

**PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA:  
ELABORACIÓN DE MODELOS MENTALES  
A PARTIR DEL TEMA CURRICULAR DE ESTRUCTURA.**

**MARCO ALEJANDRO ORTIZ COLMENARES**

Trabajo de grado en la modalidad de investigación presentado como requisito para optar por el  
título de:

**LICENCIADO EN DISEÑO TECNOLÓGICO**

**ASESOR**

**CARLOS HERNÁN LÓPEZ RUÍZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA  
LICENCIATURA EN DISEÑO TECNOLÓGICO  
BOGOTÁ D.C**

**2017**

## RESUMEN ANALITICO EN EDUCACION-RAE

1. Información General	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA: ELABORACIÓN DE MODELOS MENTALES A PARTIR DEL TEMA CURRICULAR DE ESTRUCTURA
<b>Autor(es)</b>	Ortiz Colmenares, Marco Alejandro
<b>Director</b>	Carlos Hernán López Ruiz
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017.153 p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	MODELOS MENTALES, TECNOLOGÍA, DIDÁCTICA, MATERIAL DIDÁCTICO Y ESTRUCTURA

2. Descripción
<p>Este documento es un trabajo de grado para optar por el título de licenciado en diseño tecnológico. Es una investigación en la cual se pretende caracterizar y establecer una propuesta didáctica para la elaboración y reelaboración de modelos mentales a partir del tema de estructura, en los estudiantes de grado séptimo del colegio I.E.D. Alfonso López Pumarejo.</p>

3. Fuentes
<p>ANGEL, A. (2009). <i>Didáctica de la tecnología</i>, Madrid: Editorial Síntesis, BEDFORD, A. (2008) <i>mecánica para ingeniería</i>, Wilmington (E.U.A.): Addison-Wesley Iberoamericana, BEER, F. (1962). <i>Mecánica vectorial para ingenieros</i>, México: Publicaciones Marcombo, BRUNER, J. (1985). <i>La importancia de la educación</i>, Barcelona: Ediciones Paidós, CARRETERO, M. (1997) <i>Construir y enseñar las ciencias experimentales</i>, Buenos Aires : Aique Grupo Editor, CASTRO, M. (2012). <i>Estructuras resistentes</i>, Bogotá: Ediciones de la U, EPPINGER, S. (2005). <i>Diseño y desarrollo de productos</i>, México: McGraw-Hill, KOFMAN, F. (2001). <i>Metamanagement 1: principios</i>, Argentina: Granica, MOTT, R. (2009). <i>Resistencia de materiales</i>, México: Prentice-Hall, NORMAN, D. (1975). <i>Introducción a la psicología cognitiva</i>, Madrid: Editorial Tecnos, NORMAN, D. (1992). <i>Psicología de los objetos cotidianos</i>, Madrid: Editorial Nerea, O'CONNOR, J. (1998). <i>Introducción al pensamiento sistémico</i>, Barcelona : Urano, PARKER, H.</p>

(2000). *Mecánica y resistencia de materiales*, México: Limusa Wiley, PUCHE, R. (2002), *El niño que piensa y vuelve a pensar*, Santiago de Cali : Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura, Universidad del Valle, SÁNCHEZ V, M.(2010). *Tecnología de materiales*, México: Editorial Trillas, SENGE, P. (1992). *La quinta disciplina como impulsar el aprendizaje en la organización inteligente*, Barcelona: Ediciones Granica, SENGE, P. (2002). *Escuelas que aprenden: un manual de la quinta disciplina para educadores*, Bogotá: Grupo Editorial Norma, SOTO, A. (1997) *Educación en tecnología: un reto y una exigencia social*, Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio

### **WEBGRAFÍA**

Guía No. 30 “*Ser competente en tecnología*”. Recuperado de [www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-160915.html](http://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-160915.html)

*PET XXI*. Recuperado de <https://panditupn.files.wordpress.com/2010/06/pet-xxi-961.pdf>

