienden a elaborar con facilidad prototipos incorrectos si no se incluyen las suficientes características definitorias o al predominar más las características irrelevantes de un concepto.

En consecuencia, la construcción de prototipos incorrectos es causado por el hecho de no incluir suficientes características relevantes que definen a un concepto, lo que implica que el estudiante no logra adquirir la esencia del contenido del concepto, así mismo trae como consecuencia que la falta de consideración explícita de las cualidades relevantes de un concepto se tiende a adquirir el concepto en nivel no muy abstracto.

Además, Schunk (2014) expresa que “los prototipos se perfeccionan y amplían cuando la persona se expone a nuevos ejemplos del concepto...” (p. 294).

Esto quiere decir que los prototipos no son generalidades absolutas del concepto, sino que se modifican constantemente como resultado de nuevas experiencias relacionadas con las características de un concepto.

Por ejemplo, el prototipo del concepto de cilindro puede ser más común el cilindro que tenga las características como bases circulares y paralelas, de manera que se tiene un ejemplo particular del prototipo del concepto de cilindro denominado cilindro circular recto, sin embargo, se debe advertir al estudiante que estas cualidades no son las definitorias para adquirir el concepto cilindro en un sentido más general, por ejemplo, se le podría indicar al estudiante que el prototipo del concepto de cilindro siguen siendo válido a un si el ejemplo el concepto tenga las bases no circulares (elípticas) o bases no perpendiculares.

De modo que se crea la oportunidad de que el estudiante intuya o elabore conjetura de prototipos más abstractos mediante la variación de características irrelevantes y la permanencia de las características relevantes, con el objetivo de que él capte la esencia del concepto; que adquiera el concepto.

4.1.3. Estructura de los conceptos

Así mismo los conceptos están estructurados, de acuerdo con Campistrous (1993, p. 75) citado por Alfonso, Fernández y González (2017), de la manera siguiente:

En la propiedad intensiva de un concepto, la cual se refiere a todas las propiedades que identifican dicho concepto, estas propiedades que determinan al concepto son intrínsecas, es decir se captan de manera intuitiva, y se categorizan mediante el proceso de abstracción y generalización.

De manera que la propiedad intensiva de un concepto permite establecer criterios o reglas de pertenencia para determinar si un conjunto de objetos pertenece a una categoría conceptual.

Y en la propiedad extensiva, la cual alude a la clase de objetos que poseen las características determinadas por el concepto, y pueden ser:

Compatibles: cuando los objetos poseen atributos comunes; de lo contrario son incompatibles.

Subordinados: la extensión de un concepto está contenida en la extensión de otro concepto.

En consecuencia, en la extensión del concepto se encuentran los ejemplos del concepto. Por ejemplo:

Tabla 1: Estructuración de conceptos.

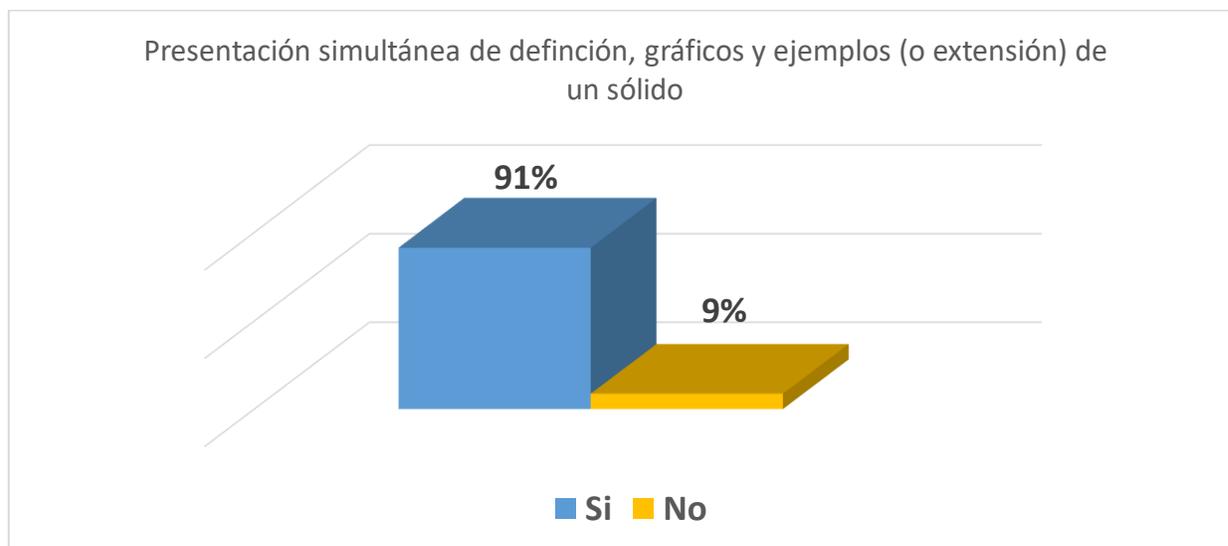
Definición del concepto	Contenido del concepto (propiedad intensiva)	Extensión del concepto (propiedad extensiva)
Prisma rectangular	Es el prisma que contiene sus caras en forma de paralelogramos y sus bases son perpendiculares.	Hexaedro, paralelepípedo recto.
Paralelepípedo recto	Es el paralelepípedo que tiene todas sus caras en forma de rectángulo.	Hexaedro.
Cubo	De acuerdo al diccionario de matemáticas Cultural, cubo “es aquel sólido limitado por seis caras cuadradas iguales, que son paralelas dos a dos, y cada una de ellas es perpendicular a sus adyacentes” (Cultural, 2000, p. 72).	Todos los objetos que cumplan con las características que contiene el concepto (un cubo de Rubik).
Pirámide	“Dícese del poliedro de base cualquier polígono y cuyas caras laterales son triángulos con vértice común fuera de la base” (cultural, 2000, p. 221).	Pirámide de base cuadrada, pentagonal, hexagonal. Estos poliedros se distinguen por poseer un vértice común en donde concurren sus caras laterales.

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario exponer explícitamente que en la extensión de los conceptos presentados en la tabla son las representaciones prototípicas del concepto, es decir son ejemplos del concepto que no necesariamente debe poseer solo los atributos del concepto, sin embargo, casi siempre se tiene una representación típica generalizada del concepto a como se mencionaba en la sección de la teoría del prototipo.

En cuanto a la estructuración de los conceptos se obtuvieron los siguientes datos. El 91% de los estudiantes afirmaron que se presentan la definición de los sólidos, sus gráficos y sus ejemplos o extensiones, las cuales son determinadas por la definición del concepto o la propiedad intensiva y el 9% de los mismos negaron el desarrollo de tal proceso.

Gráfico 2



Fuente: Resultados de la investigación.

Por otra parte, mediante la observación de las clases dos y tres se logró evidenciar el desarrollo de tal proceso mediante la presentación simultánea de la definición de sólidos como prismas rectangulares y pirámides de base de n ésimo lado, las cuales corresponden a la extensión del concepto, es decir los ejemplos que cumplen con las características determinadas por el contenido por el concepto.

Sin embargo, el docente de esos grupos de clases expresó, mediante la entrevista, que los conceptos se estructuran mediante “los conocimientos previos y mediante la observación de figuras”. Tal definición, no coincide por lo expresado por Campistrous (1993, p. 75) citado por Alfonso et al. (2017), en vista de que la estructuración de un concepto matemático está conformada por el contenido o los criterios que definen que un objeto posee el concepto y que pueda formar parte de una categoría conceptual, así mismo, se constituyen de un contenido extensivo, en el cual pertenecen el conjunto de objetos matemáticos que poseen los criterios determinados por el contenido de un concepto.

Esta situación contradictoria deja en evidencia de que existe la posibilidad de que sea causado por clases improvisadas o también la posibilidad de que se desarrolle el proceso de estructuración de conceptos, pero que el docente no lo conozcan con ese nombre. Pero definitivamente las concepciones que se ostente en cuanto a la

estructuración de los conceptos matemáticos afectan el aprendizaje de los mismos, en consecuencia, debe tomarse en consideración este respecto.

4.1.4. Etapas de elaboración de conceptos

Anteriormente se consideraban los procesos básicos que inciden en la elaboración de conceptos ejemplificado al estudio de sólidos.

Así mismo existen otros procedimientos que se desarrollan en el aprendizaje de conceptos los cuales son las etapas de elaboración de conceptos. De acuerdo con Cruz (2002), el proceso de elaboración de conceptos se constituye por tres etapas, las cuales se enuncian a continuación:

Primera etapa: Consideraciones y ejercicios preparatorios.

Es una etapa previa a la introducción del concepto, los estudiantes se adaptan con objetos o fenómenos en concreto, posteriormente, dicha adaptación les servirá como facilitador para comprender la naturaleza del concepto. Por lo tanto, lo anterior determina que los estudiantes conocen ambigua e informalmente el concepto, mucho antes de su estudio formal, en casos donde utilizan el concepto para realizar actividades cotidianas.

Por ejemplo, estudiantes que se encuentran en el periodo de las operaciones concretas, pueden distinguir intuitivamente, las diferencias en un objeto en forma de cubo, entre las demás características que constituyen al objeto como el tamaño, color, tipo de material o masa, de tal manera que la mente capta espontáneamente esta idea: cubo, la cual refleja una regularidad espacial por poseer la mente facultad de intuición.

De acuerdo con González (2005), “para formar un concepto, el alumno debe observar objetos y fenómenos concretos, comparándolos entre sí para determinar semejanzas y diferencias entre ellos y distinguir lo sustancial de lo secundario” (p. 69).

En consecuencia, esto resume que los alumnos deben realizar actividades orientadas explícitamente a determinar las cualidades que tiene en común y no común, con los objetos que los estudiantes están familiarizados.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de instrumentos como la encuesta a estudiantes y observaciones de clases en cuanto a la etapa de consideración y ejercicios preparatorios, se detallan de la manera siguiente.

De la encuesta se obtuvo que el 56% de los estudiantes expresaron que se presentan situaciones que ellos conocen en relación a los sólidos, es decir situaciones concretas o familiares, por el contrario, el 33% de los mismo expresaron que no se desarrollaron tales actividades y por último el 11% no ofreció información al respecto.

Gráfico 3



Fuente: Resultados de la investigación.

Por otra parte, en las observaciones de clases se constató que el docente se auxilió de materiales concretos para explicar y analizar las características de los sólidos en estudio. Por ejemplo, en la primera y segunda observación de clases el docente utilizó un cuaderno para simular la posición de una pirámide, de tal manera que los estudiantes lograran comprender la diferencia entre la altura de dicha pirámide y la altura de los triángulos que constituyen las “caras” de dicha pirámide.

De igual manera se utilizó un cuaderno para analizar las diferencias entre los poliedros que tienen caras cuyas superficies son redondas y los que tienen caras planas. En este caso se analizó la superficie curva lateral que tiene un cilindro.

Segunda etapa: Formación del concepto

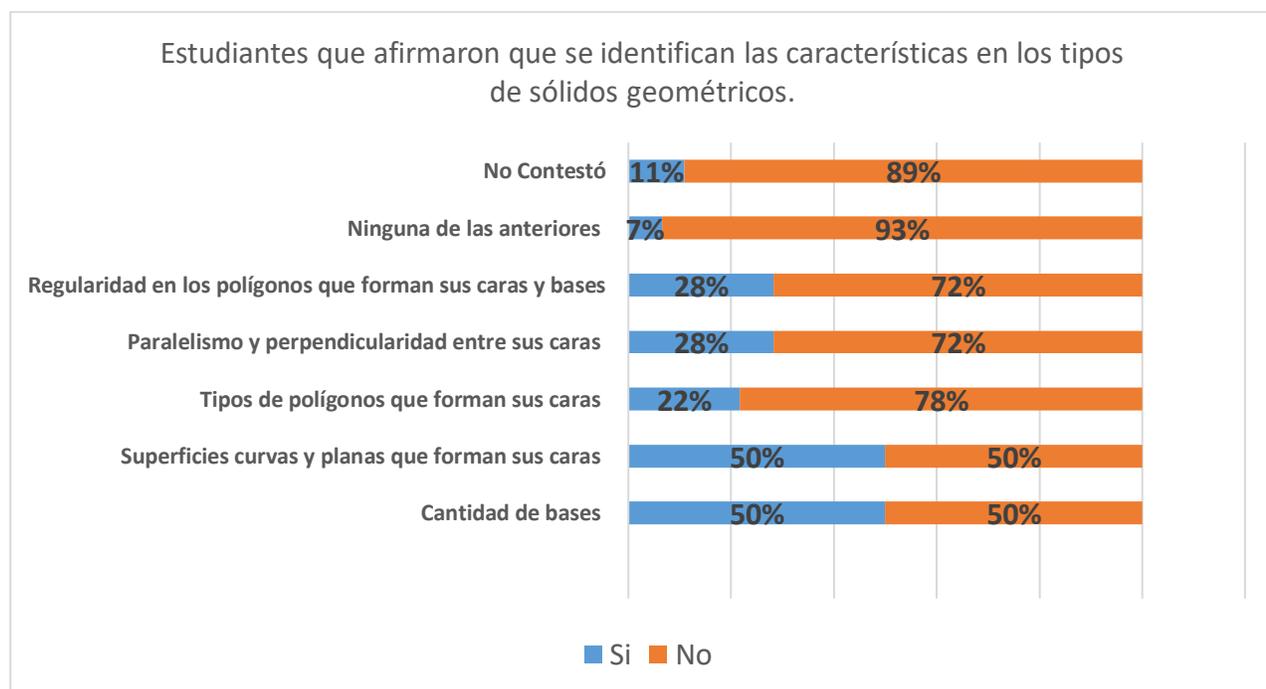
Luego de que los estudiantes logran adaptarse y reconocer parcialmente el concepto, se procede a realizar actividades propiamente de la formación de conceptos, que de acuerdo con Bruner (1979), citado por Schunk (2014), corresponden básicamente a identificar cualidades comunes en un conjunto de objetos o situaciones

problemáticas donde reflejen objetos y fenómenos concretos con los cuales los estudiantes están familiarizados.

En relación a este respecto, se recolectaron los siguientes datos, mediante la aplicación de encuesta a estudiantes y las observaciones a clases. En la encuesta, se aplicó una pregunta que técnicamente consistía en extraer información de manera indirecta, para analizar los procesos sistemáticos de identificación y comparación de los atributos críticos que constituyen a los sólidos, con el objetivo de que se construyan los conceptos sobre los sólidos en aprendizaje.

De tal modo que el 50% de dichos estudiantes afirmaron que se identifican las cantidades de bases que poseen los sólidos, el 50% expresó que se identifican las superficies curvas y planas que forman a los sólidos en estudio, el 22% informó que se identifican los tipos de polígonos que forman sus caras, el 28% afirmó que se identifican el paralelismo y la perpendicularidad que existen entre las caras de dichos sólidos, el 28% expresó que se identifican la regularidad que existen entre los polígonos que conforman sus caras y bases, el 7% afirmó que no se identifican ningunas de las características que se han mencionado sobre los sólidos y por último el 11% no brindó información al respecto.

Gráfico 4



Fuente: Resultados de la investigación.

Así mismo se logró comprobar mediante la primera observación (ver anexo 9) que se identificaban algunas características, como el tipo de superficies que forman sus caras (curvas o planas), los polígonos que forman sus caras y la cantidad de bases.

No obstante, el proceso de identificación se realizó en un tiempo relativamente muy breve y con actividades desorientadas como para formar el concepto, es decir en cuanto a la identificación de tales características las clases carecían de sistematicidad, en vista de que no se evidenció que tales actividades se ejecutaran bajo control directo del docente.

En cuanto a las comparaciones entre las características detalladas en el gráfico 4 se recolectó la siguiente información. El 80% de los estudiantes afirmaron que se realiza una comparación entre las características mencionadas, el 13% expresó que no desarrollaba tal actividad y el 7% no brindó datos al respecto.

Estos datos ofrecen una información aproximada a los presenciado durante la primera observación de clases, pero de igual manera no se realizó de manera sistemática, entendiendo el concepto de sistematicidad como la ejecución de actividades secuenciada, ordenadas, orientadas y seccionadas, con el objetivo de realizar un análisis detallado de las características que tienen en común dichos sólidos.

Tercera etapa: asimilación del concepto.

La etapa de asimilación del concepto se divide en tres etapas: la ejercitación, profundización y la sistematización, en las cuales la ejercitación está destinada a la identificación del concepto, esta misma está relacionada con el desarrollo de las capacidades de discriminar e identificar el concepto en las situaciones que se consideran.

Un aspecto que cabe enfatizar es que cuando se refiere a desarrollo de capacidades de discriminación, se hace intencionalmente para referirse al hecho de que no todas las personas tienen la agudeza de apreciar conceptos que se reflejan muy sutilmente en diferentes situaciones, por ejemplo, este principio explica por qué muchos matemáticos han descubierto patrones matemáticos, que conducen a la elaboración de conjeturas matemáticas, y, por ende, a la demostración de teoremas.

La profundización que radica en crear ejemplos pertenecientes al concepto o modificar los que ya existen, y por último la sistematización, que consiste en aplicar el concepto en otras actividades de aprendizaje.

De acuerdo con Cruz (2002) la adecuada formación de conceptos conduce a mejorar el aprendizaje de la matemática, por ende, la formación matemática, siempre y cuando se es consciente de la diferencia entre concepto y sus distintas representaciones, tanto verbales, graficas, o con materiales concretos que poseen el concepto.

En definitiva, entre más organizado se adquieran los conceptos, mayor cohesión se produce entre los mismos, de tal manera que se relacionan sistemáticamente y se aprende como un todo en su conjunto. Se debe destacar que esta estructuración de conceptos no se realiza de manera arbitraria, sino que dicha estructuración es el resultado del proceso de conceptualización.

Existen ciertos principios aplicables a los conceptos, que de acuerdo con Nápoles (2009), citado por Fernández (2017), son los siguientes:

Todas las propiedades válidas para un concepto, lo son para sus conceptos subordinados y estos conceptos subordinados cumplen propiedades especiales a partir de las propiedades generales que le vienen dadas para un concepto superior mediante el desarrollo de capacidades mentales y el adiestramiento lógico y lingüístico.

De lo anteriormente declarado se deduce que los conceptos están estructurados en categorías jerárquicas, de modo que varios conceptos pueden estar subordinado a otro concepto de mayor de orden de jerarquía.

Por ejemplo, el concepto de cubo es un subconcepto del concepto de paralelepípedo, dado que las propiedades se derivan a partir de las propiedades más generales como las del paralelepípedo, de manera semejante las propiedades de una esfera cumplen con propiedades especiales deducidas a partir de las propiedades de un esferoide.

4.1.5. Vías de elaboración de conceptos

4.1.5.1. Vía inductiva

Así mismo el proceso de elaboración de conceptos se constituye por el desarrollo de otros procedimientos de carácter estructural. Estos procedimientos corresponden a lo que se denomina como vías de elaboración de conceptos.

Estas vías de elaboración de conceptos son, a como lo afirma Simeón, et al. (1991, p. 77), citado por Fernández, et al. (2017), las siguientes:

Vía inductiva:

1. Presentar un conjunto de objetos (extensión o ejemplos del concepto) que posean las cualidades del concepto, de manera que no se advierta la presencia de tal concepto.

2. Identificación de atributos comunes que determinan la clase de objetos, es decir en dependencia de los atributos que posean los objetos, estos últimos se clasifican en clases.

3. Determinación de los atributos identificados. Luego de determinar tales atributos se elabora una representación verbal y formal del concepto (definición del concepto).

4. Organización de los conceptos determinados formalmente en un sistema o esquema conceptual.

Básicamente la elaboración de conceptos por la vía inductiva lleva implícito el proceso de abstracción, dado que parte de situaciones que reflejan condiciones concretas, de tal manera que se progresa en el cumplimiento de las etapas de la vía inductiva, de condiciones particulares hasta condiciones más generales.

La vía inductiva sugiere que el aprendizaje de los conceptos se construye a partir de los esquemas conceptuales que poseen los estudiantes, de modo que es compatible con el principio de las etapas del aprendizaje que parte de actividades concretas, semiconcretas y finalizar con la realización de actividades de mayor grado de abstracción y generalización.

En relación a la vía inductiva de elaboración de conceptos se constató en la primera observación que la definición formal de los conceptos sobre algunos sólidos se

presentó luego de realizar los procesos de identificación y de comparaciones de las características relevantes de los sólidos, por el contrario, en la segunda observación se introdujo directamente la definición formal del concepto de sólido, sin desarrollar las actividades expresadas por Simeón, et al. (1991, p. 77), citado por Fernández, et al. (2017). Lo cual se puede predecir con facilidad que los estudiantes no logran resolver significativamente problemas aplicando conceptos sobre sólidos.

4.1.5.2. Vía deductiva

Por otro parte existe una vía deductiva de elaboración de conceptos que, de acuerdo con Simeón et. al (1991, p. 77), citado por Fernández et. al. (2017) la elaboración de conceptos por esta vía cumple con los siguientes pasos básicos:

1. Presentación del término o símbolo y características esenciales (contenido del concepto).
2. Determinación de los individuos que cumplen con las características dadas.
3. Formación de la clase de individuos (extensión del concepto).
4. Ordenamiento del concepto en el sistema de conocimientos (p. 6).

Se puede notar que, a diferencia de la vía inductiva, la vía deductiva de elaboración de conceptos parte de conceptos elaborados formalmente, es decir cumple con los mismos procedimientos de la vía inductiva, pero de manera inversa.

4.1.6. Ventajas y desventajas de las vías de elaboración de conceptos

Sin embargo, el aprendizaje de la Matemática mediante la metodología de elaboración de conceptos implica realizar actividades a partir de experiencias concretas o problemas que reflejen situaciones donde los aprendices están adaptados, dado que el desarrollo del aprendizaje de la Matemática debe estar cohesionado con el nivel cognitivo que poseen los estudiantes, que parte de las capacidades de operaciones concretas hasta las capacidades de operaciones formales y abstractas.

En consecuencia, el aprendizaje por vía inductiva es más adecuado en ese sentido, a causa de que se desarrollan capacidades de abstracción y generalización, de manera que a medida en el aprendizaje adquiere un sistema jerárquico de conceptos cada vez más abstractos, la mente se desprende del aprendizaje situado.

Por el contrario, por la vía inductiva de elaboración de conceptos requiere más tiempo, dado que es un proceso más sistemático y abierto a las diversas concepciones que poseen los estudiantes. Considerando estas condiciones es más apropiado la vía deductiva de elaboración de conceptos, en vista de que se presentan inicialmente los conceptos elaborados, de manera que los estudiantes no necesariamente deben aprenderlos durante las clases, sino que además pueden acudir a otras fuentes de información.

En relación a los procesos de elaboración de conceptos, la docente expresó, mediante la entrevista, que considera más ventajoso construir conceptos relacionados a los sólidos “mediante la investigación, la construcción de material concreto y exposiciones”.

Esta información brindada por la docente sintoniza con las teorías de la vía inductiva de elaboración de conceptos, dado que el punto de partida se basa en la construcción de materiales concretos, lo que implica que los estudiantes desarrollan la etapa de adaptación con los sólidos a elaborar, de igual manera se logró evidenciar la consideración, al menos verbalmente, de objetos concretos que tienen la forma de los sólidos que se abordaron.

4.1.7. Tipos de conceptos

De igual manera, en el proceso de elaboración de conceptos es necesario considerar los tipos de conceptos, en vista de que según el tipo de concepto que se considera, así mismo los tipos de conceptos permiten configurar diferentes formas de realizar un esquema conceptual en relación de cómo se desarrolla el proceso de conceptualización (Schunk, 2014).

Estudios realizados por Bruner, Goodnow y Austin (1956) citado por Schunk (2014), afirman que los tipos de conceptos de acuerdo al criterio de clasificación de atributos, son el resultado de actividades de aprendizaje en las cuales las mismas consisten en realizar variaciones de los atributos de los objetos en consideración.

4.1.7.1. Tipos de conceptos de acuerdo a los criterios de clasificación

De tal manera que de acuerdo a Schunk (2014) citando a Bruner, Goodnow y Austin (1956) los tipos de conceptos de acuerdo a los criterios de clasificación de atributos pueden agruparse de la manera siguiente:

4.1.7.1.1. Conceptos conjuntivos

De acuerdo con Schunk (2014) “un concepto conjuntivo es representado por dos o más características” (p. 293). En consecuencia, los conceptos conjuntivos representan dos o más atributos para producir diferentes conceptos. Estos atributos son los más destacados que determinan el concepto y se consideran simultáneamente.