## **4. Contenidos**

El objetivo de esta investigación es caracterizar los modelos mentales de los estudiantes de grado séptimo a partir del tema de estructura en el área de tecnología. Para ello se diseñó una encuesta con preguntas relacionadas, en la cual se evidencia un modelo mental que presenta información incompleta o errónea por parte de los estudiantes. De igual forma se diseña una propuesta didáctica para poder establecer un modelo mental en el estudiante, el cual le permita entender y aplicar el tema de estructura en el desarrollo de proyectos en el área de tecnología. La propuesta se diseña basándose en el aprendizaje por descubrimiento, para ello se desarrolla una serie de guías que se apoyarán en un material didáctico, este se diseñará con la metodología de Eppinger (2000), basada en su libro “Diseño y desarrollo de productos”. El objetivo de esta propuesta es permitir al estudiante la elaboración y reelaboración del modelo metal de una manera más experimental, para poder comparar el modelo mental obtenido con el modelo mental inicial a partir del tema de estructura.

## **5. Metodología**

Este trabajo se enmarca dentro de una investigación mixta, para caracterizar el modelo mental inicial del estudiante a partir del tema de estructura, se diseña una encuesta con preguntas de dos tipos; conocimientos y sensoriales, la cual se analizará con base en 4 categorías, las cuales corresponden a la forma en que se elabora un modelo mental (eliminación, construcción, distorsión y generalización). Empleando un enfoque genético el cual se emplea en investigaciones de psicología cognitiva, este enfoque permitirá analizar las observaciones del cambio cognitivo que se da en la implementación de la propuesta didáctica por medio de una sistematización.

## 6. Conclusiones

Este trabajo presenta tres conclusiones, básicamente la primera está relacionada con la caracterización de los modelos, la segunda respecto a la implementación y en etapa final donde se hace la comparación de los modelos mentales obtenidos con los iniciales:

- En la caracterización de los modelos mentales de los estudiantes de grado séptimo, se analizó que poseían un modelo mental, elaborado en las categorías de eliminación y construcción, es decir que presentaban información incompleta o errónea a partir del tema de estructura
- En la implementación, se obtuvieron resultados positivos, el material didáctico empleado, promovió el interés por aprender y descubrir en los estudiantes, permitiendo la aplicación del aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje por descubrimiento, permito promover el interés por descubrir, establecer asociaciones y contrastes en el aprendizaje, para que el estudiante desarrolle la habilidad de entender ya analizar la información que está en su mente, para poder plantear sus propias hipótesis acerca del tema de estructura.
- En la prueba final, se estableció un cambio con respecto a la caracterización, estableciendo modelos mentales pertenecientes a las categoría de eliminación y generalización, esto demuestra que a pesar de que existen modelos mentales que poseen modelos mentales con información incompleta, ya no existen modelos metales elaborados por construcción o distorsión, es decir los estudiantes no poseen modelos mentales, con información errónea o una interpretación distinta a los conceptos que se relacionan con el tema de estructura.

<b>Elaborado por:</b>	Marco Alejandro Ortiz Colmenares
<b>Revisado por:</b>	Carlos Hernán López Ruiz

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	22	08	2017
--	----	----	------

## **ABSTRACT**

This paper it develops an investigation on the issue of Mental Models, in which it develops at school I.E.D Alfonso Lopez in the seventh grade in relationship the concept of structure. This proposal aims to establish the influence of a didactic material in the elaboration of mental models based on the concept of structure, a methodology of qualitative type , which is developed in three phases, which initially characterized the mental model that has the student from the concept of structure, in the second phase a didactic material for the preparation of activities was implemented Used based discovery learning, to allow for the development of mental models based on this concept and in the last phase the initial mental models developed new models are compared .