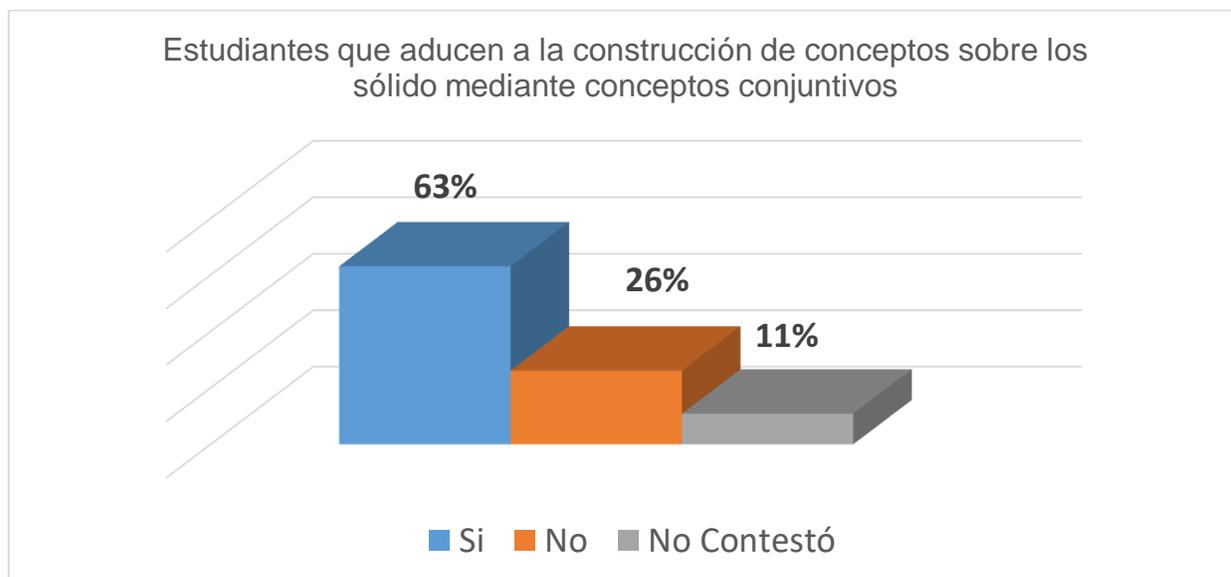
Por ejemplo, dos poliedros regulares de una base: En este caso se podrían tomar como ejemplo dos pirámides; una cuya base sea un cuadrado y otra cuya base sea un pentágono regular, de modo que los conceptos de cantidad de bases y bases regulares se enlazan para formar el concepto de pirámide de base regular.

Lo anteriormente ejemplificado sugiere que mediante la conjunción de conceptos se pueden elaborar otros conceptos, obteniendo una combinación sistemática de conceptos más abstractos.

En referencia a la construcción de conceptos sobre sólidos mediante la conjunción de conceptos, se obtuvieron los siguientes datos extraídos por medio de la encuesta:

El 63% de los estudiantes expresó que se realizan actividades con el objetivo de construir el concepto de un sólido partir de una o más características que posee el sólido en proceso de aprendizaje, el 26% de los mismos negó dicho proceso y el 11% no brindó información al respecto.

Gráfico 5



Fuente: Resultado de la investigación.

Esto se observó en la tercera observación de clases, constatando al respecto la docente realizó una clase comparativa en donde utilizó los conceptos cantidad de bases y el tipo de polígono como criterios importantes para identificar y determinar el concepto de pirámide, en este caso se refirió que las pirámides son poliedros de un base, y que variaban según la cantidad de lados que tiene el polígono que conforman sus bases, por ejemplo, se consideró la pirámide de base cuadrada, la pentagonal, hexagonal y demás, continuando el patrón hasta obtener una pirámide cuya base es un polígono de enésimo lado.

En resumen, se comprobó el desarrollo de la operación conjuntiva de conceptos, como mecanismo explícito para identificar y determinar los conceptos, dado que estos conceptos que se conjugaron se utilizaron como criterio para la formación del concepto en relación al sólido considerado.

Sin embargo, no en todas las clases se observó el desarrollo de esta actividad, por ejemplo, en las dos primeras observaciones.

4.1.7.1.2. Conceptos disyuntivos

De acuerdo con Schunk (2014) un concepto disyuntivo “es representado por una de dos o más características” (p. 293). En relación a los conceptos disyuntivos, el 65% de los estudiantes expresó que se desarrollan actividades orientadas a identificar el

concepto en relación a un sólido, mediante la consideración de al menos una característica relevante, el 26% de los mismos negó el desarrollo de tal actividad, y el 9% no brindó información conforme al desarrollo de dicho proceso.

Mientras que, durante las últimas clases observadas, se verificó la ejecución de tal actividad, por ejemplo, durante el estudio de la pirámide, se utilizó un criterio relevante en relación a los demás sólidos, dicho criterio utilizado correspondía con la cantidad de bases, en este caso la disyunción aplicada por el criterio cantidad de bases desligaba a la pirámide de los demás sólidos considerados en clases anteriores, de manera que sugería la existencia de una clase conceptual.

Estos conceptos determinan uno de cualquiera de los atributos relevantes presentes en un estímulo. Ejemplo: dos o más poliedros regulares y uno no regular. Estos excluyen el concepto de irregularidad presentes en los poliedros, de manera que los conceptos disyuntivos conducen a elaborar categorías conceptuales, en vista que la exclusión de un concepto permite clasificar a ambos conceptos: poliedros regulares y no regulares.

La consideración de los conceptos disyuntivos posibilita identificar y clasificar objetos mediante la consideración de un concepto relevante, es decir los conceptos disyuntivos consisten en reconocer las diferencias de las propiedades críticas de los objetos, mediante la aplicación de atributos de criterios.

Los conceptos disyuntivos cumplen una función opuesta en relación a los conceptos conjuntivos durante el proceso de categorización: los disyuntivos excluyen las propiedades; los conjuntivos relacionan las propiedades.

4.1.7.1.3. Conceptos relacionales

Sintonizando con la definición de Schunk (2014) “un concepto relacional especifica una relación entre las características que deben estar presentes” (p. 293). Expresado de otra manera, los conceptos relacionales es una operación conceptual que consiste en relacionar características de los objetos que se consideran.

Ejemplo: el concepto de cilindro y el concepto de cono tiene un atributo crítico que los relaciona: ambos conceptos tienen al menos una superficie curva que los determinan. Esto conduce a la elaboración de clases o categorías de conceptos, es

decir clasificar, por ejemplos, el cilindro y el cono en una clase que determine el criterio de pertenencia en que ambos sólidos deben tener al menos una superficie curva, de manera que el nombre de la categoría o la clase puede ser la de “cuerpos redondos”.

En este caso el estudiante puede utilizar el criterio de sólidos con al menos una superficie curva como regla de índole clasificatoria para determinar los sólidos que pertenecen a la categoría de cuerpos redondos.

Adviértase que un concepto conjuntivo no es lo mismo que un concepto relacional, aunque en ambos se determinen semejanzas entre sus cualidades; el primero consiste en considerar las propiedades críticas de dos o más ejemplos de un concepto para construir otro concepto, en cambio, los conceptos relacionales solo se limitan a clasificar dos conceptos en categorías mediante la semejanza de sus atributos críticos. En definitiva, la función de un concepto conjuntivo no solo se limita al establecimiento de atributos semejantes, sino que crea otros más abstractos y complejos.

Así, que la función que ejercen estos tres tipos de conceptos conducen a elaborar categorías conceptuales más sistemáticas, de manera que, si se consideran en el aprendizaje de sólidos, conlleva a realizar formas variadas de elaborar esquemas conceptuales en clases a que pertenecen los sólidos.

Una de las consecuencias del trabajo de estos autores en el proceso de conceptualización obedece a que los estudiantes desarrollan la habilidad de elaborar hipótesis mediante mecanismo de intuición e identificación (Bruner et. al., 1956, citado por Schunk, 2014).

De manera que en la elaboración de conceptos los estudiantes tienden a elaborar reglas con el objetivo de clasificar un objeto en relación a los atributos determinados por el contenido del concepto. En sintonía con Schunk (2014), estas reglas se establecen en forma de lógica proposicional con el objetivo de clasificar objetos de acuerdo a lo determinado por el concepto.

Por ejemplo, si se considera el concepto de regularidad en una pirámide, la regla clasificatoria que subyace de acuerdo al contenido del concepto puede establecerse de la manera siguiente: si la base de una pirámide es un polígono regular y cuyas caras

son triángulos isósceles, entonces, dicha pirámide es una pirámide regular, o también, si las caras laterales de un prisma son perpendiculares a sus bases, entonces, el prisma es un prisma recto.

4.1.7.2. Tipos de conceptos de acuerdo a la existencia de ejemplos y no ejemplos

Desde otra perspectiva los conceptos se pueden clasificarse de acuerdo a Henderson (1970), citado por González (2005), en función de la existencia de ejemplos y no ejemplos del concepto, a estos conceptos se los denominan *conceptos denotativos* y *conceptos no denotativos*. Los conceptos denotativos a su vez se dividen en conceptos concretos y abstractos.

4.1.7.2.1. Conceptos denotativos

Según en un concepto es denotativo cuando un objeto **presenta al menos un atributo** determinado por el concepto, de lo contrario, se dice que el concepto es no denotativo, además los conceptos denotativos se subdividen en concretos y abstractos.

Considerando los subconceptos de los conceptos denotativos en concretos y abstractos.

4.1.7.2.1.1. Conceptos denotativos concretos

Un concepto concreto se refiere, de acuerdo con Henderson (1970) citado por González (2005), a la presencia de atributos que se reflejan de manera muy directa o que están presentes en situaciones más comunes, de modo que los conceptos concretos son más fáciles de identificar.

En otras palabras, un concepto denotativo concreto es identificable de manera más directa, en vista de que no se requiere realizar operaciones mentales más complejas y abstractas para poder comprenderlos. Estos conceptos denotativos concretos son más detectables y se comprenden mediante la intuición sensible de un fenómeno u objeto.

De acuerdo a lo observado en la primera clase, se logró constatar dicha actividad, que consistía en mencionar objetos concretos que tenían al menos un atributo crítico en común.

4.1.7.2.1.2. Conceptos denotativos abstractos

En cambio, un concepto denotativo abstracto es, a como lo expresa Henderson (1970) citado por González (2005), el que contiene un grado de mayor abstracción.

Es decir, los conceptos denotativos abstractos no son observables o identificables directamente, en vista de que son el producto de una serie de procedimientos inferidos sistemáticamente mediante abstracciones y generalizaciones de atributos, por lo que el aprendizaje de este tipo demanda de procesos de mayor rigor intelectual.

Por ejemplo, el concepto de cilindro circular recto, corresponde a un concepto de denotativo concreto ya que es típicamente más común de identificar en objetos que se observan con mayor frecuencia. Sin embargo, a partir de este concepto típico se pueden construir demás conceptos de mayor abstracción, por ejemplo, al abstraer cualidades como perpendicularidad o paralelismo entre sus bases, las bases no necesariamente pueden ser circulares (de otra manera tendría bases elípticas).

Apoyándose en la información obtenida durante las observaciones de clases, no se desarrollaron el aprendizaje de conceptos abstractos a partir de los conceptos denotativos concretos abstraídos de los objetos que se consideraron.

4.1.8. Criterios de evaluación en el aprendizaje de conceptos

Unas de las actividades esenciales en todo proceso de aprendizaje es la evaluación de los mismos, en este caso corresponden a la evaluación del aprendizaje de conceptos en relación a los sólidos. No obstante, para ello se debe exponer algunas consideraciones teóricas generales en cuanto a la evaluación de conceptos.

Unas de las evaluaciones tradicionales para determinar si los estudiantes han aprendido el concepto, consiste en el diseño de técnicas orientadas a proporcionar ejercicios que presenten ejemplos y no ejemplos del concepto, que es lo que se denomina la extensión del concepto (González, 2005).

Es decir, las técnicas más comunes para medir el aprendizaje de los conceptos están relacionadas con actividades que presenten ejemplos y no ejemplos variados del concepto, con el objetivo de que los estudiantes identifiquen las cualidades relevantes del mismo, de manera que detecten el concepto.

Sin embargo, de acuerdo con González (2005), esta técnica no define en sentido absoluto que los aprendices adquieran el concepto, en vista de que existe la posibilidad de que el estudiante pueda aprenderlo mecánicamente; solamente mediante la memoria operativa o de corto plazo.

Es decir, puede aprenderlo solo en función de técnicas de memoria sin lograr analizarlo significativamente. El autor sugiere en la cita anteriormente considerada que esta técnica es insuficiente para corroborar si el estudiante ha aprendido el concepto en cuestión.

A causa de ello, de acuerdo con Frayer, et. al. (1972), citado por González (2005) “la evaluación del aprendizaje de conceptos es un proceso muy complejo y en el que deben ser considerados diversos factores relacionados” (p. 74).

Los cuales dentro de estos factores se deben considerar las experiencias o conocimientos previos de aprendizaje, de modo que se elaboren técnicas evaluativas con el fin de relacionar esos conocimientos previos con los nuevos conceptos, es decir relacionar los conceptos en base a lo que el estudiante ha aprendido por experiencia propia.

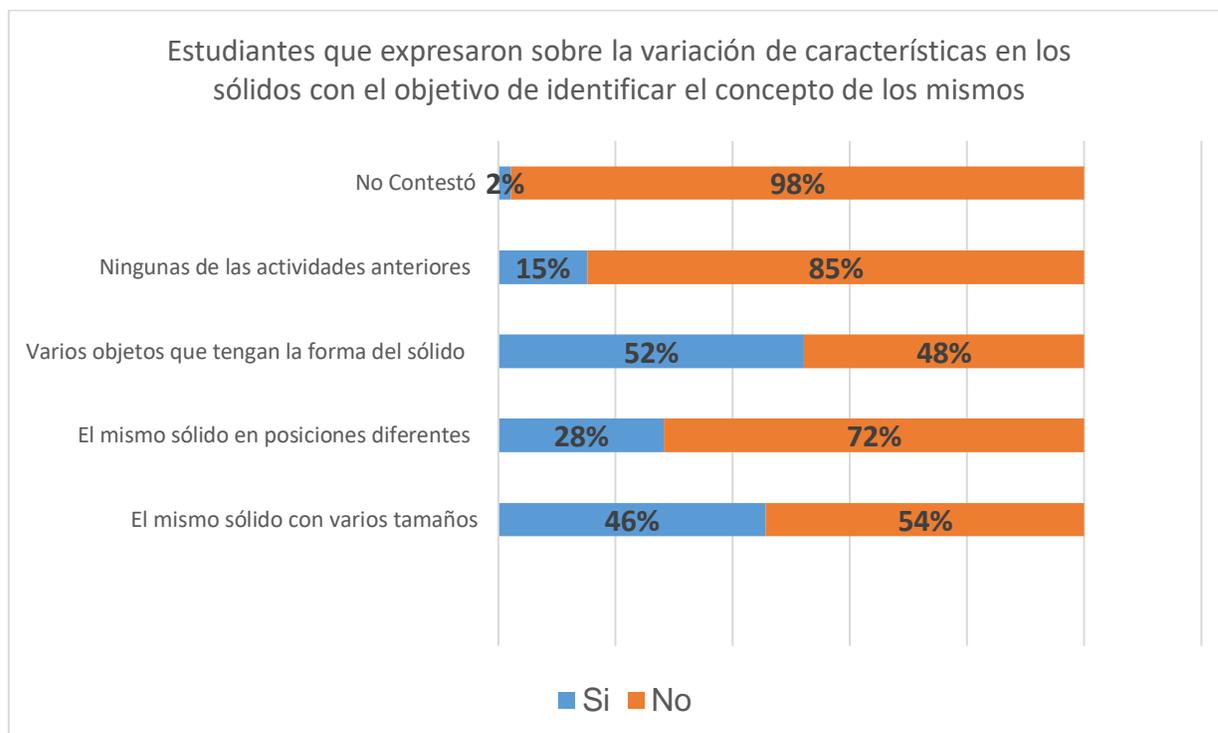
Así mismo, Frayer, et. al. (1972), citado por González (2005) sostienen que, para evaluar un concepto concreto, este último debe estar integrado entre un conjunto de distractores, luego de haber sido considerado previamente de manera individual, de manera que se pueda medir el nivel de identidad.

En relación a este aspecto se obtuvieron los siguientes datos:

En la encuesta a estudiantes se utilizó una técnica indirecta expresada mediante una pregunta de opción múltiple, para comprobar si se utilizaron distractores como criterios de evaluación en el aprendizaje de los sólidos.

La pregunta consistía en responder si se presentan las características detalladas en el gráfico 6 durante el aprendizaje de sólidos. La presentación de tales características desempeña una función distractora.

Gráfico 6



Fuente: Resultado de la investigación.

Se observa que el 46% de los estudiantes encuestado afirmó que se presentaron el mismo sólido con varios tamaños, el 28% confirmó que se presentaron el mismo sólido en posiciones diferentes, el 52% corroboró que se presentan varios objetos que tengan la forma del sólido en estudio, el 15% señaló que no se realiza ninguna de las actividades anteriores y finalmente el 2% de los mismos no brindó información al respecto.

En cuanto a la información brindada por la docente se refirió al respecto que utilizó “pruebas escritas que consisten en la identificación de figuras, cálculo de áreas y volúmenes de los sólidos”.

Esto coincide con las observaciones de clases, en donde no se evidenció la presentación de los distractores mencionados anteriormente, por el contrario, prácticamente no se variaron las características detallada en el gráfico 6, con el objetivo de determinar el nivel de identidad conceptual que tiene los estudiantes respecto a los sólidos que se estudiaron.

Básicamente esta técnica consiste presentar ejemplos y no ejemplos diversos, de modo que contengan, además de los atributos relevantes, cualidades irrelevantes como posiciones diferentes de los objetos, tamaño, color entre otras; donde estas

cualidades irrelevantes funcionan como distractores en medio de la variedad de ejemplos y no ejemplos que se presentan.

Así que, si el estudiante es capaz de discernir las cualidades relevantes en medios de estos distractores, entonces, es capaz de clasificar los objetos en ejemplos y no ejemplos del concepto mediante la elaboración de categorías conceptuales, en tal caso se puede afirmar que los estudiantes en cierta medida han adquirido el concepto.

Por ejemplo, para el aprendizaje del concepto de cilindro circular recto se pueden presentar dicho concepto entre ejemplos (gráficos) que no corresponde al concepto de cilindro circular recto, estos ejemplos pueden ser cilindro de base elíptica, o cilindros oblicuos, de manera que tengan diferentes características entre ellos como la altura, el radio de base, color, volumen, posiciones relativas entre los mismos entre otras; en el caso de radio de la base y la altura de cualquiera de estas representaciones y no representaciones del concepto de cilindro circular recto, pueden variarse de manera muy diferenciada.

En consecuencia, entre más distractores se presenten en los ejemplos del concepto, más compleja se vuelve la tarea de identificar el concepto en estudio. Esta técnica tiene la ventaja de que el estudiante consolida el concepto y adquiere mayor fijación, dado que de acuerdo a los autores se infiere que los distractores tienden a tergiversar el significado del concepto, así que entre más situaciones complejas (distractores) se presenten los ejemplos del concepto, el estudiante agudiza su capacidad discriminativa y tiende clasificar el concepto relativamente más rápido.

Por último, de acuerdo con González (2005), luego de realizar las actividades evaluativas expuestas anteriormente, en un nivel más formal se pueden realizar actividades destinadas con la definición del concepto, e incluso considerar las diferentes representaciones para un mismo concepto, así mismo el estudiante es posible que identifique plenamente los atributos relevantes que distingue a un concepto de los demás; posteriormente transferir el concepto aprendido en la resolución de tareas de aprendizaje de otros contextos.

4.1.9. Importancia de la elaboración de conceptos

Es oportuno definir lo que es un concepto en sentido operativo. Morris (2014) define como concepto “categorías mentales para clasificar a personas, cosas o sucesos específicos” (p.219).

Lo declarado anteriormente supone que el proceso de elaboración de conceptos consiste en realizar actividades sistemáticas como la identificación, la comparación y clasificación, donde estas constituyen el proceso de abstracción y generalización.

En consecuencia, el aprendizaje de los conceptos matemáticos bajo este enfoque metodológico sugiere que el estudiante logra definir los conceptos matemáticos significativamente y es capaz de manipular tales conceptos con facilidad y desde puntos de vista diferentes (creatividad), establece distintas formas de representar un concepto, además de las convencionales, y resuelve problema mediante métodos variados.

De manera que los estudiantes puedan distinguir lo que es un concepto y sus distintas formas de representación, por lo tanto, en base a estas condiciones es posible transferir el aprendizaje a contextos distintos, por ejemplo, en problemas de aplicación.

Esta distinción es relevante en vista de que, si no se es consciente de tal distinción, el tipo de aprendizaje en Matemática ocurrirá en un tipo de aprendizaje denominado aprendizaje situado, lo que supone que el estudiante no logrará transferir el aprendizaje a otras actividades de aprendizaje, precisamente resolución de problemas en contextos distintos.

En resumen, por ello mismo es necesario destacar el proceso de conceptualización o elaboración de conceptos matemáticos, como modelo alternativo en el aprendizaje de la matemática, frente a un creciente reduccionismo que inhibe la capacidad de razonamiento, y, por ende, la ausencia del desarrollo de capacidades intelectuales como la abstracción y generalización.

4.2. Aprendizaje de los sólidos

En la sección anterior se abordó las teorías generales que constituyen el proceso de elaboración de conceptos, en cambio, en esta sección se presentará las teorías del aprendizaje de conceptos matemáticos asociado a los sólidos, considerando

precisamente como los tipos de aprendizajes pueden o no favorecer la elaboración de conceptos en relación a sólidos.

Es conveniente considerar previamente la definición del concepto de sólido, de manera que un sólido es un cuerpo geométrico tridimensional (largo, ancho y alto) constituido por al menos una superficie curva (Cultural, 2000).

En cuanto a la definición del concepto de sólido, se obtuvo información respecto a las concepciones que tienen los estudiantes encuestados. En este grupo de estudiantes 50% de los mismos coincidió con la definición de Cultural (2000).

Unas de las causas de que los estudiantes no lograran una comprensión significativa del concepto de sólido corresponden con el cumplimiento inadecuado de las etapas de elaboración de conceptos matemáticos, refiriéndose como inadecuado desde el punto de vista de que las clases no correspondían al orden que siguen las etapas de elaboración de conceptos matemáticos, así mismo no todas cumplieron con las actividades establecidas por dichas etapas.

En cuanto a las teorías del aprendizaje que actualmente se desarrollan están centrados básicamente en cómo se desarrollan los mecanismos internos del procesamiento de la información. A estas teorías del aprendizaje se le denominan desde un punto filosófico-epistemológico teorías cognitivas, precisamente por el motivo de que responden al estudio de la construcción, procesamiento y transferencia del conocimiento, mediante una interacción complementaria y dinámica del sujeto con el conocimiento.

Sin embargo, estas teorías no excluyen en su totalidad las directrices que sustentan las teorías mecanicistas, específicamente conductistas o asociacionista del aprendizaje, sino que trata de aunar algunos principios de éstas a las teorías cognitivas del aprendizaje con el objetivo de considerar las diferentes facetas psicoeducativas que pueden manifestar los aprendices en diversos contextos de aprendizaje.

De tal modo que las teorías del aprendizaje se clasifican de acuerdo dos grandes corrientes psicopedagógicas.

- La teoría asociacionista del aprendizaje, que se fundamenta en teorías filosóficas empiristas.

- La teoría cognitiva del aprendizaje, que se fundamenta en teoría organicistas.

Para ser más específicos se realizará las consideraciones teóricas de tales teorías desde el punto de vista educativo, es decir las implicaciones que sustentan los modos de aprendizaje.

De acuerdo a los teóricos del enfoque cognitivista del aprendizaje tenemos a Ausubel, citado por Lexus (2005), que define el aprendizaje como “la incorporación de nueva información en las estructuras cognitivas del sujeto” (p. 624). En relación a este respecto la docente de matemática expresó que aprendizaje es “identificar objetos de la vida cotidiana y asociarlos con los contenidos de la clase”.

Su concepto de aprendizaje se relaciona con lo definido por Ausubel, citado por Lexus (2005), en el sentido de que los contenidos de la clase deben asociarse con datos empíricos e informales que tiene los estudiantes respecto a la información abordada. Técnicamente esta definición implica la incorporación de la nueva información en las estructuras cognitivas de los estudiantes (o el conocimiento previo estructurado). Lo que significa que desde este enfoque el aprendizaje se enfoca más en los procesos de adquisición y procesamiento de la información.

De acuerdo a lo anterior se deducen dos tipos de aprendizaje que define Ausubel, citado por Lexus (2005). Estos dos tipos de aprendizaje se clasifican en función del mecanismo de procesamiento de la información y pueden ser:

4.2.1. Aprendizaje por repetición

Es el aprendizaje que consiste en memorizar la información mediante la asociación arbitraria de sus elementos como conceptos e ideas claves, de manera que el estudiante no logra conectar el sistema conceptual previo con la nueva información, en consecuencia, la nueva información carece de significado para el aprendiz (Ausubel, (s.f.), citado por Lexus, 2005).

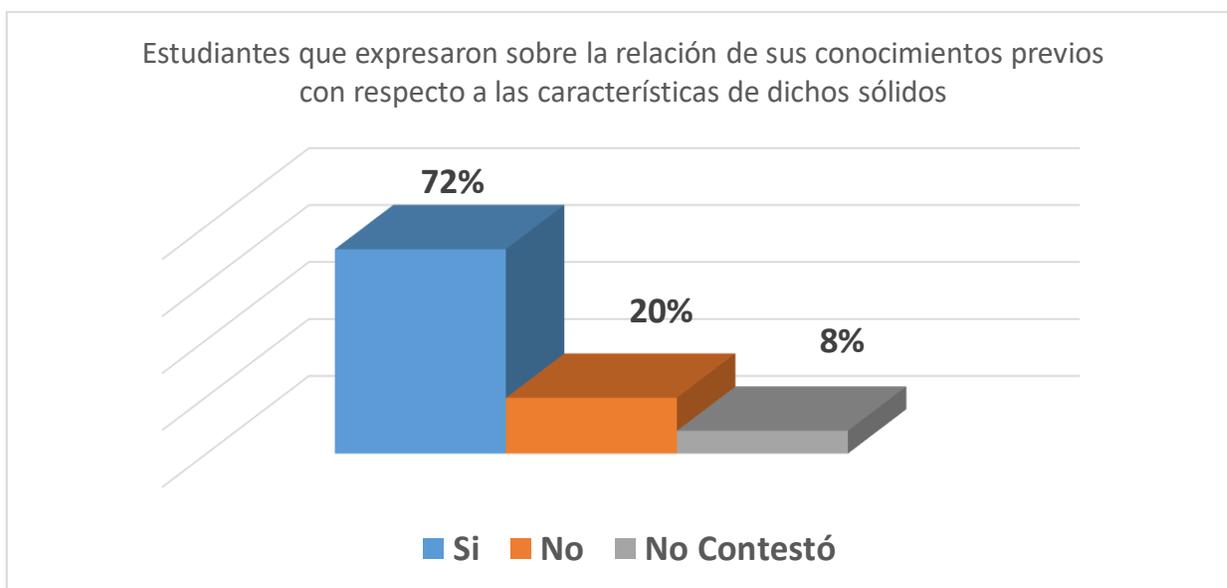
En cuanto a este tipo de aprendizaje se recolectó información mediante la encuesta, en la cual el 57% de los estudiantes expresó que el aprendizaje de las características de los sólidos se limita a la memorización por repetición, el 35% de dichos estudiantes negó dicha situación y el 8% no brindó información al respecto.

Sin embargo, en las observaciones de clases se constató que la docente con sus estudiantes trató de relacionar en cierta medida los conocimientos previos de los estudiantes con los contenidos a desarrollar respecto a los sólidos, aunque de manera irregular, es decir no todas las clases se desarrollaron en el mismo nivel de familiarización y consolidación con los conceptos formales, por lo que algunos conceptos no se aprendieron en base la vía inductiva de formación de conceptos, por el contrario, se aprendieron los conceptos sobre sólidos por la vía deductiva, esto se confirmó, por ejemplo, en la segunda clase observada.

Esto implica que la nueva información no logra relacionarse con los conocimientos previos o esquemas conceptuales que posee el estudiante, dado que desde este enfoque el aprendizaje implica incorporar la nueva información a las estructuras cognitivas que poseen los estudiantes.

Respecto a esta situación, se obtuvieron los siguientes datos mediante la encuesta. El 72% de los estudiantes afirmó que realizan un esfuerzo por relacionar las ideas que tienen acerca de los sólidos que se estudiaron con los conceptos elaborados durante la clase, por el contrario, el 20% de los mismos negó que se desarrollara tal proceso y el 8% no ofreció información al respecto.

Gráfico 7



Fuente: Resultado de la investigación.

A como se puede observar en el gráfico 7, la mayoría de los estudiantes afirmaron que se realiza un esfuerzo por relacionar las ideas que tienen respecto a las características de los sólidos.

Estos datos coinciden prácticamente con lo evidenciado durante las tres observaciones de clases, en vista de que la docente realizó preguntas de exploración en cuanto a los conceptos de los sólidos y de sus características, orientadas a relacionar dichas ideas con los conceptos de los sólidos que se abordaron.

Por ejemplo, en vista de que los sólidos son conceptos geométricos limitados por superficies planas (polígonos) o curvas, el estudiante debe poseer conceptos relevantes relacionados a las propiedades de dichas superficies, de manera que conduzcan a la adquisición significativa de los conceptos en cuestión.

Estas propiedades inmediatas (conceptos previos) pueden ser tipo de polígono según el número de lados que tengan, polígonos regulares, áreas de polígonos regulares o superficies planas y curvas, dado que estos elementos constituyen el prototipo de un sólido.

De igual manera, para resolver un problema que se pide calcular los valores de las áreas laterales y totales de un poliedro, el estudiante debe poseer en sus estructuras cognitivas los conceptos de áreas de polígonos y como calcular las áreas de los mismos apelando al razonamiento significativo, es decir comprender elementos sutiles que poseen los conceptos, que aunque aparentemente carezcan de importancia superficialmente, desde el punto de vista de la didáctica matemática no se pueden omitir en el aprendizaje de conceptos.

Por ejemplo, considérese la siguiente proposición lógica: *Un prisma recto tiene paralelogramos como caras laterales y dichas caras son normales a sus bases.* Obsérvese el nexos conjuntivo “y”, por muy insignificante que pueda aparentemente ser, no ocurre lo mismo desde el panorama de la lógica matemática, dado que elementos como éste son relevantes para la formación lógica de conceptos, en vista de que son condiciones necesarias y suficientes para definir, en este caso, a un prisma recto como un subconcepto del concepto de sólido.

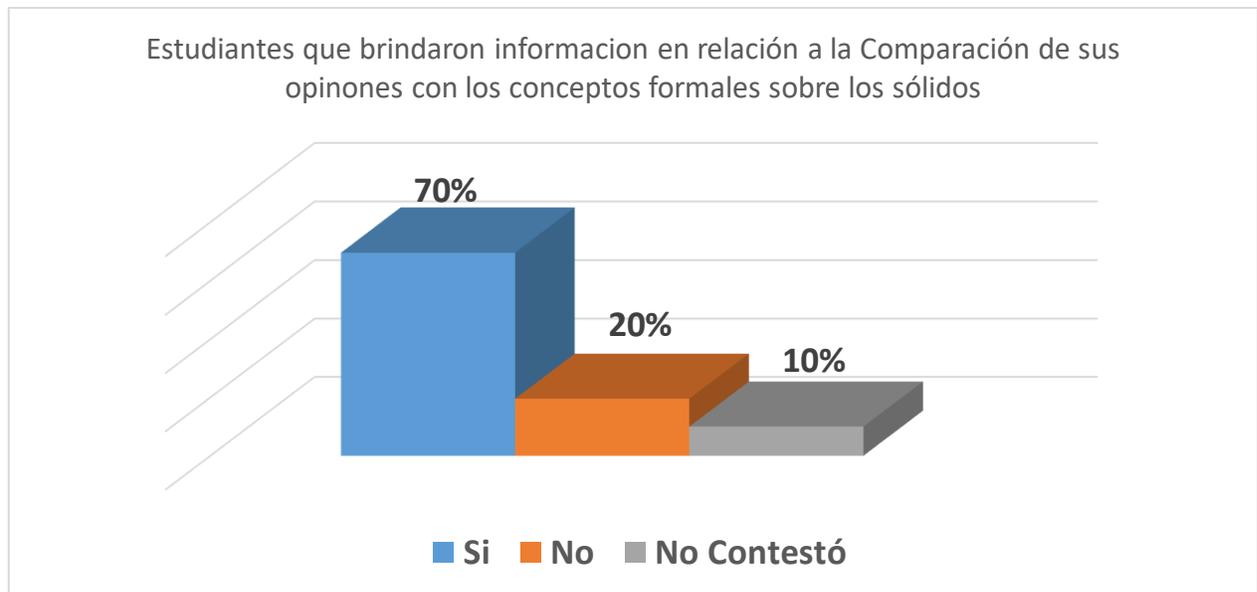
Entonces, si no se cumplen estos requisitos mencionados, implica que los conocimientos no están enlazados adecuadamente, es decir la integración de los conocimientos previos no forman parte de un sistema conceptual.

4.2.2. Disonancia cognitiva.

Como consecuencia, se produce disonancia cognitiva que se manifiesta sutilmente cuando la nueva información en proceso de asimilación no enlaza con los modelos conceptuales que posee el estudiante (Lexus, 2005).

En relación a este respecto el 70% de los estudiantes encuestados afirmó que comparan sus opiniones sobre los sólidos estudiado en los contenidos de la clase, el 20% de los mismo expresó que no desarrolla dicha actividad y 10% no brindó información.

Gráfico 8



Fuente: Resultado de la investigación.

No obstante, mediante las tres observaciones de clases realizadas, no se manifestó que se contrastaran hipótesis en relación a las propiedades de los sólidos, con el objetivo de crear un estado de equilibrio cognitivo, de modo que los estudiantes construyeran dichos conceptos, en vista de que no se consideraran formalmente las concepciones previas de los estudiantes como hipótesis (o conjeturas) en la construcción de los conceptos relacionados a los sólidos.

Como resultado este hecho se refleja en la manifestación de frustraciones durante la resolución de problemas, y que, por tanto, traen consigo la falta de desarrollo de competencias matemáticas, las cuales puede ser el desarrollo de capacidades de razonamiento inductivo, que se manifiesta implícitamente durante el desarrollo de habilidades como la abstracción y generalización.

De aquí la importancia de explorar los modelos conceptuales o preconcepciones que poseen los estudiantes, que de acuerdo con Lexus (2005), desde el punto de vista del aprendizaje constructivista dichos modelos se convierten en hipótesis de investigación.

En dicho proceso de investigación la hipótesis conduce a establecer relaciones significativas, mediante aprendizaje por descubrimiento basadas en la medición, análisis, comparación de datos hasta generalizar las propiedades de los objetos, obteniendo el concepto, que es el que se pretende que el estudiante construya.

Además, en conformidad con Schunk (2014) citando a Bruner et. al. (1956), afirma que los estudiantes desarrollan capacidades de elaboración de hipótesis mediante mecanismo de intuición durante el análisis de las características de los objetos en estudio. Pero dichas hipótesis parten de las preconcepciones que tengan los estudiantes respecto a la información en proceso de asimilación.

De manera que, desde este punto de vista, básicamente el aprendizaje consiste en construir los conceptos matemáticos considerando como punto de partida las hipótesis o conjeturas que formulen los estudiantes en relación a un concepto.

4.2.3. Aprendizaje significativo

4.2.3.1. Estructura mental cognitiva

Además del aprendizaje por repetición, puede desarrollarse otro tipo de aprendizaje llamado aprendizaje significativo, que de acuerdo con Ausubel (s.f.), citado por Lexus (2005), “un aprendizaje es significativo cuando se relaciona, de manera esencial, nueva información con lo que el alumno ya sabe” (p. 625).

De manera semejante la docente de matemática expresó, mediante la entrevista, que el aprendizaje significativo “es aquel que responde a la pregunta ¿qué tan útil pueden ser los conocimientos para la vida?”, lo que implica que para que el

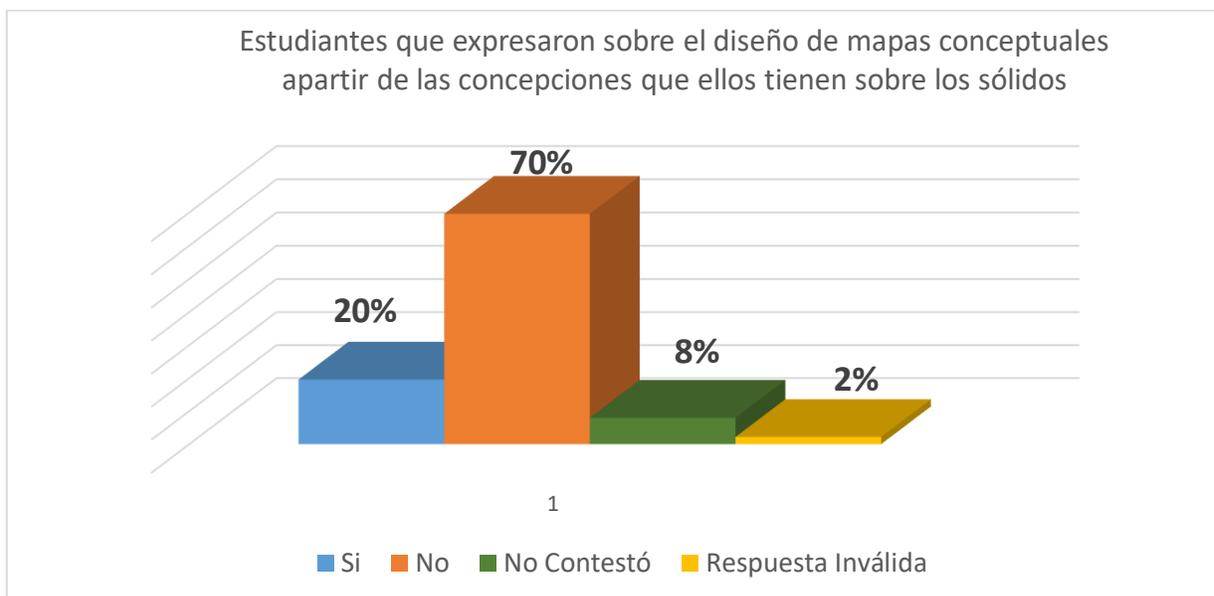
conocimiento sea útil para la vida, es porque se trata de un conocimiento que perdura por mucho tiempo, y a su vez dicho conocimiento solo es posible su existencia cuando se establecen relaciones significativas entre los modelos preexistentes del individuo con la nueva información en proceso de asimilación, además de que opera gracias a la recuperación de la información por medio de la MLP.

Mediante las tres observaciones de clases desarrolladas se evidenció un esfuerzo por relacionar las concepciones que tienen los estudiantes respecto a los sólidos mediante la relación de objetos conocidos por los estudiantes con la forma de su respectivo sólido, por ejemplo, la forma de un salón de clase con el concepto de paralelepípedo.

En la cual dicha información no se aleja de lo expresado por los estudiantes mediante la aplicación de encuesta, dado que el 65% de los estudiantes confirmó que se realizan actividades orientadas a aprender los sólidos tomando en cuenta los conocimientos que tienen sobre tales sólidos.

En cuanto a la información obtenida mediante la encuesta aplicada a los estudiantes, el 20% confirmó que se elaboraron mapas conceptuales considerando las concepciones de dichos estudiantes respecto a los conceptos sobre los sólidos, por el contrario, el 70% expresó que no se diseñaron mapas conceptuales en las condiciones descritas, el 8% no brindó información y el 2% ofreció información incorrecta.

Gráfico 9



Fuente: Resultado de la investigación.

Sin embargo, durante las tres clases observadas se evidenció que no se elaboraron mapas conceptuales en base a las concepciones previas o esquemas mentales de los estudiantes respecto a los sólidos.

El aprendizaje significativo tiene sus fundamentos teóricos en los conceptos de esquemas conceptuales cognitivos, que implican la estructuración y categorización de la información en base a los esquemas cognitivos de los estudiantes.

El aprendizaje significativo se fundamenta sus teorías principalmente en el concepto de esquema, el cual el concepto de esquema según Piaget, citado por Lexus (2005), “es una estructura mental determinada que puede ser transferida y generalizada” (p. 610). Así que desde luego el concepto de esquema mental responde a la formación de una representación mental o simbólica estructurada mediante conceptos.

Por ejemplo, de acuerdo a la organización que se tenga acerca de diferentes sólidos, como los criterios de clasificación de los atributos de los mismos, la relación que existen entre las propiedades de dichos sólidos, surgen diferentes esquemas mentales, de manera que no todos los estudiantes poseen la misma estructura cognitiva acerca dichos cuerpos.

Lo que implica que la estructuración cognitiva es un proceso personal y subjetivo mediante la interacción de los aprendices con el medio (experiencias de aprendizajes

formales o informales), esto significa que el aprendiz logre agrupar los conceptos en clases e identificar la relación que existe entre las clases de conceptos.

Por lo tanto, el aprendizaje desde la teoría Piagetiana se basa en la modificación o reestructuración de los esquemas mentales, donde a la vez se producen nuevos conocimientos que originan nuevas estructuras cognitivas mediante la modificación de las existentes.

4.2.4. Funciones cognitivas del aprendizaje

El proceso de estructuración cognitiva de los conceptos se realiza, a como lo expresa Océano (2000), mediante el desarrollo de funciones cognitivas como la organización y adaptación de la información; la adaptación se divide en procesos como la asimilación y acomodación de acuerdo a la teoría piagetiana de la formación del conocimiento.

4.2.4.1. Adaptación

El proceso de adaptación es, de acuerdo con Océano (2000), “un proceso doble que consiste en adquirir información y en cambiar las estructuras cognitivas previamente establecidas hasta adaptarlas a la nueva información que se percibe” (p. 66).

Expresado de otra manera, la adaptación implica familiarizarse con la información mediante la realización de proceso de ajustes como la asimilación y acomodación de la información. Mediante la observación de clases no se desarrolló el proceso adaptativo con los nuevos conceptos que se pretendían aprender.

4.2.4.1.1. Asimilación y acomodación

En la asimilación se integra nueva información a las estructuras cognitivas existentes, en cambio, la acomodación consiste en revisar la estructura cognitiva existente para luego modificarla en función de la nueva información asimilada. Por lo general siempre se desarrolla el proceso de acomodación simultáneamente con la asimilación (océano, 2000).

De igual manera, mediante las observaciones de clases se constató que no se asimiló y se revisó los conceptos sobre los sólidos en base a las estructuras cognitivas existentes.

4.2.4.1.1.1. Diferenciación progresiva

Dichas modificaciones es básicamente integrar conceptos a la viejas estructura mental que poseen los estudiantes, produciendo un efecto denominado como **diferenciación progresiva**, en el cual consiste en la discriminación paulatina de los conceptos más generales y posteriormente subordinar (integrar) los conceptos más específicos que están en proceso de aprendizaje al concepto general (Ausubel, s.f., citado por Lexus, 2005).

En otras palabras, cuando se asimilan nuevos conceptos de carácter específico, se inicia por la presentación de un concepto más general que contenga a los específicos, considerando que dicho concepto general tiene significado para el estudiante. A este proceso se lo denomina diferenciación progresiva.

Por ejemplo, si el nuevo concepto a aprender es el concepto de cubo, y el estudiante posee en sus estructuras cognitivas el concepto de paralelepípedo (él conoce las propiedades de un paralelepípedo), entonces se puede comparar y diferenciar las propiedades de ambos conceptos, de modo que se establezcan relaciones en base a las propiedades de los mismos, con el objetivo de que el estudiante comprenda que el concepto de cubo es subordinado al concepto de paralelepípedo. Por lo tanto, desde esta perspectiva, la diferenciación progresiva puede definirse como el aprendizaje por subordinación de conceptos.

Mediante las observaciones de clase se comprobó que no se realizó actividades de aprendizaje de los conceptos sobre sólidos mediante diferenciación progresiva.

4.2.4.1.1.2. Reconciliación integradora

Por el contrario, si se desarrolla el proceso inverso a la diferenciación progresiva, es decir el estudiante debe integrar (supraordenar) conceptos generales en base a los conceptos más específicos que posee en sus estructuras cognitivas, efectuándose así el proceso denominado reconciliación integradora (Ausubel, s.f., Lexus, 2005). Por lo tanto, la reconciliación integradora es un proceso inverso a la diferenciación progresiva.

De acuerdo con Ausubel, Novak y Hanesian (1998), "... la asimilación de conceptos se caracteriza por un proceso activo de relación, diferenciación e integración con los conceptos pertinentes que ya existan. Cuanto más activo sea este proceso, tanto más significativo y útiles serán los conceptos asimilados" (p. 96).

En base a la información obtenida mediante las observaciones de clases, se verificó que no se construyeron conceptos mediante reconciliación integradora. Esto es coincidente con la información obtenida respecto al diseño de mapas conceptuales.

Las implicaciones de este proceso sugieren que los conceptos nunca se aprenden por completo, sino que se modifican constantemente o se vuelven más explícito a medida que se diferencian progresivamente (Novak, s.f., Lexus, 2005).

Por ejemplo, si se pretende aprender los conceptos de paralelepípedo recto y el de hexaedro, y el estudiante posee el concepto de paralelepípedo (conceptos previos), entonces, puede realizarse actividades orientadas explícitamente a comparar y relacionar las propiedades de los conceptos existentes con el objetivo de construir los conceptos esperados (paralelepípedo recto y hexaedro) a partir de las propiedades analizadas de los conceptos previos. Este proceso puede realizarse continuamente de modo que el concepto asimilado se vuelva más explícito.

Por otro lado, pueden que se asimile nueva información pero que no ocurra la acomodación simultáneamente, de manera que en esta etapa los aprendices pueden experimentar estados de consternación a causa de la inexistencia entre conexiones de la vieja información (conocimientos previos) con la nueva, a esto se le denomina desequilibrio cognitivo.

Por ejemplo, cuando se pretende aprender el concepto de área total de un prisma los estudiantes pueden que asimilen y acomoden este concepto, esto es que adquieren un nuevo concepto y sean capaces de acomodarlo revisando los conceptos previos sobre área de las superficies que conforman al prisma, dando origen a dos conceptos que son el área total y lateral del prisma.

Sin embargo, puede suceder que los estudiantes asimilen el concepto de área total, es decir que comprendan que el área total es la suma de las áreas de los polígonos que constituyen al prisma, sin embargo, si los estudiantes no comprenden el

concepto del área para los polígonos que conforman el prisma, estos manifestarán un estado de disonancia cognitiva, dado que no serán capaces de operar el área total del prisma si desconocen las áreas de los polígonos que constituyen el mismo.

De manera que en sus estructuras cognitivas previas no se conectarán adecuadamente con los conceptos en proceso de aprendizaje, en vista de que estos esquemas carecen de conceptos relevantes, en consecuencia, a este fenómeno se denomina disonancia (o conflicto) cognitivo.

Las implicaciones didácticas en el aprendizaje del desequilibrio cognitivo sugieren, que la información en proceso de asimilación, deben estar ajustada al nivel de comprensión de manera que superen el estado desequilibrio a un estado de mayor equilibrio. Esto corresponde al principio de graduación.

Contrastando dichas implicaciones del desequilibrio cognitivo de aprendizaje con la información obtenida mediante la encuesta a estudiante, el 76% de los estudiantes expresó que la información que se le presenta respecto a los sólidos es asequible para su estudio, el 26% de los mismo negó tal condición, y el 9% de los mismos no brindó información al respecto.

En definitiva, la adaptación consiste en un proceso de ajuste de acuerdo a la nueva información, lo que implica que este proceso permite familiarizar a los individuos con nuevas experiencias dando origen a nuevos conocimientos.

4.2.4.2. Organización

Posteriormente una vez efectuada la adaptación, se conjuga el proceso de organización de la información para realizar una síntesis del proceso adaptativo, mediante el establecimiento de categorías y la coordinación de las viejas estructuras cognitivas con las nuevas. Conviene subrayar que en el aprendizaje se producen constantes reorganizaciones a causa de las constantes modificaciones de las estructuras cognitivas.

Una de las técnicas más apropiada en la organización de la información en el proceso de aprendizaje significativo es el diseño de mapas conceptuales. El cual se define de acuerdo a Novak y Gowin (s.f.), citado por Lexus (2005), como “un recurso

esquemático, que sirve para representar un conjunto de significado conceptuales” (p. 632).

Lo anterior quiere decir que un mapa conceptual es, en términos de la teoría del procesamiento de la información, un recurso esquemático orientado a establecer significado a la información (conceptos) mediante conexiones adecuadas.

La importancia del diseño de mapas conceptuales radica en que son útiles para evaluaciones diagnósticas respecto a las estructuras mentales previas del sujeto, así mismo sirve para organizar la información de manera sistemática con el objetivo establecer relaciones entre las propiedades de los conceptos mediante categorías y la estructuración jerárquica de los conceptos en función de sus propiedades. En consecuencia, la construcción de los conceptos se efectuará en forma de sistema y no desvinculados (de acuerdo al principio del aprendizaje significativo).