Palabras clave

Modelos mentales, tecnología, material didáctico, estructura

## CONTENIDO

LISTA DE GRÁFICAS.....	1
LISTA DE FIGURAS .....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. CONTEXTO.....	5
2.1. EL I.E.D ALFONSO LÓPEZ PUMAREJO. ....	11
3. JUSTIFICACIÓN.....	13
4. PROBLEMA DE ESTUDIO.....	14
4.1. PROBLEMÁTICA .....	15
4.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
4.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	17
5. OBJETIVOS.....	18
5.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
6. METODOLOGÍA .....	19
6.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	21
6.2. DISEÑO DE LA ENCUESTA.....	22
6.3. Diseño de la propuesta didáctica.....	24
7. ANTECEDENTES .....	25
7.1. Sobre Modelos Mentales en educación: .....	25
7.2. Trabajos con relación al tema de estructuras .....	27
7.3. Trabajos respecto a modelos mentales y estrategias didácticas para su elaboración en educación en tecnología.....	29
8. MARCO CONCEPTUAL .....	32
8.1.1 DIDÁCTICA DE LA TECNOLOGÍA .....	34
8.1.2 MATERIAL DIDACTICO .....	36
8.2 MODELOS MENTALES .....	37
8.3. FORMAS DE ELABORAR UN MODELO MENTAL.....	39
8.3.1 ELIMINACIÓN.....	39
8.3.2 CONSTRUCCIÓN .....	39
8.3.3 DISTORSIÓN.....	40
8.3.4 GENERALIZACIÓN.....	41
8.4. MODELOS MENTALES EN EL APRENDIZAJE.....	42

8.5. DIDACTICA DE LOS MODELOS MENTALES .....	43
8.6.1. LA TRANSFERIBILIDAD COMO APRENDIZAJE.....	45
8.6.1.1. EL PROBLEMA DE LA ACTITUD .....	45
8.6.1.2. EL PROBLEMA DE LA COMPATIBILIDAD .....	46
8.6.1.3. EL PROBLEMA DE LA MOTIVACIÓN DEL NIÑO .....	46
8.6.1.4. EL PROBLEMA DE LA HABILIDAD .....	47
8.6.1.5. EL PROBLEMA DEL REPLIEGUE SOBRE SÍ MISMO .....	47
8.6.1.6. EL PROBLEMA DE NUESTRA CAPACIDAD PARA MANEJAR ADECUADAMENTE EL FLUJO DE INFORMACIÓN .....	47
9. PROPUESTA DIDACTICA .....	48
9.1. INTRODUCCIÓN Y UBICACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA .....	48
9.2. OBJETIVOS DIDÁCTICOS .....	48
9.3. CONTRIBUCIÓN A LAS COMPETENCIAS BÁSICAS .....	48
9.4. CONTENIDOS .....	49
9.5. CONOCIMIENTOS PREVIOS Y REQUISITOS .....	49
9.6. RECURSOS NECESARIOS .....	49
9.7. ACTIVIDADES .....	49
9.7. DISEÑO DEL MATERIAL DIDÁCTICO .....	51
9.7.1. FASES DEL PROCESO DE DISEÑO .....	52
9.7.1.2. DESARROLLO DEL CONCEPTO .....	53
9.7.1.2.1. Aclarar el Problema.....	53
9.7.1.2.2. Buscar externamente .....	54
9.7.1.2.3. Buscar internamente.....	54
9.7.1.3.1. Arquitectura del producto .....	56
9.7.1.3.2. Arquitectura modular .....	56
9.8. MATERIAL DIDACTICO .....	68
10. IMPLEMENTACIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO .....	71
10.1. DESCRIPCIÓN DE LAS GUÍAS .....	71
10.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DIAGNOSTICA .....	71
10.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA PRIMERA GUIA .....	72
10.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA SEGUNDA GUIA .....	72
10.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA TERCERA GUIA .....	73
10.1.5. DESCRIPCIÓN DE LA CUARTA GUIA .....	74

10.1.6. DESCRIPCIÓN DE LA QUINTA GUIA .....	75
10.1.7. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA FINAL .....	75
11. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN .....	76
11.1 RESULTADOS DE LA PRUEBA DIAGNOSTICA .....	76
11.2. RESULTADOS DE LA PRIMERA GUIA .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
11.3. RESULTADOS DE LA SEGUNDA GUIA .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
11.4. RESULTADOS DE LA TERCERA GUIA.....	80
11.5. RESULTADOS DE LA CUARTA GUIA.....	81
11.6. RESULTADOS DE LA QUINTA GUIA .....	85
11.7. RESULTADOS DE LA PRUEBA FINAL.....	88
12. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN .....	90
12.1. ANÁLISIS DE LA PRUEBA DIAGNOSTICA .....	90
12.2. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA GUIA.....	88
12.3. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SEGUNDA GUIA .....	97
12.4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA TERCERA GUIA.....	96
12.5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA CUARTA GUIA .....	102
12.6. ANALISIS DE LA QUINTA GUIA .....	104
12.7. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA FINAL.....	103
13. CONCLUSIONES .....	109
14. BIBLIOGRAFIA .....	112
15. ANEXOS.....	113
15.1 FUNDAMENTACION TEORICA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA .....	113
15.2. GUIAS .....	128
15.3 ANEXOS DE FOTOGRAFIAS.....	135