En el caso del aprendizaje de sólidos una vez que el estudiante se familiariza agregando conceptos como áreas laterales y totales de un sólido, el estudiante organiza esa información en nuevas categorías, dando origen a un nuevo esquema de conceptos, concibiendo el concepto de sólido como un objeto geométrico constitutivo, es decir relacionados con los conceptos relevantes que determinan a un sólido como las características que conforman a un determinado sólido.

La importancia de la organización reside en que “ayuda a la persona que aprende a ser selectiva en sus respuestas a objetos y acontecimientos” (Océano, 2000, p. 67). Lo anterior supone la preponderancia de organizar adecuadamente la información en el proceso de aprendizaje, en vista de que entre más sistematizada se encuentre la información, más precisos y sofisticados serán los esquemas cognitivos.

Además, en la realización de todos estos procesos que se desarrollan en el aprendizaje significativo, la memoria a largo plazo cumple una función recuperadora de la información en tiempos relativamente más largos.

4.2.5. Desajuste óptimo

El desajuste óptimo es el mecanismo de aprendizaje que está orientado a promover el desequilibrio cognitivo, de tal manera que se presenten actividades cuyo grado de dificultad no estén muy alejados del grado de comprensión de los alumnos, en

consecuencia, el desarrollo de este proceso produce la construcción de los conocimientos (nuevas estructuras cognitivas) en dependencia de los esquemas cognitivos previos (Lexus, 2005).

Como resultado, la función primordial del desajuste óptimo es promover el conflicto cognitivo, de modo que se reconozcan estructuras conceptuales inadecuadas en relación a la información.

Esta construcción del conocimiento se basa en la consideración de las hipótesis o preconceptos que tengas los estudiantes en cuanto a la información que se pretende aprender. Estas hipótesis que elaboran los estudiantes pueden ser incorrectas desde el punto de vista del conocimiento formal, pero de acuerdo con la teoría cognitiva del aprendizaje establece que formarán a ser parte del proceso de construcción del aprendizaje, dado que conforman las concepciones subjetivas y propias de los estudiantes.

El objetivo es conducir al estudiante a diseñar técnicas, mediante pautas indicadas por el docente, en la que permita resolver una situación problemática en base a los conocimientos previos. Este proceso permite comprobar la validez de la hipótesis de tal manera que se pueden revisar aspectos procedimentales que producen una solución incorrecta. Sin embargo, mediante las observaciones de clases no se promovió el desajuste óptimo.

4.2.6. Transferencia del aprendizaje

Una de las actividades más importantes que se debe promover en la educación, es la transferencia del aprendizaje, que de acuerdo con Schunk (2014) “la transferencia consiste en aplicar en nuevas formas y situaciones, o en situaciones conocidas con contenido diferente” (p. 317).

En relación a la definición de transferencia de aprendizaje, la docente de matemática no ofreció información en cuanto a su concepto de transferencia de aprendizaje.

Dicho de otra manera, la transferencia de los aprendizajes es una estrategia que permite resolver tareas o actividades de otros contextos mediante estrategias, métodos o técnicas aprendidas previamente con ese objetivo.

Por ejemplo, el aprendizaje de áreas, y volúmenes de diferentes sólidos, sirven de modelo matemático para resolver problemas de otras áreas científicas, como en física y química, o en ingeniería para el diseño de silos, tanques cilíndricos, contenedores para el depósito de una cantidad específica de sustancia, se debe calcular el volumen de ese cilindro para depositar el mínimo de material.

La transferencia de aprendizaje reside fundamentalmente en el proceso de abstracción que tienen en común dos actividades en cuanto a su principio o estructura profunda en la manera en que pueden ser ejecutadas, omitiendo las cualidades superficiales de ambas actividades (Espasa, 2002).

Lo anterior quiere decir básicamente, que para resolver una tarea o ejecutar una actividad es la ley o principio estructural el que debe aplicarse de una técnica, método o estrategia previamente aprendida, lo que implica que tanto la tarea y los métodos con que se va a resolver deben de tener en común sus estructuras profundas, independientemente si tienen elementos superficiales distintos pertenecientes al propio contexto de ambos aprendizajes.

En el ejemplo del depósito cilíndrico, lo común que tiene el diseño de dicho depósito con el concepto de cilindro, es precisamente el volumen de ese cilindro, de manera que la estructura profunda común entre el problema es el concepto de volumen y los elementos, superficiales como el tipo de sustancia a depositar o la textura del depósito no se consideran.

4.2.6.1. Tipos de transferencia de aprendizaje

De manera que los conocimientos aprendidos pueden generalizarse a otros contextos. Sin embargo, la transferencia de aprendizajes se puede desarrollarse de varias formas dando origen a distintos tipos. Así que, de acuerdo con Espasa (2002), estas formas de transferencia de aprendizaje se pueden clasificarse de la manera siguiente:

En función de la similitud de las situaciones.

- Transferencia cercana: para situaciones que son idénticas o pertenecientes al mismo contexto que la situación de origen. por ejemplo,

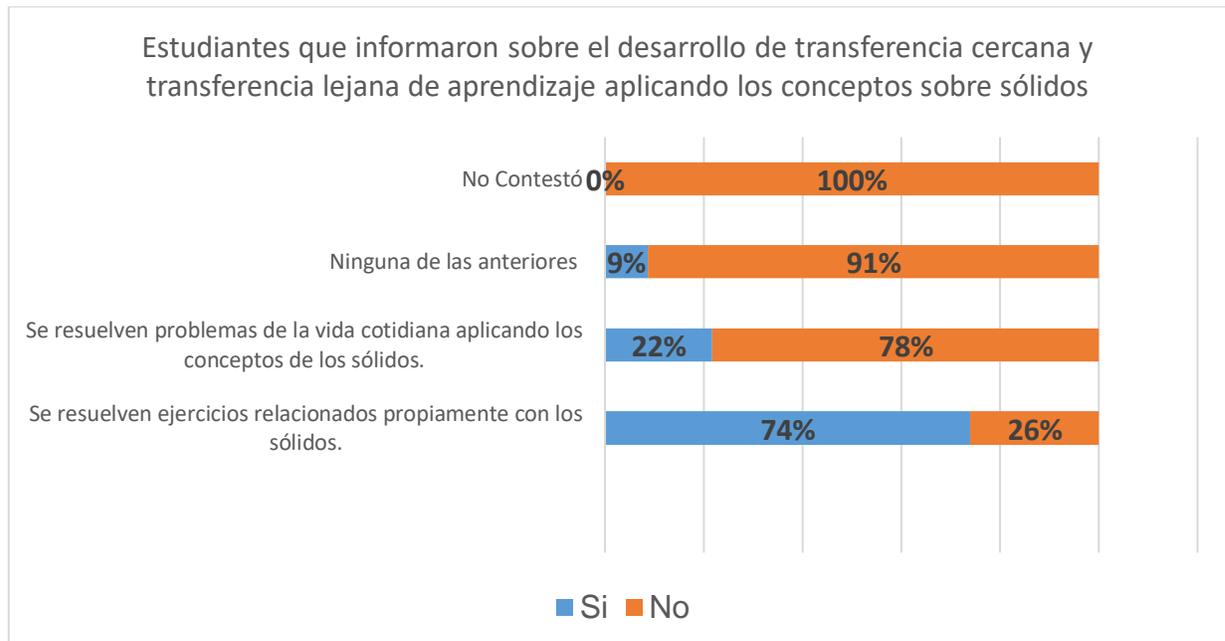
aprender a buscar en el índice de un libro de ciencias, puede transferirse a otros tipos de libros.

- **Transferencia lejana:** para situaciones aparentemente menos semejantes o pertenecientes a contextos diferentes, como el uso de una técnica de memoria aprendida en una situación matemática empleada para memorizar una lista de elementos científicos.

En relación a estos tipos de transferencia se obtuvieron los siguientes datos mediante la encuesta aplicada a estudiantes.

Con respecto a la transferencia cercana, el 74% de los estudiantes afirmó que se resolvieron problemas aplicando los conceptos de los sólidos solo en el contexto en que fueron aprendidos, mientras que un 22% afirmó que se resuelven problemas de otros contextos aplicando los conceptos de sólidos y finalmente el 9% afirmó que no se realizaron ninguno de estos dos tipos de transferencias de aprendizaje.

Gráfico 10



Fuente: Resultado de la investigación.

Comparando con lo observado durante el desarrollo de las clases se evidenció que se desarrolló la transferencia cercana, expresada mediante el cálculo de área lateral, área total y volumen de los sólidos, sin embargo, no se resolvieron problemas en otros contextos aplicando los conceptos de dichos sólidos.

En función de los resultados obtenidos:

- Transferencia positiva: cuando el aprendizaje previo facilita la resolución de un nuevo problema.
- Transferencia negativa: cuando el aprendizaje o experiencia previa dificulta o entorpece otro nuevo aprendizaje o problema.

Por convenio, cuando se refiere a la transferencia de aprendizaje implícitamente se quiere expresar que se trata de una transferencia positiva.

En función del material transferido:

- Transferencia específica: es aquel donde se transfiere un contenido de aprendizaje determinado.
- Transferencia no específica o general: se refiere al uso de estrategias o habilidades no vinculadas directamente a un contenido, por ejemplo, las normas de educación se emplean tanto para pedir al camarero la comida, como ir de visita.

Por último debe añadirse, una clasificación en función de la naturaleza de las tareas, no específicamente del tipo de transferencia, que de acuerdo con Espasa (2002) son:

- Tareas que comparten estructura superficial. Aquellas situaciones cuyos componentes básicos son comunes. Por ejemplo, los problemas con enunciados y datos similares tienen las mismas estructuras superficiales.
- Tareas que comparten estructura profunda. Aquellas situaciones cuyos componentes básicos son comunes. Por ejemplo, los problemas con enunciados diferentes, esto es, con estructura superficial diferente, comparten su estructura profunda si el modo de resolución es similar (p. 186-187).

4.2.6.2. Importancia de la transferencia de aprendizaje

La transferencia del aprendizaje radica en que, para resolver una tarea de otro contexto por medio de un método previamente aprendido en otro contexto, tanto la tarea como el método deben de tener la misma estructura profunda (Espasa, 2002).

Es decir, si el procedimiento estructural de resolución de la tarea no coincide con el método previamente aprendido para resolverlo, entonces no se puede aplicar la transferencia de dicho método para resolver la tarea.

Por lo tanto, la transferencia de aprendizaje implica ahorro de tiempo, en vista de que el aprendizaje previo del conocimiento (métodos, habilidades, estrategias, datos o actitudes) permite resolver tareas de otros contextos, siempre y cuando tengan relación entre sus estructuras esenciales, sin aprender nuevamente tales conocimientos.

En relación a este respecto, la docente de matemática de los octavo grados se refirió que para la resolución de problemas es de gran importancia la construcción de conceptos matemáticos. Dicha afirmación sintoniza con la construcción del aprendizaje, dado que aprendizaje de conceptos mediante la construcción de los mismos encausa en un aprendizaje más significativo, por lo que se desarrollan capacidades de abstracción y generalización.

No obstante, si la transferencia de los aprendizajes ocurre cuando dos actividades tienen estructuras profundas similares, surgen una importante cuestión, ¿Qué actividades deben realizarse y cómo influyen la capacidad de transferir un conocimiento en resolución de una tarea de otro contexto?

Para responder a estas preguntas es necesario la consideración de las dificultades que se presentan en la transferencia del aprendizaje.

Unas de estas dificultades están relacionadas con la concepción general de que lo aprendido en un contexto particular, no tiene relación con tareas de otros contextos (Espasa, 2000), de manera que este hecho puede describirse como una barrera mental que obstruye el proceso de abstracción desarrollado mediante actividades de aplicación, dando origen a un tipo de aprendizaje denominado aprendizaje situado.

El aprendizaje situado a nivel más básico, de acuerdo con Anderson, Reder y Simon (1996, p. 5) citados por Woolfolk (2014), se define en “que gran parte de lo que se aprende es específico de la situación en la cual se aprende” (p. 363).

De manera que el aprendizaje situado se enfoca en el hecho de que lo se aprende en un contexto específico, por lo general, no se relaciona con actividades de otros contextos.

El aprendizaje situado se manifestó en el desarrollo de las clases observadas, dado que no se dirigió más la atención de los alumnos hacia la estructura fundamental de resolver los problemas más que a los elementos que constituyen los mismos.

Otras de las características principales relacionada con dificultad en la transferencia del aprendizaje, obedece al hecho de que no se realizan suficientes actividades respecto a la transferencia del aprendizaje a contextos distintos, de manera que no se asimila el mecanismo de abstracción, y, en consecuencia, no se pueden generalizar esas abstracciones a situaciones diferentes de aprendizaje (Salomón & Perkins, 1989; citado por Espasa, 2002).

Además, existen implicaciones relacionadas con la dificultad para ejecutar la transferencia de los aprendizajes, responde a que los contenidos de diferentes disciplinas se presentan de manera individualizada, sin la existencia de relaciones entre los mismos, como resultado los alumnos no logran percibir las semejanzas que existen entre la manera de resolver tareas de distintas disciplinas, de manera que los consideran como campos independientes (Espasa, 2002).

Lo expresado anteriormente significa que la forma en que se organicen, se presenten y se relacionen los contenidos es determinante para que los estudiantes apliquen lo aprendido en una disciplina a otra.

De modo que todo lo anterior respecto a la transferencia del aprendizaje surge por la falta de una cultura que promueva dicha actividad (Espasa, 2002).

4.2.6.3. Principios que facilitan la transferencia del aprendizaje

De aquí surge alternativamente la necesidad de considerar una serie de principios básicos con el objetivo de lograr la transferencia de aprendizajes.

Estos principios son, de acuerdo con Brown y Kane (1988, p. 493-523), citado por Espasa (2002) los siguientes:

1. Debe mostrarse al alumno la semejanza entre un problema y otro, entre un dominio y otro.

2. La atención de los alumnos debe dirigirse hacia la estructura fundamental de los problemas, no a sus rasgos superficiales.

3. El alumno debe conocer la materia y estar familiarizado con ella.

4. Los ejemplos que se le presentan deben de estar acompañado de la regla general o principio, especialmente los generados por el propio alumno.

5. El aprendizaje debe tener lugar en un contexto social donde los principios, las explicaciones y las justificaciones sean socialmente contrastadas, generadas y creadas, esto es, donde exista un feedback adecuado.

En cuanto a estos principios de transferencia se recolectó la siguiente información. El 37% de los estudiantes expresó que se establecen semejanzas entre las formas de resolver problemas de contextos distintos, sin embargo, en ninguna de las clases observada se manifestó el desarrollo de tal actividad.

El 43% confirmó que se indican más la importancia a las semejanzas que existe entre las formas de resolver problemas que a los contextos que se encuentran dichos problemas, mientras que, por el contrario, en las clases observadas no se evidenció dicha actividad.

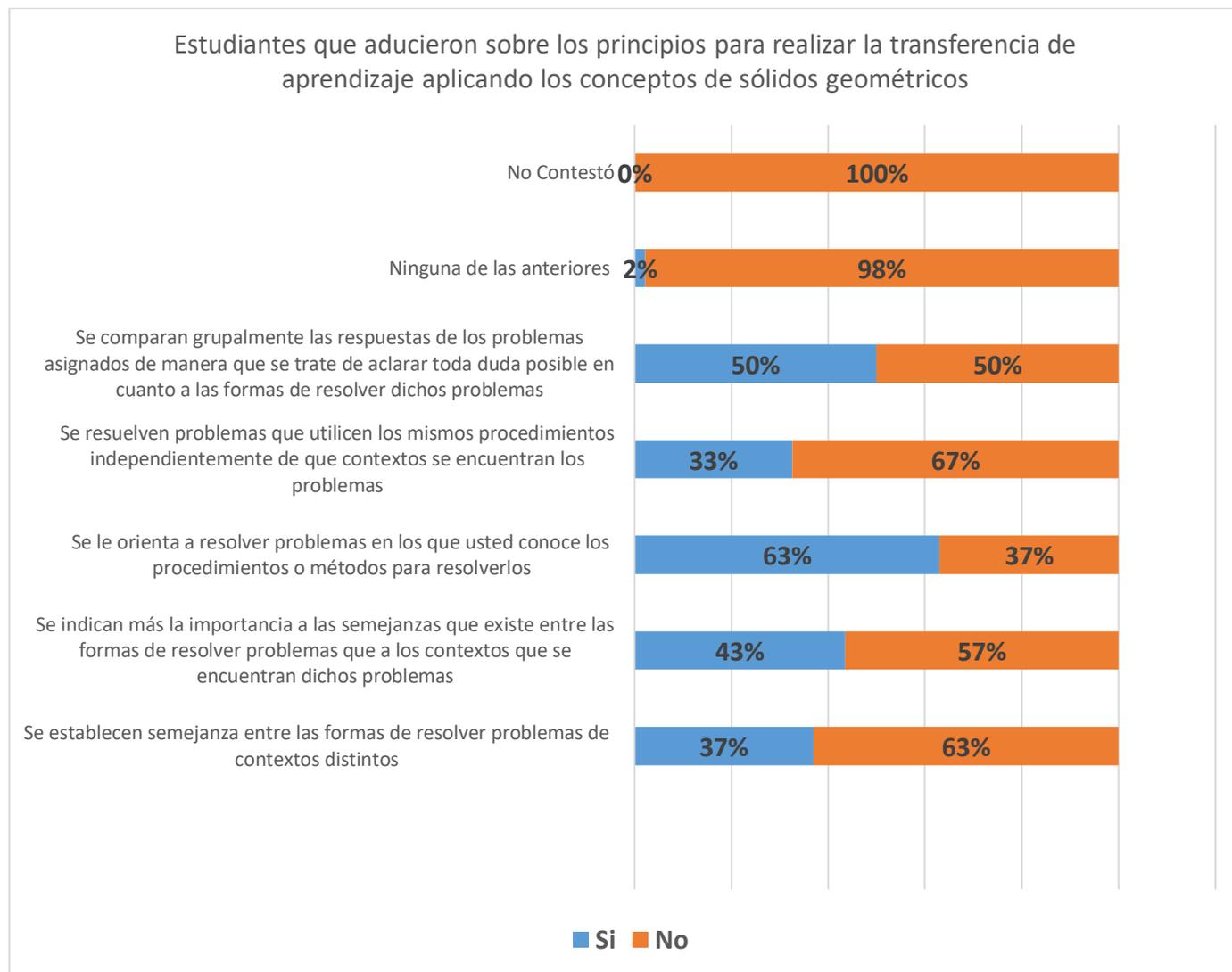
El 63% afirmó que se le orientan a resolver problemas en donde dichos estudiantes conocen los procedimientos o métodos para resolverlos, de igual manera, dichos datos coinciden con lo observado durante las clases.

El 33% expresó que se resuelven problemas que utilicen los mismos procedimientos independientemente de que contextos se encuentran tales problemas, no obstante, en las clases observadas no se demostró el desarrollo de este principio, en vista de que las tareas de aprendizaje solo se resolvían aplicando los conceptos de los sólidos en el contexto concreto en que fueron aprendidos.

Dichas tareas correspondían únicamente a calcular el área lateral, total y volumen de los sólidos, no se resolvieron problemas de aplicación relacionados con los sólidos. El 50% de dichos estudiantes afirmó que se comparan grupalmente las respuestas de los problemas asignados de manera que se trate de aclarar toda duda posible en cuanto a las formas de resolver dichos problemas, este dato coincide con lo

observado durante el desarrollo de los contenidos, aunque dicha actividad se realizó en algunas ocasiones. Y finalmente el 2% expresó que no se realizaron estos principios de transferencia de aprendizaje.

Gráfico 10



Fuente: Resultado de la investigación.

5. Conclusiones

Luego de haber desarrollado la investigación en relación al proceso de elaboración de conceptos matemáticos en el aprendizaje de sólidos, octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa, segundo semestre 2019, se infiere que:

1. El proceso de elaboración de conceptos se desarrolló de manera irregular, en vista de que procesos fundamentales como la abstracción y la generalización no se realizaron con el cumplimiento pleno de los mismos.
2. El proceso de la vía inductiva de elaboración de conceptos se desarrolló de manera fortuita y arbitraria, dado que en el desarrollo de las clases no reflejó indicadores correspondientes a los principios de tal vía de elaboración de conceptos.
3. Los conceptos de sólidos estudiados se evaluaron con mayor preponderancia en actividades de resolución de ejercicios relacionadas con el cálculo de área y volumen de dichos sólidos, en cambio, la elaboración de conceptos en relación a los sólidos se le otorgó poca consideración, ya que desde las primeras clases introductorias se realizaron actividades de resolución de ejercicios.
4. El aprendizaje de los sólidos se realizó de manera lineal, considerando la ausencia de procesos cognitivos como diferenciación progresiva y reconciliación integradora.
5. Las funciones cognitivas de aprendizaje no se desarrollaron en forma establecida desde el enfoque cognitivo, esto es que no se realizó la organización de los conceptos de sólidos en estudio paralelos con el proceso adaptativo de asimilación y revisión de dichos conceptos.
6. El proceso de transferencia de aprendizaje, se limitó únicamente a la transferencia cercana de aprendizaje, dado que se realizó resolución de cálculos aplicando los conceptos de área lateral, área total y volumen en el contexto propio de aprendizaje.
7. Con el objetivo de mejorar el aprendizaje de Matemática, se propone la técnica V de Gowin destinada a construir los conceptos de volúmenes en los sólidos contemplados en el programa del ministerio de educación (MINED).

6. Bibliografía

- Asubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1998). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (décimo primera ed.). México: Editorial Trillas.
- Cruz, L. A. (2002). *Didáctica de la Matemática para la Formación Docente* (colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes Centroamericanos de Educación Primaria o Básica) (Vol. 22). Cartago, Costa Rica: Impresora Obando.
- Cultural, S.A. (2000). *Diccionario de Matemáticas*. Madrid, España: Cultural, S.A.
- Eggen, P., & Kauchak, D. (2005). *Estrategias Docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento* (segunda ed.). México: Fondo de Cultura Económica.
- Espasa. (2002). *Enciclopedia de Pedagogía*. España: Espasa.
- Férnadez Chelala, R. M., Alfonso Cruz, I., & González Pérez, R. (septiembre de 2017). La formación de conceptos matemáticos: consideraciones teóricas y metodológicas. Obtenido de EBSCO host: <https://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=b841f3ee-31a6-4144-a3b3-768a7b30f00d%40sdc-v-sessmgr02>
- González, F. (noviembre de 2005). Algunas cuestiones básicas acerca de la enseñanza de conceptos matemáticos. Dialnet, 37-80. Obtenido de Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2004433>
- Grupo Cultural . (2008). *Metodología del aprendizaje*. Madrid, España: Grupo Cultural.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (sexta ed.). México, D.F.: McGraw Hill.
- Lexus . (2007). *La Biblia de las Matemáticas* . España : Lexus.
- Lexus. (2005). *Escuela para maestros. Enciclopedia de Pedagogía práctica*. Colombia: Lexus.
- Morris, C., & Maisto, A. (2014). *Psicología* (Décima ed.). México, D.F.: Pearson.
- Océano. (2000). *Enciclopedia de la Psicopedagogía. Pedagogía y Psicología*. Barcelona, España: Océano.
- Rich, B. (1991). *Geometría* (segunda ed.). México: McGraw Hill.
- Samper, C., Leguizamón, C., & Camargo, L. (2002). La construcción de conceptos: una actividad importante para desarrollar razonamiento en Geometría. *EMA*, 7(3), 293-309. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/279465112_La_construccion_de_conceptos_una_actividad_importante_para_desarrollar_razonamiento_en_geometria

Santillana. (2002). Diccionario de las ciencias de la educación (Décima octava ed.). Madrid, España: Santillana.

Scheaffer, R., & Mendenhall, W. (1987). Elementos de muestreo. México: Grupo Editorial Iberoamerica .

Schunk, D. (2014). Teoría del aprendizaje. Una perspectiva educativa (sexta ed.). México, D.F.: Pearson.

Woolfolk, A. (2016). Psicología Educativa (décimosegunda ed.). México: Pearson.

ANEXOS

ANEXO 1: Tabla de Operacionalización de variables
Variable 1: Elaboración de conceptos matemáticos

Variables	Definición conceptual	Indicadores	Escala	Técnicas	Preguntas
Elaboración de conceptos matemáticos	Según Ausubel, Novak y Hanesian (1998) la formación de conceptos consiste esencialmente en un proceso de abstraer las características comunes y esenciales de una clase de objetos o acontecimientos que varían contextualmente, en otros aspectos que no atañen al criterio o a lo largo de dimensiones aparte de la que se está explorando (p. 96).	Definición de concepto	Nominal	Entrevista	¿Qué es para usted un concepto en Matemática?
		Procesos de abstracción y generalización	Nominal	Observación	¿De qué manera se realizan los procesos cognitivos de abstracción y generalización durante la elaboración de conceptos con sus estudiantes?
		Prototipo	Nominal	Entrevista	¿Qué significa para usted un prototipo desde el punto de vista del aprendizaje de conceptos en matemática?
			Nominal	Entrevista Observación	¿Cómo incide un prototipo en el aprendizaje de conceptos sobre sólidos?
			Nominal	Observación Encuesta	¿presenta los ejemplos de un prototipo en relación a los sólidos con los cuales los estudiantes estén familiarizado?
		Estructura de los conceptos	Nominal	Entrevista	¿Qué propiedades contiene la estructura de un concepto?
			Nominal	Entrevista Observación encuesta	¿Se toman en cuenta la estructura de un concepto durante el aprendizaje de los sólidos?
		Etapas de elaboración de Conceptos	Nominal	Entrevista Observación	¿Cómo se desarrollan las etapas de elaboración de conceptos en el aprendizaje de sólidos?
			Nominal	Observación Encuesta	¿se presentan situaciones concretas en relación a los conceptos de sólidos de manera que sean familiares a los estudiantes?
			Nominal	Observación Encuesta	¿los estudiantes expresan sus concepciones en cuanto a la temática abordada?
Nominal	Observación Encuesta		¿se realizan actividades enfocadas a identificar las cualidades que poseen los sólidos en estudio?		

Variable 1: Elaboración de conceptos matemáticos

Variables	Definición conceptual	Indicadores	Escala	Técnicas	Preguntas
Elaboración de conceptos matemáticos	Según Ausubel, Novak y Hanesian (1998) la formación de conceptos consiste esencialmente en un proceso de abstraer las características comunes y esenciales de una clase de objetos o acontecimientos que varían contextualmente, en otros aspectos que no atañen al criterio o a lo largo de dimensiones aparte de la que se está explorando (p. 96).	Etapas de elaboración de Conceptos	Nominal	Observación Encuesta	¿se realizan comparaciones de las cualidades que se han identificado?
			Nominal	Observación Encuesta	¿se realizan las clasificaciones correspondientes a las propiedades que tiene en común los sólidos?
			Nominal	Observación Encuesta	¿se elaboran síntesis de la clasificación de sólidos en función de las propiedades abstraídas?
			Nominal	Observación Encuesta	¿se diseñan mapas conceptuales que categoricen las propiedades de los sólidos de modo que los conceptos puedan clasificarse y relacionarse?
		Vías de elaboración de conceptos	Nominal	Entrevista	¿Qué vías de elaboración desarrolla para la elaboración de conceptos en el aprendizaje de sólidos?
			Nominal	Observación	¿se introduce los conceptos presentando definiciones formales y representaciones (símbolos o figuras) convencionales?
			Nominal	Observación	¿luego de realizar introducción formal del concepto se presentan ejemplos concretos perteneciente a dichos conceptos?
			Nominal	Observación	¿por consiguiente, se establecen categorías con el fin de clasificar dichos objetos concretos?
			Nominal	Entrevista	¿Cuál de estas vías de elaboración de conceptos considera más ventajosa para el aprendizaje de sólidos?
		Tipos de conceptos de acuerdo a los criterios de clasificación	Nominal	Observación Encuesta	¿se reflejan explícitamente los conceptos conjuntivos, disyuntivos y relacionales en el aprendizaje de sólidos?

Variable 1: Elaboración de conceptos matemáticos

Variables	Definición conceptual	Indicadores	Escala	Técnicas	Preguntas
Elaboración de conceptos matemáticos	Según Ausubel, Novak y Hanesian (1998) la formación de conceptos consiste esencialmente en un proceso de abstraer las características comunes y esenciales de una clase de objetos o acontecimientos que varían contextualmente, en otros aspectos que no atañen al criterio o a lo largo de dimensiones aparte de la que se está explorando (p. 96).	Tipos de conceptos de acuerdo a la existencia de ejemplos	Nominal	Observación	¿se presentan ejemplos de conceptos denotativos concretos en el aprendizaje de sólidos?
			Nominal	Observación	¿Los conceptos denotativos abstractos se infieren a partir de los conceptos denotativos concretos relacionado a los sólidos?
		Criterios para determinar el aprendizaje de un concepto	Nominal	Entrevista Observación Encuesta	¿Qué técnicas se aplican para evaluar el aprendizaje de conceptos sobre sólidos?
			Nominal	Observación Encuesta	¿Se presentan de manera combinada los ejemplos y no ejemplos durante la identificación de un concepto?
		Nominal	Encuesta Observación	¿se incluyen distractores durante la etapa identificación de un concepto?	
		Nominal	Observación Encuesta	¿se definen los conceptos a modo de conclusión de las propiedades inferidas por los estudiantes?	
		Importancia de la elaboración de conceptos	Nominal	Entrevista	¿Por qué cree que es importante elaborar conceptos matemáticos?

Variable 2: aprendizaje de sólidos

Variables	Definición conceptual	Indicadores	Escala	Técnicas	Preguntas
Aprendizaje de sólidos	El aprendizaje se define desde el enfoque cognitivista como “la incorporación de nueva información en las estructuras cognitivas del sujeto” (Ausubel, (s.f.), citado por Lexus, 2005, p. 624).	Concepto de sólido	Nominal	Encuesta	¿A qué se refiere el concepto de sólido?
		concepto de aprendizaje	Nominal	Entrevista	¿Qué entiende por aprendizaje?
		Tipos de aprendizaje	Nominal	Encuesta Observación	¿El aprendizaje de las propiedades de los sólidos solo se limita a la memorización de uso temporal?
			Nominal	Encuesta Observación	¿Se realiza un esfuerzo por relacionar los conocimientos previos que tienen los estudiantes respecto al aprendizaje de las características de los sólidos?
		Disonancia cognitiva	Nominal	Observación	¿Los estudiantes elaboran hipótesis a partir de sus concepciones previas?
			Nominal	Observación	¿se consideran las preconcepciones de los estudiantes como hipótesis en la construcción de conceptos sobre sólidos?
			Nominal	Observación Encuesta	¿se contrastan las hipótesis (juicios propios del alumno) con los conceptos formales en relación a los sólidos?
		Aprendizaje significativo	Nominal	Entrevista	¿Cómo describe el aprendizaje significativo?
			Nominal	Encuesta Observación	¿se realiza un esfuerzo por relacionar las concepciones que tienen los estudiantes en relación a los sólidos con los nuevos conceptos a aprender?
			Nominal	Observación Encuesta	¿se elaboran mapas conceptuales a partir de los conceptos que conocen los estudiantes sobre los sólidos?
Nominal	Observación Encuesta		¿Se elaboran formalmente una síntesis considerando los conceptos construidos en proceso de aprendizaje?		

Variable 2: Elaboración de conceptos matemáticos

Variables	Definición conceptual	Indicadores	Escala	Técnicas	Preguntas
Aprendizaje de sólidos	El aprendizaje se define desde el enfoque cognitivista como “la incorporación de nueva información en las estructuras cognitivas del sujeto” (Ausubel, (s.f.), citado por Lexus, 2005, p. 624).	Funciones cognitivas	Nominal	Observación	¿Se manifiestan las funciones cognitivas en el aprendizaje de conceptos en relación a los sólidos?
			Nominal	Observación	¿se desarrolla el aprendizaje de sólidos por diferenciación progresiva?
			Nominal	Observación	¿se desarrolla el aprendizaje de sólido por reconciliación integradora?
			Nominal	Observación	¿Las funciones cognitivas de aprendizaje se desarrollan en el orden correspondiente a la teoría piagetiana de construcción del conocimiento?
			Nominal	Encuesta	¿La información que se presenta en relación a las propiedades de los sólidos es asequible para el aprendizaje de dichos sólidos?
		Desajuste óptimo	Nominal	Observación	¿se promueve el desajuste óptimo en el aprendizaje de sólidos?
		Transferencia del aprendizaje	Nominal	Entrevista	¿Cómo define la transferencia del aprendizaje?
			Nominal	Observación Encuesta	¿Qué tipos de transferencia de aprendizaje se desarrollan en el aprendizaje de sólidos?
			Nominal	Entrevista	¿Qué implicancia considera usted que puede existir entre la capacidad de aplicar los conceptos aprendidos y la importancia de construir conceptos?
			Nominal	Observación	¿Se evidencia el aprendizaje situado durante el aprendizaje de sólido?
Nominal	Observación Encuesta		¿Qué principios se aplican para favorecer la transferencia de aprendizaje de sólidos a otros contextos de aprendizaje?		

ANEXO 2: Encuesta



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA-MATAGALPA

Encuesta dirigida a estudiante de octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa, Segundo semestre 2019.

Estimado estudiante: La presente encuesta es para la recolección de información en cuanto a la elaboración de conceptos en el aprendizaje de sólidos, en la asignatura de Matemática, ya que usted es la persona pertinente para brindar información veraz al respecto.

Marque con un (✓) la casilla correspondiente a su respuesta en cada una de las siguientes preguntas.

1. ¿Se presentan ejemplos que usted conoce en relación a un sólido durante el inicio de los contenidos de esa unidad de estudio?
 - 1.1. Sí
 - 1.2. No
2. ¿Se presentan simultáneamente la definición, la representación gráfica y los ejemplos correspondiente de los sólidos que se están estudiando?
 - 2.1. Sí
 - 2.2. No
3. ¿Se considera el estudio de los sólidos a partir de situaciones que usted conoce?
 - 3.1. Sí
 - 3.2. No
4. ¿Tiene usted la oportunidad de expresar su opinión en cuanto a la definición de un sólido considerado durante su estudio?

- 4.1. Sí
- 4.2. No
- 5. ¿Cuáles de las siguientes características se identifican en los diferentes tipos de sólidos, durante el desarrollo del contenido?
 - 5.1. Cantidad de bases
 - 5.2. Superficies curvas y planas que forman sus caras
 - 5.3. Tipos de polígonos que forman sus caras
 - 5.4. Paralelismo y perpendicularidad entre sus caras
 - 5.5. Regularidad en los polígonos que forman sus caras y bases
 - 5.6. Ninguna de las anteriores
- 6. ¿Se realizan comparaciones de las características de los sólidos mencionadas en la pregunta anterior?
 - 6.1. Sí
 - 6.2. No
- 7. ¿Se realizan clasificaciones de los sólidos de acuerdo a las características que tienen en común dichos sólidos?
 - 7.1. Sí
 - 7.2. No
- 8. ¿Se elaboran síntesis (o resumen) de la clasificación de los sólidos durante el desarrollo de la clase?
 - 8.1. Sí
 - 8.2. No
- 9. ¿Se elaboran mapas conceptuales para clasificar a los sólidos durante el desarrollo de la clase?
 - 9.1. Sí
 - 9.2. No
- 10. ¿Se realizan actividades con el objetivo de construir el concepto de un sólido determinado, a partir de dos o más características que posea dicho sólido?

- 10.1. Sí
- 10.2. No
11. ¿Se realizan actividades con el objetivo de diferenciar un concepto del sólido en estudio, mediante al menos una característica relevante del mismo?
- 11.1. Sí
- 11.2. No
12. ¿Se presentan simultáneamente sólidos que tengan características comunes con el objetivo de clasificarlos en clases (o categorías)?
- 12.1. Sí
- 12.2. No
13. ¿Se presenta de manera conjunta algunos ejemplos que tienen la forma de los sólidos que se están estudiando para su debida clasificación?
- 13.1. Sí
- 13.2. No
14. ¿Durante la ejemplificación de cualquier sólido se han presentado las siguientes características del mismo, con el objetivo de identificar dicho sólido?
- 14.1. El mismo sólido con varios tamaños
- 14.2. El mismo sólido en posiciones diferentes
- 14.3. Varios objetos que tengan la forma del sólido
- 14.4. Ningunas de las anteriores
15. ¿Se elaboran conclusiones (o definiciones) a partir de las características propias que usted que se han identificado en los diferentes sólidos en estudio?
- 15.1. Sí
- 15.2. No
16. ¿Cuál de las siguientes definiciones corresponde al concepto de sólido?
- 16.1. Objeto limitado solo por superficies planas
- 16.2. Cuerpo geométrico tridimensional (largo, ancho y alto) limitado por superficies planas y al menos una curva
- 16.3. Ninguna de las anteriores

17. ¿El aprendizaje de las características de los sólidos usted lo limita a la memorización por repetición?

17.1. Sí

17.2. No

18. ¿Realiza usted un esfuerzo por relacionar las ideas que tienen acerca de los sólidos que se están estudiando con los conceptos elaborados durante la clase?

18.1. Sí

18.2. No

19. ¿Compara usted sus opiniones que tiene sobre un sólido con los contenidos desarrollados durante el aprendizaje de los mismos?

19.1. Sí

19.2. No

20. ¿Elabora usted algunas conclusiones a partir de sus opiniones relacionándolas con los nuevos conceptos aprendidos sobre los sólidos?

20.1. Sí

20.2. No

21. ¿Desarrolla usted actividades relacionadas al aprendizaje de los sólidos en estudio, tomando en cuenta los conocimientos que tiene sobre cada uno de los mismos?

21.1. Sí

21.2. No

22. ¿Se diseñan mapas conceptuales a partir de las características de los sólidos analizadas en base a las concepciones (u opiniones) que usted tiene al respecto?

22.1. Si

22.2. No

23. ¿Es comprensible para usted la información que se le presenta en relación a las características de los sólidos que se han estudiado?

23.1. Sí

23.2. No

24. ¿Luego de aprender los conceptos sobre los sólidos, cuáles de las siguientes actividades de aprendizaje se realizan?

24.1. Se resuelven ejercicios relacionados propiamente con los sólidos

24.2. Se resuelven problemas de la vida cotidiana aplicando los conceptos de los sólidos

24.3. Ninguna de las anteriores

25. ¿Cuáles de las siguientes actividades de aprendizaje se realizan respecto a los sólidos?

25.1. Se establecen semejanza entre las formas de resolver problemas de contextos distintos

25.2. Se indican más la importancia a las semejanzas que existe entre las formas de resolver problemas que a los contextos que se encuentran dichos problemas

(por ejemplo: si dos objetos como un par de cajas tienen formas iguales, se considera más importante los procedimientos para calcular sus volúmenes que las características como peso, tamaño, color, posición en el espacio entre otras).

25.3. Se le orienta a resolver problemas en los que usted conoce los procedimientos o métodos para resolverlos

25.4. Se resuelven problemas que utilicen los mismos procedimientos independientemente de que contextos se encuentran los problemas

25.5. Se comparan grupalmente las respuestas de los problemas asignados de manera que se trate de aclarar toda duda posible en cuanto a las formas de resolver dichos problemas

25.6. Ninguna de las anteriores

Gracias por su amable colaboración...

ANEXO 3: Entrevista



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA
FACULTADA REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA, MATAGALPA
FAREM-MATAGALPA

Entrevista al docente de octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa.

I. Introducción

Estimado docente, estamos realizando una investigación, para analizar el proceso de elaboración de conceptos en el aprendizaje de Sólidos, octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa, segundo semestre 2019.

II. Datos Generales

Nombre del docente: _____ Fecha: _____

III. Preguntas a desarrollar.

1. ¿Qué es para usted un concepto en Matemática?
2. ¿Por qué cree que es importante elaborar conceptos matemáticos?
3. ¿Cómo cree usted que puede estar estructurado un concepto matemático?
4. ¿Cómo desarrolla usted el proceso de construcción de conceptos con sus estudiantes al abordar los diferentes tipos de sólidos?
5. ¿Qué entiende usted por categorías conceptuales?

6. ¿Cómo cree usted que inciden las cualidades más relevantes de los conceptos sobre los sólidos para la construcción de los mismos?
7. ¿Cómo se desarrollan las características de un sólido durante la construcción de un concepto sobre el mismo?
8. ¿Cómo hace usted para construir los conceptos sobre los diferentes sólidos con sus estudiantes?
9. ¿Qué procesos (o métodos) utiliza usted para la construcción de conceptos matemáticos relacionados a los sólidos?
10. ¿Qué procesos considera usted que es más ventajoso para la construcción (o elaboración) de los conceptos matemáticos relacionados a los sólidos?
11. ¿Qué técnicas aplica usted para evaluar el aprendizaje de los conceptos sobre los sólidos?
12. ¿Qué es para usted el aprendizaje?
13. ¿Qué es para usted el aprendizaje significativo?
14. ¿Qué es para usted la transferencia del aprendizaje?
15. ¿Qué relación considera usted que pueda existir entre actividades orientadas a elaborar (o construir) conceptos matemáticos sobre los sólidos, y sus aplicaciones de dichos conceptos en el aprendizaje basado en la resolución de problemas?

ANEXO 4: Guía de observación.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA,
MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE MATAGALPA
Guía de observación a clases

Docente visitado: _____ **N° de estudiantes:** _____

Contenido desarrollado: _____

Observación N°: _____ **Fecha:** _____ **sección:** _____

Objetivo: Analizar el proceso de elaboración de conceptos Matemáticos en el aprendizaje de Sólidos, octavo grado, colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa, segundo semestre 2019.

1. Elaboración de conceptos

1.1. Procesos de abstracción y generalización

N°	Parámetro	Sí	No	Consideración
1	Se presentan los ejemplos (representaciones) de un sólido en su conjunto.			
2	Se identifican los atributos comunes de los ejemplos del sólido en estudio.			
3	Se realiza una comparación explícita de las propiedades críticas que distinguen a los ejemplos del concepto de sólido.			
4	Se establecen relaciones entre los ejemplos de un sólido de acuerdo a las características de los mismos.			
5	Se establecen criterios para clasificar los ejemplos de sólido.			

1. Elaboración de conceptos

1.1. Procesos de abstracción y generalización

Continuación

N°	Parámetro	Sí	No	Consideración
6	Se determinan reglas de carácter clasificatorias para formar categorías conceptuales en relación a los sólidos.			
7	Se indica el concepto abstraído en relación al sólido en estudio.			
8	Se generaliza el concepto mediante la omisión explícita de las cualidades irrelevantes de manera que se distinga el concepto del sólido y de sus representaciones.			

1.2. Prototipo

N°	Parámetro	Si	No	Consideración
9	Se presentan ejemplos de un prototipo del sólido mediante los cuales los estudiantes están familiarizados.			
10	Se utiliza un prototipo para reconocer las concepciones generales que tienen los estudiantes respecto al sólido en estudio.			

1.3. Estructura de los conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideración
11	Se presentan de manera simultánea la definición de un sólido y su extensión.			
12	Se realizan esquemas donde se presenten la definición de un concepto y su extensión.			
13	Se presentan ejemplos compatibles e incompatibles sobre el sólido en estudio.			

1.4. Etapas de elaboración de conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideraciones
14	Se presentan situaciones concretas donde se evidencie la existencia de los conceptos en relación a sólidos.			
15	Los estudiantes expresan sus concepciones sobre el sólido en estudio.			
16	Los estudiantes se familiarizan con los conceptos de los sólidos mediante la presentación reiterada de ejercicios de identificación de atributos comunes.			
17	Se realizan actividades como la ejercitación, profundización y sistematización de los conceptos sobre los sólidos mediante la comparación e identificación de sus características.			
18	Se diseñan mapas conceptuales para categorizar los sólidos en función de las propiedades abstraídas.			

1.5. Vías de elaboración de conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideraciones
19	se presentan las extensiones de los conceptos de manera que no se advierte la presencia del concepto en desarrollo.			
20	Se Identifican los atributos comunes en los objetos que posee el concepto para clasificarlos en clases.			
21	Se determina la representación verbal (definición) y formal del concepto luego de realizar las actividades de identificación.			

1.6. Tipos de conceptos de acuerdo a los criterios de clasificación

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
22	Se construye el concepto en relación a los sólidos mediante la conjunción de conceptos.			
23	Se determinan los atributos críticos de un sólido mediante la disyunción de conceptos con el objetivo de identificar el mismo.			
24	Se elaboran categorías conceptuales mediante conceptos relacionales.			

1.7. Tipos de conceptos de acuerdo a la existencia de ejemplos

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
25	Se presentan ejemplos denotativos concretos en el aprendizaje de los sólidos.			
26	Los conceptos denotativos abstractos se infieren a partir de los conceptos denotativos concretos.			

1.8. Criterios para determinar el aprendizaje de los conceptos

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
27	Se presentan de manera combinada los ejemplos y no ejemplos durante la identificación del concepto.			
28	Se incluyen distractores durante la etapa de identificación de un concepto.			
29	Los estudiantes realizan actividades orientadas a definir los conceptos de acuerdo a las conclusiones previamente elaboradas.			

2. Aprendizaje de sólidos

2.1. Tipos de aprendizajes

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
30	El aprendizaje de las propiedades de los sólidos solo se limita a la memorización de uso temporal.			
31	Se realiza un esfuerzo por relacionar los conocimientos previos que tienen los estudiantes respecto a las características del sólido en consideración.			

2.2. Disonancia cognitiva

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
32	Los estudiantes elaboran hipótesis a partir de sus concepciones previas con el fin de contrastarlas con el conocimiento formal que pretenden aprender.			
33	se consideran los prejuicios cognitivos como hipótesis en la construcción del aprendizaje de sólidos.			
34	Se contrastan las hipótesis o prejuicios que tiene los estudiantes respecto a las propiedades de los sólidos con la información desarrollada durante la clase.			

2.3. Aprendizaje significativo

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
35	se realiza un esfuerzo por relacionar las concepciones que tienen los estudiantes en relación a los sólidos con los nuevos conceptos a aprender.			

2.3. Aprendizaje significativo. Continuación

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
36	Se elaboran mapas conceptuales en base a los conocimientos previos que poseen los estudiantes.			
37	Se elabora síntesis formal considerando los conceptos contruidos por los estudiantes sobre los sólidos.			

2.4. Funciones cognitivas

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
38	Se desarrollan las funciones de asimilación y acomodación en la adquisición de los conceptos sobre sólidos.			
39	Se formaliza el aprendizaje de conceptos del sólido en por diferenciación progresiva.			
40	Se desarrolla el aprendizaje del sólido por reconciliación integradora.			
41	Las funciones cognitivas se desarrollan de acuerdo al orden establecido por la teoría piagetiana del aprendizaje.			

2.5. Desajuste óptimo

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
43	Se promueve el desajuste óptimo en el aprendizaje de los sólidos.			

2.6. Transferencia del aprendizaje

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
44	Se transfieren los conceptos sobre sólidos en el mismo contexto en que fueron aprendidos.			
45	Se transfieren los conceptos sobre sólidos en la resolución de problemas de otros contextos.			
46	Los estudiantes tienden a desarrollar la estructura de resolución de problemas de sólido solo en el contexto en que fue aprendido.			
47	Se le muestra a los estudiante la semejanza entre la forma de resolver problemas de contextos distintos.			
48	Se dirige más la atención de los alumnos hacia la estructura fundamental de resolver los problemas más que a los elementos que constituyen los mismos.			
49	Se presentan problemas ejemplos con semejanza entre su forma estructural de resolverlos.			
50	Los estudiantes contrastan grupalmente sus respuestas a los problemas desarrollados durante la sesión de clase.			