## LISTA DE GRÁFICAS

Tabla 1. Cronograma de actividades.....	19
Tabla 2. Categorías de preguntas para el diseño de la encuesta.....	20
Tabla 3. Conceptos con relación a estructura para el diseño de la encuesta.....	21
Tabla 4. Tipos de preguntas con relación al tema.....	22
Tabla 5. Fases del proceso de diseño.....	49
Tabla 6. Tabla de oportunidades.....	49
Tabla 7. Tabla de figuras con su especificación.....	52
Tabla 8. Arquitectura del producto.....	52
Tabla 9. Criterios del diseño del detalle.....	55
Tabla 10. Criterios de selección del material.....	63
Tabla 11. Procesos de fabricación.....	64
Gráfica 1. Resultados de la prueba diagnóstica, definición de fuerza.....	73
Gráfica2. Resultados de la prueba diagnóstica, representación de fuerza.....	73
Gráfica3. Resultados de la prueba diagnóstica, características de una fuerza.....	74
Gráfica4. Resultados de la prueba diagnóstica, definición de esfuerzo.....	74
Gráfica5. Resultados de la prueba diagnóstica, definición de carga.....	75
Gráfica6. Resultados de la prueba diagnóstica, representación de carga.....	75
Gráfica7. Resultados de la prueba diagnóstica, definición de estructura.....	76
Gráfica8. Resultados de la prueba diagnóstica, representación de estructura.....	77
Gráfica 9. Resultados de la primera guía, representación gráfica de fuerza.....	77
Gráfica 10. Resultados de la primera guía, representaciones de equilibrio estático.....	78
Gráfica 11. Resultados de la segunda guía, identificación de fuerzas.....	78
Gráfica 12. Resultados de la segunda guía, análisis de fuerzas.....	79
Gráfica 13. Resultados de la segunda guía, representación de esfuerzos.....	79
Gráfica 13. Resultados de la tercera guía, ejemplo del momento de una fuerza.....	80
Gráfica 14. Resultados de la tercera guía, magnitud del momento de una fuerza.....	80
Gráfica 15. Resultados de la tercera guía, representación gráfica de un apoyo.....	81

Gráfica 16. Resultados de la tercera guía, análisis gráfico de un tipo de apoyo.....	81
Gráfica 17. Resultados de la cuarta guía, representación de una estructura.....	82
Gráfica 18. Resultados de la cuarta guía, análisis del esfuerzo de comprensión.....	82
Gráfica 19. Resultados de la quinta guía, representación gráfica de una carga.....	83
Gráfica 20. Resultados de la quinta guía, representación gráfica de una viga.....	83
Gráfica 21. Resultados de la quinta guía, ejemplo de columna.....	83
Gráfica 22. Resultados de la prueba final, definición y representación de fuerza.....	84
Gráfica 23. Resultados de la prueba final, identificación y explicación de esfuerzo.....	85
Gráfica 24. Resultados de la prueba final, identificación y explicación de carga.....	85
Gráfica 25. Resultados de la prueba final, identificación y definición de estructura.....	86

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagen de las 9 figuras del material didáctico.....	31
Figura 2. Imagen del modelo con resortes.....	51
Figura 3. Imagen de la arquitectura modular tipo bus del material didáctico.....	53
Figura 4. Imagen de la arquitectura modular tipo seccional material didáctico.....	53
Figura 5. Características de una fuerza.....	110
Figura 6. Ejemplo y explicación del momento de una fuerza.....	112
Figura 7. Explicación del esfuerzo normal directo.....	114
Figura 8. Explicación del esfuerzo de corte.....	115
Figura 9. Explicación del esfuerzo de torsión.....	115
Figura 10. Explicación del esfuerzo de flexión.....	116
Figura 11. Ejemplo de columna.....	121