ANEXO 5: Codificación utilizada en el procesamiento de la encuesta

Codificación	
S:	Sí
N:	No
NC:	No contestó
RI:	Respuesta Inválida
SES:	Se establecen semejanza entre las formas de resolver problemas de contextos distintos
SII:	Se indican más la importancia a las semejanzas que existe entre las formas de resolver problemas que a los contextos que se encuentran dichos problemas
SOR:	Se le orienta a resolver problemas en los que usted conoce los procedimientos o métodos para resolverlos
SRP:	Se resuelven problemas que utilicen los mismos procedimientos independientemente de que contextos se encuentran los problemas
SCG:	Se comparan grupalmente las respuestas de los problemas asignados de manera que se trate de aclarar toda duda posible en cuanto a las formas de resolver dichos problemas
NA:	Ninguna de las anteriores

ANEXO 6: Tabla de resultados de encuestas aplicadas a estudiantes de octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga

Pregunta	Encuesta																						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1. ¿Se presentan ejemplos que usted conoce en relación a un sólido durante el inicio de los contenidos de esa unidad de estudio?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2. ¿Se presentan simultáneamente la definición, la representación gráfica y los ejemplos correspondiente de los sólidos que se están estudiando?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S
3. ¿Se considera el estudio de los sólidos a partir de situaciones que usted conoce?	N	S	NC	NC	N	S	NC	N	S	N	S	S	S	N	N	S	S	N	S	N	N	S	NC
4. ¿Tiene usted la oportunidad de expresar su opinión en cuanto a la definición de un sólido considerado durante su estudio?	S	N	S	NC	N	S	S	S	S	S	N	S	S	N	NC	N	S	S	S	S	S	N	S
5. ¿Se realizan comparaciones de las características de los sólidos mencionadas en la pregunta anterior?	S	NC	NC	S	NC	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	N	S
6. ¿Se realizan clasificaciones de los sólidos de acuerdo a las características que tienen en común dichos sólidos?	N	NC	NC	S	NC	S	S	S	S	N	N	S	S	NC	S	N	S	S	S	N	S	S	S
7. ¿Se elaboran síntesis (o resumen) de la clasificación de los sólidos durante el desarrollo de la clase?	S	NC	NC	S	NC	S	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	N
8. ¿Se elaboran mapas conceptuales para clasificar a los sólidos durante el desarrollo de la clase?	N	NC	NC	N	NC	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N
9. ¿Se realizan actividades con el objetivo de construir el concepto de un sólido determinado, a partir de dos o más características que posea dicho sólido?	S	NC	NC	S	NC	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	N	N	S	S	S
10. ¿Se realizan actividades con el objetivo de diferenciar un concepto del sólido en estudio, mediante al menos una característica relevante del mismo?	S	NC	S	S	S	S	S	N	N	N	S	S	N	S	S	S	S	S	N	N	S	N	N

Tabla de resultados de encuestas aplicadas a estudiantes de octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga. Continuación

Pregunta	Encuesta																						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
11. ¿Se presentan simultáneamente sólidos que tengan características comunes con el objetivo de clasificarlos en clases (o categorías)?	S	NC	N	S	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	S	N	S	S	N
12. ¿Se presenta de manera conjunta algunos ejemplos que tienen la forma de los sólidos que se están estudiando para su debida clasificación?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	NC	N	S	S	N	N	S	N	S	S	S	S
13. ¿Se elaboran conclusiones (o definiciones) a partir de las características propias que usted ha identificado en los diferentes sólidos en estudio?	S	S	N	S	N	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	N
14. ¿El aprendizaje de las características de los sólidos usted lo limita a la memorización por repetición?	S	NC	NC	N	NC	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	N	N	S	N	N	NC	S	N
15. ¿Realiza usted un esfuerzo por relacionar las ideas que tienen acerca de los sólidos que se están estudiando con los conceptos elaborados durante la clase?	S	NC	NC	S	NC	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	N	S	N	S	NC	S	N
16. ¿Compara usted sus opiniones que tiene sobre un sólido con los contenidos desarrollados durante el aprendizaje de los mismos?	S	NC	NC	S	NC	N	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	S	S	NC	N	NC
17. ¿Elabora usted algunas conclusiones a partir de sus opiniones relacionándolas con los nuevos conceptos aprendidos sobre los sólidos?	S	NC	NC	N	NC	S	N	S	S	S	N	S	N	N	N	N	S	N	N	N	NC	N	N
18. ¿Desarrolla usted actividades relacionadas al aprendizaje de los sólidos en estudio, tomando en cuenta los conocimientos que tiene sobre cada uno de los mismos?	S	NC	NC	N	NC	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	NC	S	N
19. ¿Se diseñan mapas conceptuales a partir de las características de los sólidos analizadas en base a las concepciones (u opiniones) que usted tiene al respecto?	N	NC	NC	N	NC	S	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	N	S	RI	N	NC	N	N
20. ¿Es comprensible para usted la información que se le presenta en relación a las características de los sólidos que se han estudiado?	S	NC	NC	S	NC	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	NC	S	S

Tabla de resultados de encuestas aplicadas a estudiantes de octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga. Continuación

Pregunta	Encuesta																						
	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
1. ¿Se presentan ejemplos que usted conoce en relación a un sólido durante el inicio de los contenidos de esa unidad de estudio?	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S
2. ¿Se presentan simultáneamente la definición, la representación gráfica y los ejemplos correspondiente de los sólidos que se están estudiando?	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S
3. Se considera el estudio de los sólidos a partir de situaciones que usted conoce?	NC	S	N	S	N	N	S	S	N	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	N	S	S	S
4. ¿Tiene usted la oportunidad de expresar su opinión en cuanto a la definición de un sólido considerado durante su estudio?	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S
5. ¿Se realizan comparaciones de las características de los sólidos mencionadas en la pregunta anterior?	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	S	N	S
6. ¿Se realizan clasificaciones de los sólidos de acuerdo a las características que tienen en común dichos sólidos?	N	S	S	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	S
7. ¿Se elaboran síntesis (o resumen) de la clasificación de los sólidos durante el desarrollo de la clase?	S	S	N	S	N	N	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	N	S	S

Tabla de resultados de encuestas aplicadas a estudiantes de octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga. Continuación

Pregunta	Encuesta																						
	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
8. ¿Se elaboran mapas conceptuales para clasificar a los sólidos durante el desarrollo de la clase?	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N	S
9. ¿Se realizan actividades con el objetivo de construir el concepto de un sólido determinado, a partir de dos o más características que posea dicho sólido?	S	N	NC	NC	S	N	N	S	S	S	N	S	S	N	S	S	N	S	S	S	S	S	S
10. ¿Se realizan actividades con el objetivo de diferenciar un concepto del sólido en estudio, mediante al menos una característica relevante del mismo?	S	S	S	S	N	S	S	S	S	N	N	N	S	N	S	S	N	S	N	S	N	S	S
11. ¿Se presentan simultáneamente sólidos que tengan características comunes con el objetivo de clasificarlos en clases (o categorías)?	S	S	S	S	N	N	N	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
12. ¿Se presenta de manera conjunta algunos ejemplos que tienen la forma de los sólidos que se están estudiando para su debida clasificación?	S	S	S	S	N	N	S	S	S	N	S	S	S	N	S	S	S	S	N	S	S	S	S
13. ¿Se elaboran conclusiones (o definiciones) a partir de las características propias que usted que se han identificado en los diferentes sólidos en estudio?	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	N	S	S	S	S

Tabla de resultados de encuestas aplicadas a estudiantes de octavo grado, turno vespertino, colegio público Miguel Larreynaga. Continuación

Pregunta	Encuesta																							
	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	
14. ¿El aprendizaje de las características de los sólidos usted lo limita a la memorización por repetición?	S	S	S	S	N	N	N	S	S	N	S	S	N	N	S	N	S	S	S	S	N	S	S	
15. ¿Realiza usted un esfuerzo por relacionar las ideas que tienen acerca de los sólidos que se están estudiando con los conceptos elaborados durante la clase?	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	N	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	
16. ¿Compara usted sus opiniones que tiene sobre un sólido con los contenidos desarrollados durante el aprendizaje de los mismos?	S	S	S	S	N	S	S	N	S	N	N	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
17. ¿Elabora usted algunas conclusiones a partir de sus opiniones relacionándolas con los nuevos conceptos aprendidos sobre los sólidos?	S	N	S	S	N	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	N	S	S	N	S	N	N	N	
18. ¿Desarrolla usted actividades relacionadas al aprendizaje de los sólidos en estudio, tomando en cuenta los conocimientos que tiene sobre cada uno de los mismos?	N	S	S	S	N	N	S	N	N	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	
19. ¿Se diseñan mapas conceptuales a partir de las características de los sólidos analizadas en base a las concepciones (u opiniones) que usted tiene al respecto?	N	N	N	S	N	S	N	S	N	N	N	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N	N	
20. ¿Es comprensible para usted la información que se le presenta en relación a las características de los sólidos que se han estudiado?	S	S	S	S	S	S	S	N	S	S	S	N	S	N	NC	S	N	S	S	S	S	N	S	

ANEXO 7: Tabla de porcentajes de los resultados obtenidos de la encuesta.

Pregunta	% (SI)	% (NO)	% No contestaron	% Respuesta Inválida
1. ¿Se presentan ejemplos que usted conoce en relación a un sólido durante el inicio de los contenidos de esa unidad de estudio?	93%	7%		
2. ¿Se presentan simultáneamente la definición, la representación gráfica y los ejemplos correspondiente de los sólidos que se están estudiando?	91%	9%		
3. ¿Se considera el estudio de los sólidos a partir de situaciones que usted conoce?	56%	33%	11%	
4. ¿Tiene usted la oportunidad de expresar su opinión en cuanto a la definición de un sólido considerado durante su estudio?	78%	17%	5%	
5. ¿Se realizan comparaciones de las características de los sólidos mencionadas en la pregunta anterior?	80%	13%	7%	
6. ¿Se realizan clasificaciones de los sólidos de acuerdo a las características que tienen en común dichos sólidos?	63%	28%	9%	
7. ¿Se elaboran síntesis (o resumen) de la clasificación de los sólidos durante el desarrollo de la clase?	65%	28%	7%	
8. ¿Se elaboran mapas conceptuales para clasificar a los sólidos durante el desarrollo de la clase?	11%	83%	8%	
9. ¿Se realizan actividades con el objetivo de construir el concepto de un sólido determinado, a partir de dos o más características que posea dicho sólido?	63%	26%	11%	
10. ¿Se realizan actividades con el objetivo de diferenciar un concepto del sólido en estudio, mediante al menos una característica relevante del mismo?	63%	35%	2%	
11. ¿Se presentan simultáneamente sólidos que tengan características comunes con el objetivo de clasificarlos en clases (o categorías)?	72%	26%	2%	
12. ¿Se presenta de manera conjunta algunos ejemplos que tienen la forma de los sólidos que se están estudiando para su debida clasificación?	78%	20%	2%	
13. ¿Se elaboran conclusiones (o definiciones) a partir de las características propias que usted que se han identificado en los diferentes sólidos en estudio?	78%	22%		
14. ¿El aprendizaje de las características de los sólidos usted lo limita a la memorización por repetición?	57%	35%	8%	
15. ¿Realiza usted un esfuerzo por relacionar las ideas que tienen acerca de los sólidos que se están estudiando con los conceptos elaborados durante la clase?	72%	20%	8%	
16. ¿Compara usted sus opiniones que tiene sobre un sólido con los contenidos desarrollados durante el aprendizaje de los mismos?	70%	20%	10%	
17. ¿Elabora usted algunas conclusiones a partir de sus opiniones relacionándolas con los nuevos conceptos aprendidos sobre los sólidos?	43%	48%	9%	
18. ¿Desarrolla usted actividades relacionadas al aprendizaje de los sólidos en estudio, tomando en cuenta los conocimientos que tiene sobre cada uno de los mismos?	65%	26%	9%	

Tabla de porcentajes de los resultados obtenidos de la encuesta. Continuación.

Pregunta	Totales	% (SI)	% (NO)	% No Contestaron	% Respuesta Inválida
19. ¿Se diseñan mapas conceptuales a partir de las características de los sólidos analizadas en base a las concepciones (u opiniones) que usted tiene al respecto?	20%	70%	8%	2%	20%
20. ¿Es comprensible para usted la información que se le presenta en relación a las características de los sólidos que se han estudiado?	76%	13%	11%		

Pregunta 21. ¿Cuáles de las siguientes características se identifican en los diferentes tipos de sólidos, durante el desarrollo del contenido?

Opciones de respuestas	Total	Porcentaje
Cantidad de bases	23	50%
Superficies curvas y planas que forman sus caras	23	50%
Tipos de polígonos que forman sus caras	10	22%
Paralelismo y perpendicularidad entre sus caras	13	28%
Regularidad en los polígonos que forman sus caras y bases	13	28%
Ninguna de las anteriores	3	7%
No contestó	5	11%

Pregunta 22. ¿Durante la ejemplificación de cualquier sólido se han presentado las siguientes características del mismo, con el objetivo de identificar dicho sólido?

Opciones de respuestas	Total	Porcentaje
El mismo sólido con varios tamaños	21	46%
El mismo sólido en posiciones diferentes	13	28%
Varios objetos que tengan la forma del sólido	24	52%
Ningunas de las actividades anteriores	7	15%
No contestó	1	2%

Pregunta 23. ¿Cuál de las siguientes definiciones corresponde al concepto de sólido?

Opciones de respuestas	Total	Porcentaje
Objeto limitado solo por superficies planas	12	26%
Cuerpo geométrico tridimensional (largo, ancho y alto) limitado por superficies planas y al menos una curva	23	50%
Ninguna de las anteriores	11	24%
No contestó	1	2%

Pregunta 24. ¿Luego de aprender los conceptos sobre los sólidos, cuáles de las siguientes actividades de aprendizaje se realizan?

Opciones de respuestas	Total	Porcentaje
Se resuelven ejercicios relacionados propiamente con los sólidos.	34	74%
Se resuelven problemas de la vida cotidiana aplicando los conceptos de los sólidos.	10	22%
Ninguna de las anteriores	4	9%

Pregunta 25. ¿Cuáles de las siguientes actividades de aprendizaje se realizan respecto a los sólidos?

Opciones de respuestas	Total	Porcentaje
Se establecen semejanza entre las formas de resolver problemas de contextos distintos	17	37%
Se indican más la importancia a las semejanzas que existe entre las formas de resolver problemas que a los contextos que se encuentran dichos problemas	20	43%
Se le orienta a resolver problemas en los que usted conoce los procedimientos o métodos para resolverlos	29	63%
Se resuelven problemas que utilicen los mismos procedimientos independientemente de que contextos se encuentran los problemas	15	33%
Se comparan grupalmente las respuestas de los problemas asignados de manera que se trate de aclarar toda duda posible en cuanto a las formas de resolver dichos problemas	23	50%
Ninguna de las anteriores	1	2%

ANEXO 8: Tabla de datos obtenidos mediante la entrevista al docente de Matemática

Pregunta	Respuesta
1. ¿Qué es para usted un concepto en Matemática?	Es la idea o la descripción de una figura o ejemplo matemático.
2. ¿Por qué cree que es importante elaborar conceptos matemáticos?	Por qué a través ellos los estudiantes se pueden dar cuenta de las cosas que hay a nuestro alrededor, y no se conocen con esos nombres; llegar a algo más concreto.
3. ¿Cómo cree usted que puede estar estructurado un concepto matemático?	Mediante conocimientos previos, mediante la observación de figuras.
4. ¿Cómo desarrolla usted el proceso de construcción de conceptos con sus estudiantes al abordar los diferentes tipos de sólidos?	Con la elaboración de un minilibro con las figuras, sus elementos y sus respectivas fórmulas. También con la presentación de objetos concretos como cajas, cubo de Rubik.
5. ¿Qué entiende usted por categorías conceptuales?	Por ejemplo en el caso de los sólidos se dividieron en poliedros y cuerpos redondos; se agruparon según sus características.
6. ¿Cómo cree usted que inciden las cualidades más relevantes de un concepto sobre los sólidos para la construcción de los mismos?	Por ejemplo, en la construcción del concepto de un sólido se utiliza criterios como la constitución de sus bases
7. ¿Cómo se desarrollan las características de un sólido durante la construcción de un concepto sobre el mismo?	Mediante explicación de las características de dichos sólidos y estimulando a los estudiantes a imaginar las diferentes posiciones específicas de las propiedades de los sólidos.
8. ¿Cómo hace usted para construir los conceptos sobre los diferentes sólidos con sus estudiantes?	Mediante dibujos y comparaciones de propiedades de conceptos de manera intuitiva, así mismo mediante clase explicativa.
9. ¿Qué procesos (o métodos) utiliza usted para la construcción de conceptos matemáticos relacionados a los sólidos?	Mediante clase explicativa, formulario y álbum de figuras.
10. ¿Qué procesos considera usted que es más ventajosa para la construcción (o elaboración) de los conceptos matemáticos relacionados a los sólidos?	Mediante la investigación, la construcción de material concreto y exposiciones.
11. ¿Qué técnicas aplica usted para evaluar el aprendizaje de los conceptos sobre los sólidos?	Pruebas escritas que consisten en la identificación de figuras, cálculo de áreas y volumen de los sólidos.
12. ¿Qué es para usted el aprendizaje?	Es identificar objetos de la vida cotidiana y asociarlos con los contenidos de la clase
13. ¿Qué es para usted el aprendizaje significativo?	El aprendiza significativo responde a la pregunta, ¿qué tan útil pueden ser los conocimientos para la vida?
14. ¿Qué es para usted la transferencia del aprendizaje?	
15. ¿Qué implicancia considera usted que puede tener el hecho de elaborar conceptos matemáticos para ser aplicados durante el aprendizaje de esta asignatura?	Para la resolución de problemas es de gran importancia la construcción de conceptos matemáticos.

ANEXO 9: Datos recopilados mediante la observación a clases



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA,
MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE MATAGALPA
Guía de observación a clases

Docente visitado: _____ **N° de estudiantes:** 17

Contenido desarrollado: prismas, pirámides, cono, cilindro.

Observación N°: 1 **Fecha:** 06/11/2019 **sección:** octavo D

Objetivo: Analizar el proceso de elaboración de conceptos Matemáticos en el aprendizaje de Sólidos, octavo grado, colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa, segundo semestre 2019.

1. Elaboración de conceptos

1.1. Procesos de abstracción y generalización

N°	Parámetro	Sí	No	Consideración
1	Se presentan los ejemplos (representaciones) de un sólido en su conjunto.	X		De manera verbal se mencionan objetos concretos o ejemplos de los conceptos sobre sólidos como la forma que tiene un salón de clases, pilas eléctricas cilíndricas y envases cilíndricos de bebidas enlatadas.
2	Se identifican los atributos comunes de los ejemplos del sólido en estudio.		X	
3	Se realiza una comparación explícita de las propiedades críticas que distinguen a los ejemplos del concepto de sólido.		X	
4	Se establecen relaciones entre los ejemplos de un sólido de acuerdo a las características de los mismos.		X	
5	Se establecen criterios para clasificar los ejemplos de sólido.		X	

1. Elaboración de conceptos

1.1. Procesos de abstracción y generalización. Continuación

N°	Parámetro	Si	No	Consideración
6	Se determinan reglas de carácter clasificatorias para formar categorías conceptuales en relación a los sólidos.		X	
7	Se indica el concepto abstraído en relación al sólido en estudio.		X	
8	Se generaliza el concepto mediante la omisión explícita de las cualidades irrelevantes de manera que se distinga el concepto del sólido y de sus representaciones.		X	

1.2. Prototipo

N°	Parámetro	Si	No	Consideración
9	Se presentan ejemplos de un prototipo del sólido mediante los cuales los estudiantes están familiarizados.	X		Presentación de ejemplos típicos de los conceptos sobre sólidos de manera oral y dibujos, como el cilindro circular recto, la pirámide de base cuadra, el cono circular y la esfera.
10	Se utiliza un prototipo para reconocer las concepciones generales que tienen los estudiantes respecto al sólido en estudio.		X	

1.3. Estructura de los conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideración
11	Se presentan de manera simultánea la definición de un sólido y su extensión.		X	
12	Se realizan esquemas donde se presenten la definición de un concepto y su extensión.	X		No se realizó de manera extensiva, sin embargo, se elaboró un minilibro para coleccionar los sólidos con sus respectivas fórmulas de cálculo de área total y volumen.
13	Se presentan ejemplos compatibles e incompatibles sobre el sólido en estudio.		X	

1.4. Etapas de elaboración de conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideraciones
14	Se presentan situaciones concretas donde se evidencie la existencia de los conceptos en relación a sólidos.	X		Se presentaron objetos concretos utilizando materiales de trabajo como un cuaderno, marcador para simbolizar una pirámide.
15	Los estudiantes expresan sus concepciones sobre el sólido en estudio.	X		Mediante lluvias de ideas.
16	Los estudiantes se familiarizan con los conceptos de los sólidos mediante la presentación reiterada de ejercicios de identificación de atributos comunes.		X	
17	Se realizan actividades como la ejercitación, profundización y sistematización de los conceptos sobre los sólidos mediante la comparación e identificación de sus características.		X	
18	Se diseñan mapas conceptuales para categorizar los sólidos en función de las propiedades abstraídas.		X	

1.5. Vías de elaboración de conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideraciones
19	se presentan las extensiones de los conceptos de manera que no se advierte la presencia del concepto en desarrollo.		X	
20	Se Identifican los atributos comunes en los objetos que posee el concepto para clasificarlos en clases.		X	
21	Se determina la representación verbal (definición) y formal del concepto luego de realizar las actividades de identificación.		X	

1.6. Tipos de conceptos de acuerdo a los criterios de clasificación

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
22	Se construye el concepto en relación a los sólidos mediante la conjunción de conceptos.		X	
23	Se determinan los atributos críticos de un sólido mediante la disyunción de conceptos con el objetivo de identificar el mismo.		X	
24	Se elaboran categorías conceptuales mediante conceptos relacionales.		X	

1.7. Tipos de conceptos de acuerdo a la existencia de ejemplos

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
25	Se presentan ejemplos denotativos concretos en el aprendizaje de los sólidos.	X		Los ejemplos se presentaron oralmente, es decir solo se mencionaron objetos que tenían la forma de algunos de los sólidos estudiado como el hexaedro, el cilindro, paralelepípedo y la esfera. Sin embargo, no se definieron explícitamente que atributos críticos se aplicaron en dichos objetos con el objetivo de abstraer el concepto.
26	Los conceptos denotativos abstractos se infieren a partir de los conceptos denotativos concretos.		X	

1.8. Criterios para determinar el aprendizaje de los conceptos

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
27	Se presentan de manera combinada los ejemplos y no ejemplos durante la identificación del concepto.		X	
28	Se incluyen distractores durante la etapa de identificación de un concepto.		X	
29	Los estudiantes realizan actividades orientadas a definir los conceptos de acuerdo a las conclusiones previamente elaboradas.		X	

2. Aprendizaje de sólidos

2.1. Tipos de aprendizajes

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
30	El aprendizaje de las propiedades de los sólidos solo se limita a la memorización de uso temporal.		X	Se relacionan en base a las preconcepciones que tienen los estudiantes.
31	Se realiza un esfuerzo por relacionar los conocimientos previos que tienen los estudiantes respecto a las características del sólido en consideración.	X		

2.2. Disonancia cognitiva

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
32	Los estudiantes elaboran hipótesis a partir de sus concepciones previas con el fin de contrastarlas con el conocimiento formal que pretenden aprender.		X	
33	se consideran los prejuicios cognitivos como hipótesis en la construcción del aprendizaje de sólidos.		X	
34	Se contrastan las hipótesis o prejuicios que tiene los estudiantes respecto a las propiedades de los sólidos con la información desarrollada durante la clase.		X	

2.3. Aprendizaje significativo

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
35	se realiza un esfuerzo por relacionar las concepciones que tienen los estudiantes en relación a los sólidos con los nuevos conceptos a aprender.	X		Mediante el análisis de las características de objetos que tienen la forma de los sólidos que se estudiaron.
36	Se elaboran mapas conceptuales en base a los conocimientos previos que poseen los estudiantes.		X	

2.3. Aprendizaje significativo. Continuación

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
37	Se elabora síntesis formal considerando los conceptos construidos por los estudiantes sobre los sólidos.		X	

2.4. Funciones cognitivas

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
38	Se desarrollan las funciones de asimilación y acomodación en la adquisición de los conceptos sobre sólidos.		X	
39	Se formaliza el aprendizaje de conceptos del sólido en por diferenciación progresiva.		X	
40	Se desarrolla el aprendizaje del sólido por reconciliación integradora.		X	
41	Las funciones cognitivas se desarrollan de acuerdo al orden establecido por la teoría piagetiana del aprendizaje.		X	

2.5. Desajuste óptimo

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
43	Se promueve el desajuste óptimo en el aprendizaje de los sólidos.		X	

2.6. Transferencia del aprendizaje

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
44	Se transfieren los conceptos sobre sólidos en el mismo contexto en que fueron aprendidos.	X		Los conceptos son aplicados en problemas orientados al cálculo del área lateral, área total y el volumen de los sólidos.
45	Se transfieren los conceptos sobre sólidos en la resolución de problemas de otros contextos.		X	

2.6. Transferencia del aprendizaje. Continuación

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
46	Los estudiantes tienden a desarrollar la estructura de resolución de problemas de sólido solo en el contexto en que fue aprendido.	X		En la resolución de problemas de contextos concretos de aprendizajes.
47	Se le muestra a los estudiante la semejanza entre la forma de resolver problemas de contextos distintos.		X	
48	Se dirige más la atención de los alumnos hacia la estructura fundamental de resolver los problemas más que a los elementos que constituyen los mismos.		X	
49	Se presentan problemas ejemplos con semejanza entre su forma estructural de resolverlos.		X	
50	Los estudiantes contrastan grupalmente sus respuestas a los problemas desarrollados durante la sesión de clase.	X		En algunas ocasiones.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA,
MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE MATAGALPA

Guía de observación a clases

Docente visitado: _____ **N° de estudiantes:** 20

Contenido desarrollado: Aérea y volumen de pirámide cuadrada

Observación N°: 2 **Fecha:** 08/11/2019 **sección:** octavo D

Objetivo: Analizar el proceso de elaboración de conceptos Matemáticos en el aprendizaje de Sólidos, octavo grado, colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa, segundo semestre 2019.