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se ubica en la educación en tecnología con respecto *al tema curricular de estructura*, se desarrolla con la intención *de identificar y desarrollar los diferentes tipos de modelos mentales* que poseen los estudiantes de grado séptimo (ciclo 3) en el colegio I.E.D Alfonso López Pumarejo, con respecto al tema curricular mencionado, el cual es primordial en este ciclo de educación. Según el planteamiento del PET 21, que menciona la importancia de conocer y manejar el *concepto de estructura* para el desarrollo de actividades en relación a la elaboración de proyectos tecnológicos.

La *caracterización* de los modelos mentales de los estudiantes con relación al tema de estructura, permite identificar la información que poseen. En ese orden de ideas se desarrolla un material didáctico proyectado para mejorar procesos de aprendizaje de este tema y entender cómo lo asimilan y en términos puntuales cómo lo representan mediante modelos mentales. Para ese fin, se utiliza la *perspectiva cognitivista*, debido a que se centra en los procesos cognitivos y la adquisición de conceptos; en la dimensión pedagógica se emplea el *aprendizaje por descubrimiento*, dado que, entre otros elementos propone una alternativa para la adquisición de conceptos, en este caso el de estructura. Bajo los parámetros enunciados se observa la elaboración y reelaboración de modelos mentales, relacionados con el importante concepto para el currículo de tecnología, como el de estructura.

La metodología empleada en la realización de este trabajo es de tipo *mixta*, con un *enfoque genético*, dicho enfoque se utiliza en el campo de la psicología cognitiva, supone estructuras y mecanismos psicológicos inconscientes y configuraciones mentales. Según Puche (2003) este

método (el genético) en relación al estudio de modelos mentales admite desplegar la mente del niño, la captura del funcionamiento de la mente, exige un número de observaciones y permite comparar los desempeños del sujeto para entender su funcionamiento mental.

Para llevar a cabo el desarrollo de la investigación, se proponen las siguientes fases:

La primera fase pretende la caracterización de los modelos mentales, donde se establecen cuatro categorías, por un lado, basadas en la propuesta de O'Connor (1998) y por otro lado, trabajadas de acuerdo a las diferentes maneras de cómo los estudiantes elaboran modelos mentales. En la segunda fase se diseña un material didáctico el cual se implementa para el aprendizaje del tema, para este caso, el de estructura. Y en la tercera y última fase se realiza una prueba, que tiene los mismos criterios empleados para caracterizar el modelo inicial, con la intención de comparar los nuevos modelos mentales adquiridos a partir de la interacción con el material didáctico, con los modelos caracterizados inicialmente.

Posteriormente se concluye, recogiendo la experiencia vista a la luz de los autores y en relación con los objetivos del presente trabajo.

## **2. CONTEXTO**

Si bien es cierto, la educación ha desempeñado un papel importante en la sociedad, según Hirsch (2002), en el desarrollo y evolución de la humanidad, la educación y la formación han ocupado un lugar central, es por eso que la escuela, en sus distintas modalidades y niveles de formación, ha pasado a ser considerada como una institución clave en la sociedad. Por otra parte Batista (2006) entiende a la educación como el instrumento que posibilita obtener conocimientos y saberes, el cual consiste en lograr que la humanidad pueda dirigir y estructurar su propio desarrollo, así como que cada individuo sea responsable de su destino, para contribuir al progreso de la sociedad, con la participación solidaria de sus miembros.

En relación con estas afirmaciones podemos especificar que educación, como la encargada de promover, el desarrollo de la sociedad, ya que es un proceso que acompaña e influye en la vida de las personas en sociedad.