1. Elaboración de conceptos

1.1. Procesos de abstracción y generalización

N°	Parámetro	Sí	No	Consideración
1	Se presentan los ejemplos (representaciones) de un sólido en su conjunto.		X	
2	Se identifican los atributos comunes de los ejemplos del sólido en estudio.		X	
3	Se realiza una comparación explícita de las propiedades críticas que distinguen a los ejemplos del concepto de sólido.		X	
4	Se establecen relaciones entre los ejemplos de un sólido de acuerdo a las características de los mismos.	X		Objetos que tienen el concepto de sólido en base a objetos conocidos por los estudiantes.
5	Se establecen criterios para clasificar los ejemplos de sólido.		X	
6	Se determinan reglas de carácter clasificatorias para formar categorías conceptuales en relación a los sólidos.		X	

1. Elaboración de conceptos

1.1. Procesos de abstracción y generalización. Continuación

N°	Parámetro	Si	No	Consideración
7	Se indica el concepto abstraído en relación al sólido en estudio.		X	
8	Se generaliza el concepto mediante la omisión explícita de las cualidades irrelevantes de manera que se distinga el concepto del sólido y de sus representaciones.		X	

1.2. Prototipo

N°	Parámetro	Si	No	Consideración
9	Se presentan ejemplos de un prototipo del sólido mediante los cuales los estudiantes están familiarizados.	X		Se consideran objetos que conocen los estudiantes para identificar el concepto de sólido considerado.
10	Se utiliza un prototipo para reconocer las concepciones generales que tienen los estudiantes respecto al sólido en estudio.	X		Mediante un ejemplo típico para los estudiante: la pirámide de base cuadrada.

1.3. Estructura de los conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideración
11	Se presentan de manera simultánea la definición de un sólido y su extensión.	X		Se presentan, pero de manera directamente formalizada
12	Se realizan esquemas donde se presenten la definición de un concepto y su extensión.		X	
13	Se presentan ejemplos compatibles e incompatibles sobre el sólido en estudio.		X	

1.4. Etapas de elaboración de conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideraciones
14	Se presentan situaciones concretas donde se evidencie la existencia de los conceptos en relación a sólidos.	X		Utiliza cuaderno y marcador para simular la forma de una pirámide.
15	Los estudiantes expresan sus concepciones sobre el sólido en estudio.	X		
16	Los estudiantes se familiarizan con los conceptos de los sólidos mediante la presentación reiterada de ejercicios de identificación y comparación de atributos comunes.	X		Ser realizó, pero de manera relativamente muy breve y desorientadas como para formar los conceptos en base a las características relevantes que distinguen o que tienen en común dichos sólidos. Dichas características identificadas fueron el tipo de superficies que forman sus caras (curvas o planas), los polígonos que forman sus caras y la cantidad de bases.
17	Se realizan actividades como la ejercitación, profundización y sistematización de los conceptos sobre los sólidos.		X	
18	Se diseñan mapas conceptuales para categorizar los sólidos en función de las propiedades abstraídas.		X	

1.5. Vías de elaboración de conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideraciones
19	se presentan las extensiones de los conceptos de manera que no se advierte la presencia del concepto en desarrollo.		X	
20	Se Identifican los atributos comunes en los objetos que posee el concepto para clasificarlos en clases.		X	
21	Se determina la representación verbal (definición) y formal del concepto luego de realizar las actividades de identificación.	X		Se introdujo la definición formal de los conceptos sobre los sólidos, pero sin haberlas inferidos en base a identificaciones de características comunes, por el contrario, dicha definición se introdujo de manera arbitraria.

1.6. Tipos de conceptos de acuerdo a los criterios de clasificación

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
22	Se construye el concepto en relación a los sólidos mediante la conjunción de conceptos.		X	

1.6. Tipos de conceptos de acuerdo a los criterios de clasificación

Continuación

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
23	Se determinan los atributos críticos de un sólido mediante la disyunción de conceptos con el objetivo de identificar el mismo.	X		El concepto disyuntivo asociado a identificar una pirámide se determinó aplicando el criterio de cantidad de bases que tiene dicho poliedro. Esta actividad se realizó mediante una clase explicativa.
24	Se elaboran categorías conceptuales mediante conceptos relacionales.		X	

1.7. Tipos de conceptos de acuerdo a la existencia de ejemplos

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
25	Se presentan ejemplos denotativos concretos en el aprendizaje de los sólidos.		X	
26	Los conceptos denotativos abstractos se infieren a partir de los conceptos denotativos concretos.		X	

1.8. Criterios para determinar el aprendizaje de los conceptos

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
27	Se presentan de manera combinada los ejemplos y no ejemplos durante la identificación del concepto.		X	
28	Se incluyen distractores durante la etapa de identificación de un concepto.		X	
29	Los estudiantes realizan actividades orientadas a definir los conceptos de acuerdo a las conclusiones previamente elaboradas.		X	

2. Aprendizaje de sólidos

2.1. Tipos de aprendizajes

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
30	El aprendizaje de las propiedades de los sólidos solo se limita a la memorización de uso temporal.		X	Dado que se analiza los elementos que constituyen al sólido en estudio, los cuales son polígonos que forman sus bases y figuras laterales (o "caras")
31	Se realiza un esfuerzo por relacionar los conocimientos previos que tienen los estudiantes respecto a las características del sólido en consideración.	X		

2.2. Disonancia cognitiva

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
32	Los estudiantes elaboran hipótesis a partir de sus concepciones previas con el fin de contrastarlas con el conocimiento formal que pretenden aprender.		X	
33	se consideran los prejuicios cognitivos como hipótesis en la construcción del aprendizaje de sólidos		X	
34	Se contrastan las hipótesis o prejuicios que tiene los estudiantes respecto a las propiedades de los sólidos con la información desarrollada durante la clase.		X	

2.3. Aprendizaje significativo

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
35	se realiza un esfuerzo por relacionar las concepciones que tienen los estudiantes en relación a los sólidos con los nuevos conceptos a aprender.	X		En ocasiones los estudiantes expresan sus concepciones en cuanto al concepto del sólido abordado.
36	Se elaboran mapas conceptuales en base a los conocimientos previos que poseen los estudiantes.		X	

2.3. Aprendizaje significativo. Continuación

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
37	Se elabora síntesis formal considerando los conceptos construidos por los estudiantes sobre los sólidos.		X	Ellos elaboran un minilibro para coleccionar los tipos de sólidos con sus respectivas fórmulas de área total y de volumen, sin embargo, no se realizó de manera que los estudiantes elaboraran los conceptos.

2.4. Funciones cognitivas

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
38	Se desarrollan las funciones de asimilación y acomodación en la adquisición de los conceptos sobre sólidos.		X	
39	Se formaliza el aprendizaje de conceptos del sólido en por diferenciación progresiva.		X	
40	Se desarrolla el aprendizaje del sólido por reconciliación integradora.		X	
41	Las funciones cognitivas se desarrollan de acuerdo al orden establecido por la teoría piagetiana del aprendizaje.		X	
42	se diseñan esquemas conceptuales a partir de los conceptos que conocen los estudiantes sobre los nuevos conceptos aprendidos en relación al sólido en estudio.		X	

2.5. Desajuste óptimo

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
43	Se promueve el desajuste óptimo en el aprendizaje de los sólidos.		X	

2.6. Transferencia del aprendizaje

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
44	Se transfieren los conceptos sobre sólidos en el mismo contexto en que fueron aprendidos.	X		Mediante problemas que consisten en calcular el área y volumen del poliedro (pirámide cuadrada).
45	Se transfieren los conceptos sobre sólidos en la resolución de problemas de otros contextos.		X	
46	Los estudiantes tienden a desarrollar la estructura de resolución de problemas de sólido solo en el contexto en que fue aprendido.	X		En la resolución de problemas de contextos concretos de aprendizajes.
47	Se le muestra a los estudiante la semejanza entre la forma de resolver problemas de contextos distintos.		X	
48	Se dirige más la atención de los alumnos hacia la estructura fundamental de resolver los problemas más que a los elementos que constituyen los mismos.		X	
49	Se presentan problemas ejemplos con semejanza entre su forma estructural de resolverlos.		X	
50	Los estudiantes contrastan grupalmente sus respuestas a los problemas desarrollados durante la sesión de clase.		X	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA,
MANAGUA
FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE MATAGALPA

Guía de observación a clases

Docente visitado: _____ **N° de estudiantes:** 31

Contenido desarrollado: Área y volumen de la pirámide cuadrada

Observación N°: 3 **Fecha:** 11/11/2019 **Grado/sección:** octavo C

Objetivo: Analizar el proceso de elaboración de conceptos Matemáticos en el aprendizaje de Sólidos, octavo grado, colegio público Miguel Larreynaga, Matagalpa, segundo semestre 2019.

1. Elaboración de conceptos

1.1. Procesos de abstracción y generalización

N°	Parámetro	Sí	No	Consideración
1	Se presentan los ejemplos (representaciones) de un sólido en su conjunto.		X	
2	Se identifican los atributos comunes de los ejemplos del sólido en estudio.		X	
3	Se realiza una comparación explícita de las propiedades críticas que distinguen a los ejemplos del concepto de sólido.		X	
4	Se establecen relaciones entre los ejemplos de un sólido de acuerdo a las características de los mismos.		X	
5	Se establecen criterios para clasificar los ejemplos de sólido.		X	
6	Se determinan reglas de carácter clasificatorias para formar categorías conceptuales en relación a los sólidos.		X	

1. Elaboración de conceptos

1.1. Procesos de abstracción y generalización. Continuación.

N°	Parámetro	Si	No	Consideración
7	Se indica el concepto abstraído en relación al sólido en estudio.		X	
8	Se generaliza el concepto mediante la omisión explícita de las cualidades irrelevantes de manera que se distinga el concepto del sólido y de sus representaciones.		X	

1.2. Prototipo

N°	Parámetro	Si	No	Consideración
9	Se presentan ejemplos de un prototipo del sólido mediante los cuales los estudiantes están familiarizados.	X		La pirámide cuadrada mediante su representación gráfica.
10	Se utiliza un prototipo para reconocer las concepciones generales que tienen los estudiantes respecto al sólido en estudio.	X		

1.3. Estructura de los conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideración
11	Se presentan de manera simultánea la definición de un sólido y su extensión.	X		Se presentó de manera simultánea la definición de pirámide, sus ejemplos o extensiones atendiendo la cantidad de lados que forman los polígonos de sus bases.
12	Se realizan esquemas donde se presenten la definición de un concepto y su extensión.		X	
13	Se presentan ejemplos compatibles e incompatibles sobre el sólido en estudio.		X	

1.4. Etapas de elaboración de conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideraciones
14	Se presentan situaciones concretas donde se evidencie la existencia de los conceptos en relación a sólidos.		X	
15	Los estudiantes expresan sus concepciones sobre el sólido en estudio.	X		Mediante lluvias de ideas
16	Los estudiantes se familiarizan con los conceptos de los sólidos mediante la presentación reiterada de ejercicios de identificación de atributos comunes.		X	
17	Se realizan actividades como la ejercitación, profundización y sistematización de los conceptos sobre los sólidos.		X	
18	Se diseñan mapas conceptuales para categorizar los sólidos en función de las propiedades abstraídas.		X	

1.5. Vías de elaboración de conceptos

N°	Parámetro	Si	No	Consideraciones
19	se presentan las extensiones de los conceptos de manera que no se advierte la presencia del concepto en desarrollo.		X	
20	Se Identifican los atributos comunes en los objetos que posee el concepto para clasificarlos en clases.		X	
21	Se determina la representación verbal (definición) y formal del concepto luego de realizar las actividades de identificación.	X		Se determinaron la representación verbal, pero en la introducción de los contenidos dicha representación se dictó de manera directa, soslayando el proceso de familiarización, identificación y comparación de las características de los sólidos.

1.6. Tipos de conceptos de acuerdo a los criterios de clasificación

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
22	Se construye el concepto en relación a los sólidos mediante la conjunción de conceptos.	X		Conceptos como cantidad de bases y tipo de polígono que forma la base de la pirámide.

1.6. Tipos de conceptos de acuerdo a los criterios de clasificación. Continuación

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
23	Se determinan los atributos críticos de un sólido mediante la disyunción de conceptos con el objetivo de identificar el mismo.	X		Por ejemplo, en la pirámide el atributo esta diferenciado por la cantidad de bases, la cual en la pirámide se consideró una base para diferenciarla de los demás sólidos.
24	Se elaboran categorías conceptuales mediante conceptos relacionales.		X	

1.7. Tipos de conceptos de acuerdo a la existencia de ejemplos

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
25	Se presentan ejemplos denotativos concretos en el aprendizaje de los sólidos.		X	
26	Los conceptos denotativos abstractos se infieren a partir de los conceptos denotativos concretos.		X	

1.8. Criterios para determinar el aprendizaje de los conceptos

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
27	Se presentan de manera combinada los ejemplos y no ejemplos durante la identificación del concepto.		X	
28	Se incluyen distractores durante la etapa de identificación de un concepto.		X	
29	Los estudiantes realizan actividades orientadas a definir los conceptos de acuerdo a las conclusiones previamente elaboradas.		X	

2. Aprendizaje de sólidos

2.1. Tipos de aprendizajes

N°	Parámetros	Si	No	Consideraciones
30	El aprendizaje de las propiedades de los sólidos solo se limita a la memorización de uso temporal.		X	Se razona, se justifica y se analiza las caras y bases que forman al sólido (pirámide de base cuadrada).
31	Se realiza un esfuerzo por relacionar los conocimientos previos que tienen los estudiantes respecto a las características del sólido en consideración.		X	

2.2. Prejuicios cognitivos

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
32	Los estudiantes elaboran hipótesis a partir de sus concepciones previas con el fin de contrastarlas con el conocimiento formal que pretenden aprender.		X	
33	se consideran los prejuicios cognitivos como hipótesis en la construcción del aprendizaje de sólidos		X	
34	Se contrastan las hipótesis o prejuicios que tiene los estudiantes respecto a las propiedades de los sólidos con la información desarrollada durante la clase.		X	

2.3. Aprendizaje significativo

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
35	se realiza un esfuerzo por relacionar las concepciones que tienen los estudiantes en relación a los sólidos con los nuevos conceptos a aprender.	X		Mediante el análisis de las características de objetos que tienen la forma de los sólidos que se estudiaron.
36	Se elaboran mapas conceptuales en base a los conocimientos previos que poseen los estudiantes.		X	

2.3. Aprendizaje significativo. Continuación

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
37	Se elabora síntesis formal considerando los conceptos construidos por los estudiantes sobre los sólidos.	X		Sí, pero de manera muy forma mediante minilibro de colección de sólidos con sus definiciones, características distintivas y fórmulas para el cálculo de área y volumen

2.4. Funciones cognitivas

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
38	Se desarrollan las funciones de asimilación y acomodación en la adquisición de los conceptos sobre sólidos.		X	
39	Se formaliza el aprendizaje de conceptos del sólido en por diferenciación progresiva.		X	
40	Se desarrolla el aprendizaje del sólido por reconciliación integradora.		X	
41	Las funciones cognitivas se desarrollan de acuerdo al orden establecido por la teoría piagetiana del aprendizaje.		X	
42	se diseñan esquemas conceptuales a partir de los conceptos que conocen los estudiantes sobre los nuevos conceptos aprendidos en relación al sólido en estudio.		X	

2.5. Desajuste óptimo

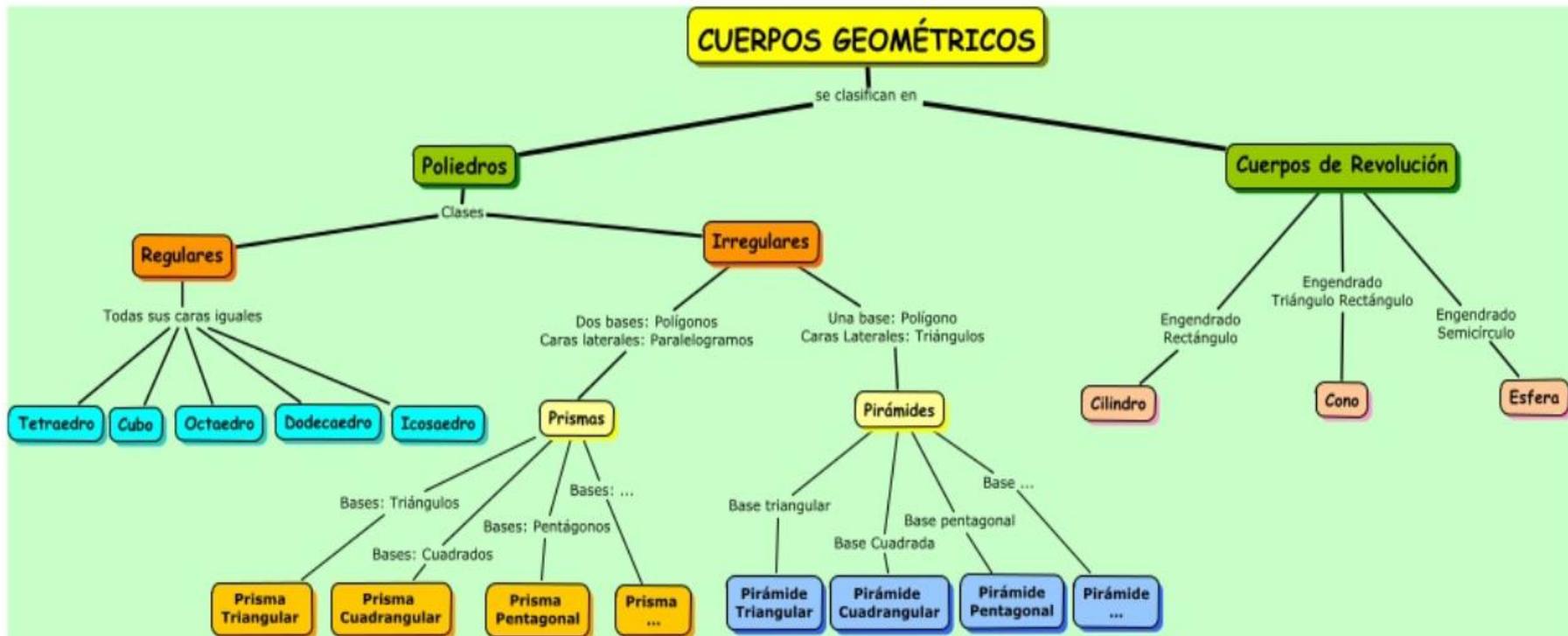
N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
43	Se promueve el desajuste óptimo en el aprendizaje de los sólidos.		X	

2.6. Transferencia del aprendizaje

N°	Parámetros	Sí	No	Consideraciones
44	Se transfieren los conceptos sobre sólidos en el mismo contexto en que fueron aprendidos.	X		Mediante ejercicios en el cálculo de área total y volumen de los sólidos.
45	Se transfieren los conceptos sobre sólidos en la resolución de problemas de otros contextos.	X		
46	Los estudiantes tienden a desarrollar la estructura de resolución de problemas de sólido solo en el contexto en que fue aprendido.	X		
47	Se le muestra a los estudiante la semejanza entre la forma de resolver problemas de contextos distintos.		X	
48	Se dirige más la atención de los alumnos hacia la estructura fundamental de resolver los problemas más que a los elementos que constituyen los mismos.		X	
49	Se presentan problemas ejemplos con semejanza entre su forma estructural de resolverlos.		X	
50	Los estudiantes contrastan grupalmente sus respuestas a los problemas desarrollados durante la sesión de clase.	X		

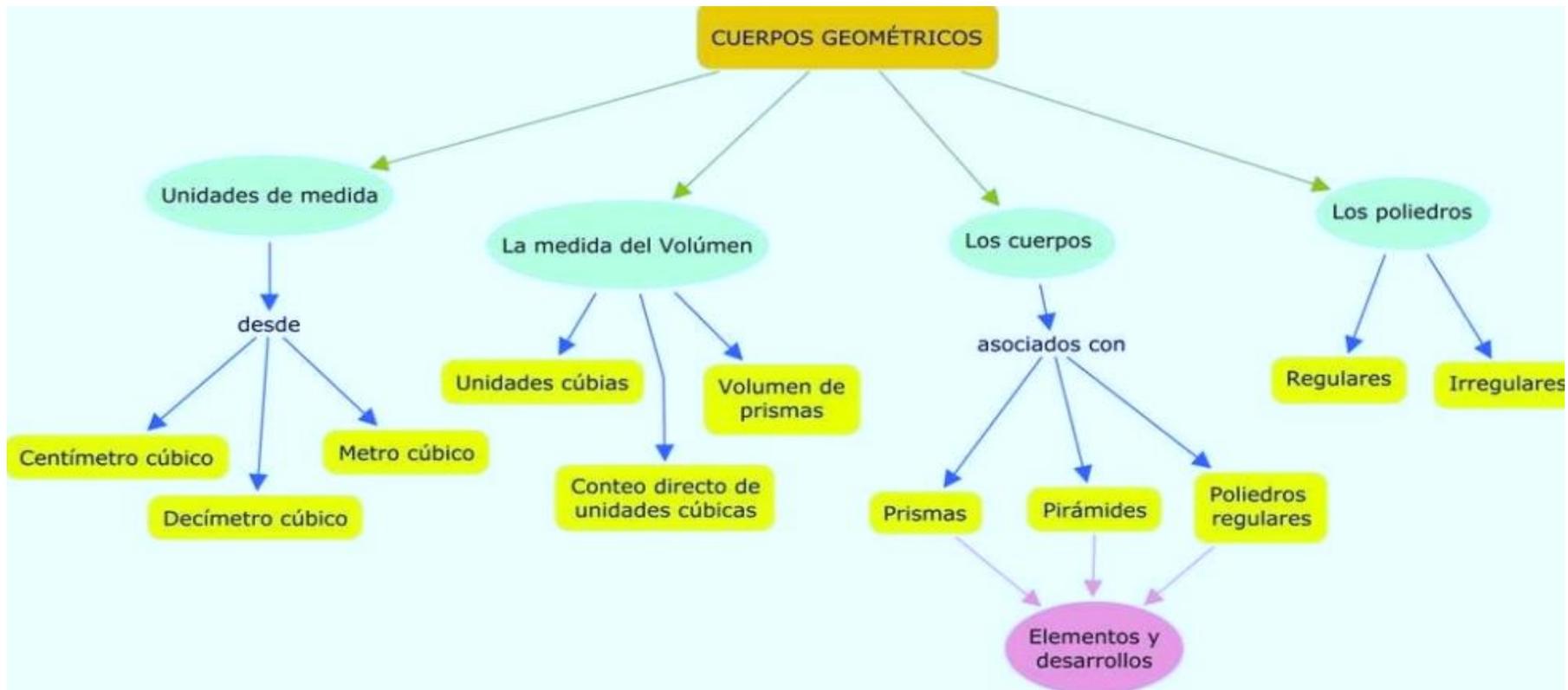
ANEXO 10: Clasificación de sólidos geométricos mediante mapas conceptuales

Figura 1: clasificación de los sólidos mediante el atributo de criterio tipo de polígonos que forman sus caras



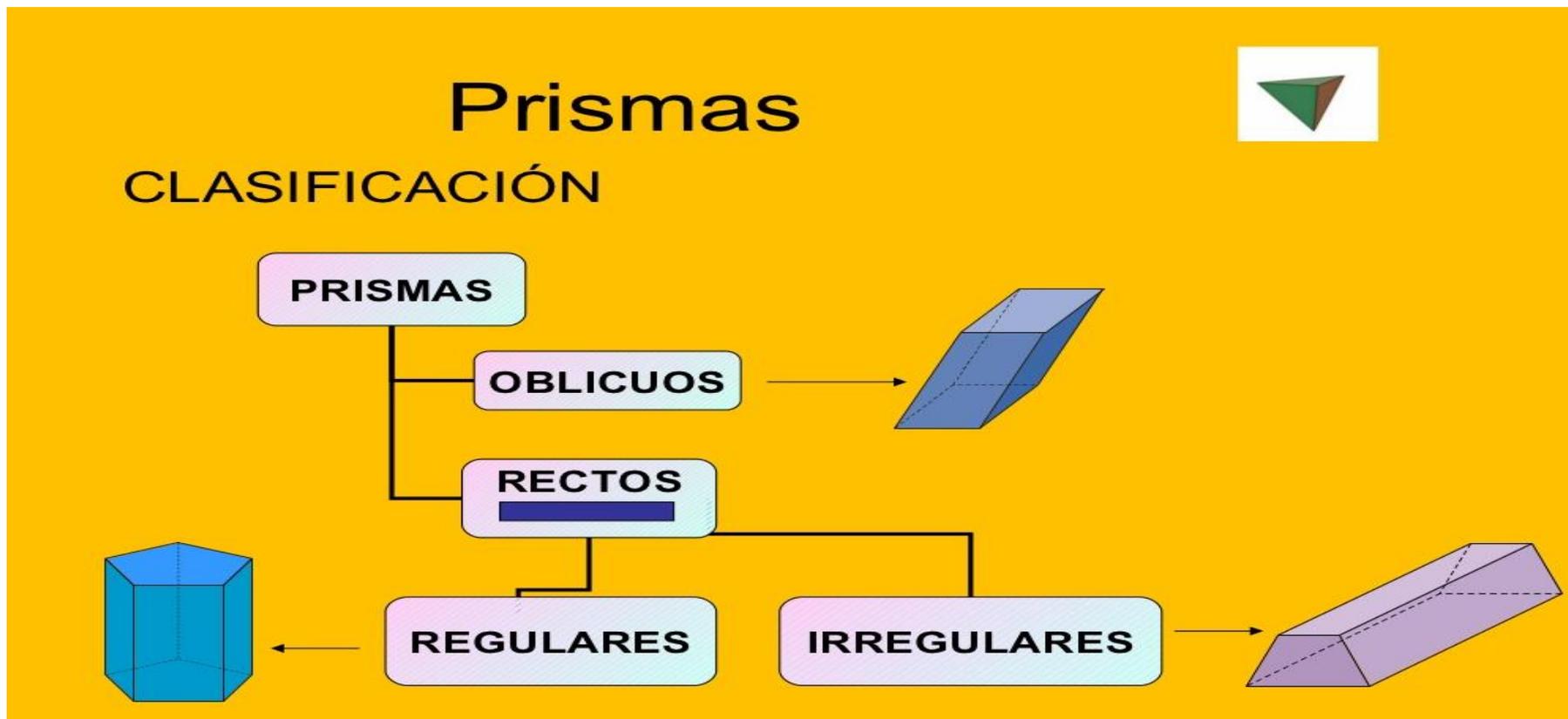
Fuente: obtenido de <https://www.slideshare.net/javiermates/figuras-5717920>

Figura 2: clasificación de los cuerpos (sólidos) geométricos mediante el atributo de criterio la naturaleza epistemológica



Fuente: Obtenido de <https://www.slideshare.net/watorres/cuerpos-geometricos-7410444>

Figura 3: Ejemplo de una categoría conceptual en relación al concepto de prisma



Fuente: Obtenido de <https://www.slideshare.net/watorres/cuerpos-geometricos-7410444>

Figura 4: ejemplo de una categoría conceptual en relación al concepto de pirámide



Fuente: obtenido de <https://www.slideshare.net/watorres/cuerpos-geometricos-7410444>

ANEXO 11: Programa de la signatura de Matemática para la unidad de Sólidos en octavo grado

Imagen1: Datos de trabajo para el desarrollo de la unidad de sólidos



UNIDAD: VIII
NOMBRE DE LA UNIDAD: Solidos
TIEMPO: 16 Horas

N°	EJE TRANSVERSAL	COMPONENTE(S)	COMPETENCIA (S)
7	Educación para la Equidad de Género y la Diversidad la Convivencia con Respeto e Igualdad desde la Escuela, Familia y Comunidad	Diversidad	Practicar actitudes positivas y valores que promuevan la dignidad, la igualdad, diversidad, la identidad y el respeto a las personas.

COMPETENCIA(S)	INDICADORES DE LOGROS	CONTENIDOS
Resuelve situaciones en diferentes contextos relacionadas con el cálculo del área de la superficie y volumen de poliedros y cuerpos redondos.	1. Resuelve situaciones en diferentes contextos cuya estrategia de solución requiere del cálculo del área de la superficie y volumen de poliedros, mostrando actitudes positivas que promuevan la igualdad entre las personas. 2. Resuelve situaciones en diferentes contextos cuya estrategia de solución requiere del cálculo del área de la superficie y volumen de cuerpos redondos, mostrando actitudes positivas que promuevan la dignidad de las personas.	1. Poliedros <ul style="list-style-type: none"> ➢ Prismas, pirámides ➢ Área total de la Superficie del prisma ➢ Volumen de un prisma rectangular ➢ Área total de la Superficie de una pirámide cuadrada ➢ Volumen de una pirámide ➢ Aplicaciones del Área total de la superficie y el volumen de un poliedro 2. Cuerpos Redondos <ul style="list-style-type: none"> ➢ Cilindros, conos y esferas ➢ Área total de la superficie de un cilindro ➢ Volumen de un cilindro ➢ Área total de la superficie de un cono ➢ Volumen de un cono ➢ Área total de la superficie de una esfera ➢ Volumen de una esfera ➢ Aplicaciones del área total de la superficie y el volumen de un cuerpo redondo



MINISTERIO DE EDUCACIÓN
 DIRECCIÓN DE PROGRAMACION EDUCATIVA
 TELÉFONOS – 126-291-589-www.mined.gob.ni

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

139

Fuente: Obtenido del programa oficial del MINED para la asignatura de Matemática de octavo grado.

Imagen 2: Actividades de aprendizaje sugerida por el programa oficial de Matemática de educación secundaria



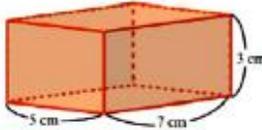
ACTIVIDADES SUGERIDAS

Poliedros

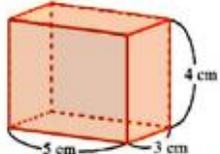
- Reconoce objetos que dan la idea de cuerpos geométricos como prismas y pirámides y encuentra sus características.
- Resuelve de forma individual o en equipo situaciones en diferentes contextos, donde identifica prismas y pirámides, por ejemplo: Dadas las siguientes figuras identifica cuales dan la idea de prismas y pirámides.



- Reflexiona con sus compañeros y compañeras sobre cómo resolver situaciones que le presenta su docente, donde calcula el área total de la superficie del prisma, por ejemplo: Calcule la superficie del siguiente prisma.



- Resuelve de forma individual y en equipo, situaciones en diferentes contextos relacionadas con el cálculo del volumen de un prisma rectangular, por ejemplo: Calcule el volumen del siguiente prisma.



- Piensa y comenta en equipo sobre la forma de encontrar el volumen del prisma rectangular de la situación presentada anteriormente, mediante el cálculo total de la cantidad de cubitos de 1cm^3 que ocupa el espacio del prisma.



MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN DE PROGRAMACION EDUCATIVA
TELÉFONOS – 126-291-589-www.mined.gob.ni
CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

140

Fuente: Obtenido del programa oficial del MINED para la asignatura de Matemática de octavo grado.

Imagen 3: Actividades de aprendizaje sugerida por el programa oficial de Matemática en educación secundaria

Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional
¡El Pueblo, Participa!

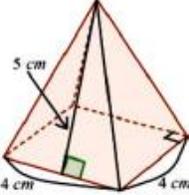
Aquí nos ilumina, un Sol que no declina
El Sol que ilumina las nuevas victorias
MAYO 2019

40 años
MINED
El Ministerio en la Comunidad

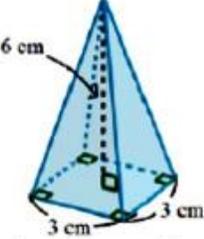
CNU
Consejo Nacional de Universidades

ACTIVIDADES SUGERIDAS

- Comparte con sus compañeros y compañeras de equipo de trabajo como resolver situaciones en diferentes contextos donde calcula el área total de la superficie de una pirámide cuadrada, por ejemplo: Calcule la superficie de la siguiente pirámide.



➤ Piensa de forma individual o en equipo como resolver situaciones en diferentes contextos donde calcula el volumen de una pirámide de base cuadrada, por ejemplo: Calcule el volumen de la siguiente pirámide.



➤ Resuelve de forma individual o en equipo situaciones en diferentes contextos donde se aplica el cálculo del área total de la superficie y el volumen de un poliedro, por ejemplo: Juan necesita pintar un pilar cuya base es un cuadrado de 0,4 m y su altura es de 3 m. ¿Cuál es la superficie total de este pilar?

FE. FAMILIA Y COMUNIDAD!

MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN DE PROGRAMACION EDUCATIVA
TELÉFONOS – 126-291-589-www.mined.gob.ni

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

141

Fuente: Obtenido del programa oficial del MINED para la asignatura de Matemática de octavo grado.

Imagen 4: Actividades de aprendizaje sugerida por el programa oficial de Matemática en educación secundaria



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
¡Q! Pueblo, Presidentes!

Aquí nos ilumina,
un Sol que no declina
El Sol que alumbra
las nuevas victorias

2019



MINED
El Ministerio es la Comunidad



CNU
Centro Nacional de Universidades

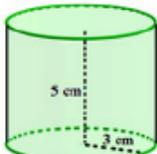
ACTIVIDADES SUGERIDAS

Cuerpos Redondos

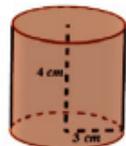
- Reconoce en su entorno escolar objetos que dan la idea de cuerpos geométricos como cilindro, cono y esfera.
- Resuelve de forma individual o en equipo situaciones en diferentes contextos, donde identifica cilindro, cono y esfera, por ejemplo: Dadas las siguientes figuras identifica cuales dan la idea de cilindro, cono y esfera.



- Reflexiona con sus compañeros y compañeras sobre cómo resolver situaciones que le presenta su docente, donde calcula la superficie de un cilindro, por ejemplo: Calcule la superficie del cilindro mostrado en la figura



- Resuelve de forma individual y en equipo, situaciones en diferentes contextos relacionadas con el cálculo del volumen de un cilindro, por ejemplo: Calcule el volumen del cilindro mostrado en la figura.





**FE,
FAMILIA
Y COMUNIDAD!**

MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN DE PROGRAMACION EDUCATIVA
TELÉFONOS – 126-291-589-www.mined.gob.ni

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

142

Fuente: Obtenido del programa oficial del MINED para la asignatura de Matemática de octavo grado.

Imagen 5: Actividades de aprendizaje sugerida por el programa oficial de Matemática en educación secundaria



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
¡Q2 Pueblo, Pasadente!

Aquí nos ilumina,
un Sol que no declina
El Sol que alumbró
las nuevas victorias

2019



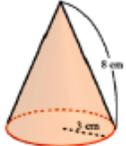
MINED
El Ministerio en la Comunidad

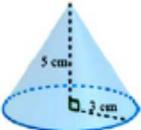


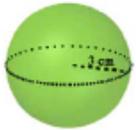
CNU
Consejo Nacional de Universidades

ACTIVIDADES SUGERIDAS

- Comparte con sus compañeros y compañeras de equipo de trabajo como resolver situaciones en diferentes contextos donde calcula el área total de la superficie de un cono, por ejemplo: Calcule la superficie del cono mostrado en la figura.


- Piensa de forma individual o en equipo como resolver situaciones en diferentes contextos donde calcula el volumen de un cono, por ejemplo: Calcule el volumen del cono mostrada en la figura.


- Resuelve de forma individual o en equipo situaciones en diferentes contextos donde calcula el área total de la superficie y el volumen de la esfera, por ejemplo: Calcule el área total de la superficie de la esfera mostrada en la figura.


- Realiza de forma individual o en equipo ejercicios propuesto por su docente donde calcula el área total de la superficie y el volumen de cuerpos redondos, por ejemplo:
 - a) Una lata de atún tiene 7,6 cm de altura y el radio de su base es de 5 cm. ¿Cuántos cm^2 de metal necesita para hacer una de estas latas?



**FE,
FAMILIA
Y COMUNIDAD!**

MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN DE PROGRAMACION EDUCATIVA
TELÉFONOS – 126-291-589-www.mined.gob.ni

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

143

Fuente: Obtenido del programa oficial del MINED para la asignatura de Matemática de octavo grado.

Imagen 6: Actividades de aprendizaje y de evaluación sugerida por el programa oficial de Matemática en educación secundaria



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
¡22 Pueblo, Presidentes!

Aquí nos ilumina,
un Sol que no declina
El Sol que ilumina
las nuevas victorias
más allá



2019



MINED
El Ministerio en la Comunidad



CNU
Consejo Nacional de Universidades

ACTIVIDADES SUGERIDAS

b) Determine el volumen del cono formado por el sombrero de un disfraz de carnaval, con altura de 18 cm y radio de la base de 10 cm.

- Utiliza el software matemático GeoGebra para comprobar y afianzar los conocimientos adquiridos en los contenidos sobre Sólidos desarrollados en esta unidad, con ayuda del docente de matemática y el docente TIC.
- Se recomienda en coordinación con los padres de familia para el desarrollo de esta unidad, apoyarse de las actividades sugeridas en las siguientes direcciones web: http://www.escueladigital.com.uy/geometria/5_cuerpos.htm,
<http://www.bartolomecossio.com/MATEMATICAS/paralelogramos.html>,
<https://www.portaleducativo.net/primer-basico/110/Cuerpos-geometricos-conceptosbasicos>,
<http://www.profesorenlinea.cl/geometria/cuerposgeoAreaVolum.htm>

ACTIVIDADES DE EVALUACION

- Resolver situaciones en diferentes contextos donde se requiera:
 - Calcular el área de la superficie y volumen de poliedros.
 - Calcular el área de la superficie y volumen de cuerpos redondos.
- Practicar actitudes positivas y valores que promuevan la dignidad, la igualdad, la diversidad y el respeto a las personas, al resolver situaciones en diferentes contextos, relacionadas con el cálculo del área de la superficie y volumen de poliedros y cuerpos redondos.



**FE,
FAMILIA
Y COMUNIDAD!**

MINISTERIO DE EDUCACIÓN
DIRECCIÓN DE PROGRAMACION EDUCATIVA
TELÉFONOS – 126-291-589-www.mined.gub.ni

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

144

Fuente: Obtenido del programa oficial del MINED para la asignatura de Matemática de octavo grado.

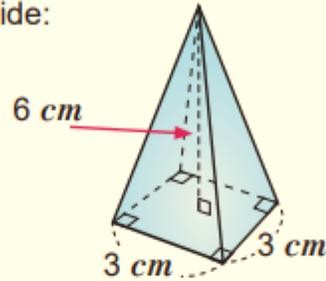
ANEXO 12: Actividad de aprendizaje referida al concepto de volumen de una pirámide.

Unidad 8: Sólidos

Contenido 5: Volumen de una pirámide

P

Calcule el volumen de la siguiente pirámide:

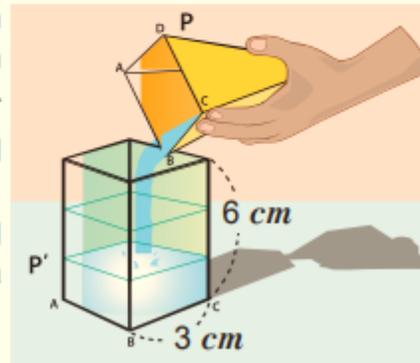


S

Se obtiene el volumen de la pirámide dada utilizando el siguiente recurso:

Se llena con agua la pirámide y se vierte el líquido en un prisma con la misma base y altura de la pirámide. Se observa que el volumen que ocupa el agua vertida es $\frac{1}{3}$ del volumen total del prisma. Por tanto, el volumen de esta pirámide cuadrada es la tercera parte del volumen del prisma elegido.

A continuación se aplica este resultado para calcular el volumen del prisma cuya base es un cuadrado con lado igual a 3 cm y una altura de 6 cm. En detalles:



Fuente: Obtenido del programa oficial del MINED para la asignatura de Matemática de octavo grado.

ANEXO 13: Ejemplo sobre la Construcción del concepto de volumen de una pirámide utilizando la técnica V de Gowin

¿cómo obtener el volumen de una pirámide cuya base es un cuadrado?

➤ Filosofía

Enfoque epistemológico adoptado correspondiente a la geometría euclidiana, específicamente en conformidad con los cinco postulados de Euclides.

➤ Teoría

Geometría del espacio:

1. Volumen de cuerpos geométricos.
- 1.2. Volumen de una pirámide de base cuadrada.

➤ Principios

1. Igualdad entre las medidas de las áreas de la base y las alturas de un prisma y pirámide de base cuadrada.
2. La medida del volumen de un prisma rectangular de base cuadrada es igual al producto de la medida del área de su base por la medida de su altura.

$$V = A_b \cdot h$$

➤ Conceptos claves

Volumen de un prisma recto de base cuadrada.

➤ Afirmaciones de valor

Debe considerarse en la interpretación de los resultados obtenidos que existen errores a causa de la imprecisión cometida y a la imperfección de los instrumentos de medida (objetos que representan el prisma y la pirámide), así que es razonable obtener exceso o defecto de las cantidades volumétricas tratadas.

➤ Afirmaciones sobre el conocimiento:

Si se tiene una pirámide regular de base cuadrada y una altura, h , determinada y un prisma de base y altura igual a la de la pirámide, entonces el volumen de la pirámide es igual a un tercio del volumen de dicho prisma.

➤ Transformaciones:

El volumen de la pirámide es igual a un tercio del volumen del prisma o de igual manera, el volumen del prisma equivale al triple del volumen de la pirámide.

$$V = A_b \cdot h \rightarrow \text{volumen del prisma}$$

$$V' \rightarrow \text{volumen de la pirámide} \Rightarrow V' = \frac{1}{3}V = \frac{1}{3}(A_b \cdot h)$$

➤ Registros:

Al observar que para llenar (con las semillas) el material en forma de prisma se necesitó tres veces la cantidad de semillas que cabían en el objeto en forma de pirámide.

Comparar las capacidades volumétricas, utilizando semillas y materiales de objetos geométricos, cuyos objetos tengan la forma de una pirámide y un prisma recto de base cuadrada.

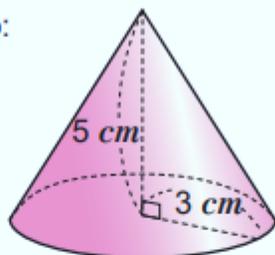
ANEXO 14: Actividad de aprendizaje referida al concepto del volumen de un cono

Unidad 8: Sólidos

Contenido 4: Volumen de un cono

P

Calcule el volumen del siguiente cono:

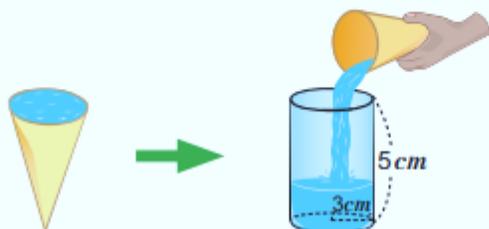


El segmento que va del centro de la base al vértice del cono es la **altura** de este.



S

Al llenar con agua un cono de 3 cm de radio y 5 cm de altura y verterla en un cilindro de base y altura iguales a las del cono, el volumen que ocupa es $\frac{1}{3}$ del volumen total del cilindro.



Con los datos dados se calcula el volumen del cilindro, este resultado se multiplica por $\frac{1}{3}$ obteniéndose así el volumen del cono.

Fuente: Obtenido del programa oficial del MINED para la asignatura de Matemática de octavo grado.

ANEXO 15: Ejemplo sobre la Construcción del concepto de volumen de un cono utilizando la V de Gowin

¿cómo obtener el volumen de un cono circular recto?

➤ Filosofía

Enfoque epistemológico adoptado correspondiente a la geometría euclidiana, específicamente en conformidad con los cinco postulados de Euclides.

➤ Teoría

Geometría del espacio:

2. Volumen de cuerpos geométricos.
- 1.3. Volumen de un cono circular.

➤ Principios

3. Igualdad entre las medidas de las áreas de la base y las alturas del cono y el cilindro.
4. La medida del volumen de un cilindro circular recto es igual al producto de pi por la medida del cuadrado de su radio y por su altura.

$$V = \pi r^2 h$$

➤ Conceptos claves

Volumen de un cilindro circular recto.

➤ Afirmaciones de valor

Debe considerarse en la interpretación de los resultados obtenidos que existen errores a causa de la imprecisión cometida y a la imperfección de los instrumentos de medida (objetos que representan el prisma y la pirámide), así que es razonable obtener exceso o defecto de las cantidades volumétricas tratadas.

➤ Afirmaciones sobre el conocimiento:

Si se tiene un cilindro circular recto con una altura, h , determinada y un cono de base y altura igual a la del cilindro, entonces el volumen del cono equivale a un tercio el volumen del cilindro.

➤ Transformaciones:

El volumen del cono es igual a un tercio del volumen del cilindro o de igual manera, el volumen del cilindro equivale al triple del volumen del cono.

$$V = \pi r^2 h \rightarrow \text{volumen del cilindro}$$

$$V' \rightarrow \text{volumen del cono} \Rightarrow V' = \frac{1}{3}V = \frac{1}{3}(\pi r^2 h)$$

➤ Registros:

Al observar que para llenar (con las semillas) el material en forma del cilindro se necesitó tres veces la cantidad de semillas que cabían en el objeto en forma de cono.

Comparar las capacidades volumétricas, utilizando semillas y materiales, de objetos geométricos que tengan la forma de un cilindro circular recto y un cono circular.

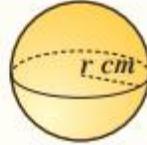
ANEXO 16: Actividad de aprendizaje referida al aprendizaje del concepto de volumen para una esfera

Unidad 8: Sólidos

Contenido 6: Volumen de una esfera

P

Calcule el volumen de la siguiente esfera:



El volumen de la semi esfera es la mitad del de la esfera.



S

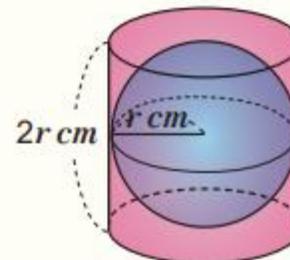
Se llena de agua una semi esfera y se vierte el líquido en un cilindro cuya base tiene el radio de la esfera y la altura es el doble de este, para constatar que la cantidad de agua depositada es la tercera parte del volumen del cilindro.



Entonces el volumen de la esfera es $\frac{2}{3}$ del volumen del cilindro.

El radio de la base del cilindro es r y la altura es $2r$.

Volumen del cilindro	Volumen de la esfera
$V_1 = \pi r^2 h$	$V = \frac{2}{3} (2\pi r^3)$
$= \pi r^2 (2r)$	$= \frac{4}{3} \pi r^3$
$= 2\pi r^3$	El volumen es $\frac{4}{3} \pi r^3 \text{ cm}^3$.
El volumen es $2\pi r^3 \text{ cm}^3$.	



Fuente: Obtenido del programa oficial del MINED para la asignatura de Matemática de octavo grado.

ANEXO 17: Construcción del concepto de volumen de una esfera utilizando la técnica V de Gowin

➤ Filosofía

Enfoque epistemológico adoptado correspondiente a la geometría euclidiana, específicamente en conformidad con los cinco postulados de Euclides.

➤ Teoría

Geometría del espacio:

- 3. Volumen de cuerpos geométricos.
- 1.4. Volumen de una esfera.

➤ Principios

- 5. Igualdad entre las medidas de los radios de una esfera y el de la base de un cilindro circular recto. Además, la medida de la altura de dicho cilindro equivale al doble de la medida del radio de la base del mismo.
- 6. La medida del volumen de un cilindro circular recto es igual al producto de pi por la medida del cuadrado de su radio y por su altura.

$$V = \pi r^2 h$$

➤ Conceptos claves

Relación entre el volumen de una esfera con el volumen de un cilindro circular recto.

¿cómo obtener el volumen de una esfera?

➤ Afirmaciones de valor

Debe considerarse en la interpretación de los resultados obtenidos que existen errores a causa de la imprecisión cometida y a la imperfección de los instrumentos de medida (objetos que representan el prisma y la pirámide), así que es razonable obtener exceso o defecto de las cantidades volumétricas tratadas.

➤ Afirmaciones sobre el conocimiento:

Si se tiene un cilindro circular recto cuyo radio de su base es igual al de una esfera, y, además, la altura de dicho cilindro es el doble que la medida del radio de su base, entonces, el volumen de la esfera equivale a dos tercios del volumen del cilindro.

➤ Transformaciones:

$$V = \pi r^2 h = \pi r^2 (2r) = 2\pi r^3 \rightarrow \text{volumen del cilindro}$$

$$V' \rightarrow \text{volumen de la esfera} \Rightarrow V' = \frac{2}{3}V = \frac{2}{3}(2\pi r^3) = \frac{4}{3}\pi r^3$$

➤ Registros:

Se observó que para llenar (con las semillas) el material en forma del cilindro se necesitó tres veces la cantidad de semillas que cabían en el objeto en forma de semiesfera. Lo que significa que una esfera tiene dos tercios del volumen del cilindro, por ser una esfera el doble de volumen de una semiesfera.