El Ministerio de Educación de Colombia (MEN), ente oficial encargado de la educación en el país, la define, “como el proceso de formación permanente, personal cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y sus deberes.” MEN (2016). El sistema educativo Colombiano está conformado por educación inicial, educación preescolar, la educación básica (primaria cinco grados y secundaria cuatro grados), educación media (dos grados y culmina el título de bachiller) y la educación superior. MEN (2016)

Sin embargo para los intereses del presente trabajo la mirada se centrará en la educación en Tecnología. De acuerdo con la guía 30 (Orientaciones generales para la educación en tecnología) se define la tecnología “como una actividad humana, que busca resolver problemas y satisfacer

necesidades humanas, transformando el entorno y la naturaleza mediante la utilización racional, crítica y creativa de los recursos y conocimientos”. MEN (2008).

Debido a las exigencias de la realidad mundial, la tecnología se entiende como un motor de transformación social, vital para el desarrollo, por ello, el MEN ve la necesidad de crear el *Área de Tecnología e Informática*<sup>i</sup> que es una de las más recientes en el contexto de educación en Colombia. El ideal del área en mención se vincula a la transformación del entorno y la mejora de la calidad de vida, con el ánimo de superar la concepción de la tecnología más allá de los aparatos, los procesos manuales y las tecnologías de la información y comunicación. Con lo anterior se aclara que, aunque todo ello, (los aparatos, los procesos manuales y las tecnologías de la información y comunicación) hace parte de la Tecnología, no son su única esencia. Por tanto, la educación en tecnología se debe entender, como un campo<sup>ii</sup> de naturaleza interdisciplinaria, que implica considerar su condición transversal y su presencia en todas las áreas obligatorias y fundamentales de la educación. MEN (2008)

La tecnología se interrelaciona con otros campos, lo cual permite tener distintos enfoques desde la Educación en Tecnología:

- 1) “Tecnología y Técnica” (según los trabajos de Rodríguez, German y Leuro (1993), la Tecnología tiene un estrecho vínculo con la Técnica, sin embargo, las dos tienen connotaciones distintas. En efecto mediante la actividad técnica es posible materializar los instrumentos, por otra parte desde la Tecnología se conciben y diseñan los instrumentos para beneficio del hombre.
- 2) “Tecnología y Ciencia”, (según los trabajos de Marino, González, López, Lujan y Gordillo (2001), la Tecnología y la Ciencia, están articuladas, permitiendo un unión entre los

conocimientos científicos y tecnológicos, aunque a su vez, son distintas, la tecnología propicia un conocimiento práctico y la ciencia un conocimiento más abstracto)

3) “Tecnología e Informática” (según los trabajos de Cabero (1998) la Tecnología e Informática, se relacionan en un concepto, que se denomina; tecnologías de la información y comunicación, dichas tecnologías, se encargan del almacenamiento, recuperación, proceso y comunicación de la información. Las representaciones más significativas de estas tecnologías en la sociedad, son: los ordenadores que nos permiten utilizar distintas aplicaciones informáticas y más específicamente de las redes de comunicación).

4) “Tecnología y Sociedad”, (según los trabajos de Marino, González, López, Lujan y Gordillo (2001), el objeto de estudio de la Tecnología y Sociedad, está constituido por los aspectos sociales de la tecnología, tanto en lo que concierne a los factores tecnológicos que influyen en el cambio social, como en lo que atañe a las consecuencias sociales).

5) “Tecnología y Ética” (según los trabajos de Mitcham (2004) la Tecnología y la Ética, son un intento general por cuestionar la moral con relación al desarrollo tecnológico, la ética invita a construir reflexiones morales a la tecnología, para investigar y desarrollar en nuevos temas; como el futuro en peligro, la seguridad y riesgos en el medio ambiente)

6) “Tecnología y Diseño”, (según los trabajos de Sánchez (2006) el desarrollo de la tecnología, va de la mano con las necesidades humanas, entiendo el diseño, como una actividad que permite satisfacer necesidades en un contexto específico, dicha necesidad, da origen al objeto, el desarrollo de este objeto, conduce al desarrollo de nuevas tecnologías; como por ejemplo, es el caso de los tejidos, se comenzaron a producir cestas y, utilizando la combinación y entrecruzamientos particulares entre fibras secas maduras y biches, se consolidaron las primeras

expresiones connotativas en texturas. Tal como menciona Fuentes (1998), el diseño como actividad proyectual, permite diseñar y construir objetos encaminados a satisfacer necesidades humanas, en pro de contribuir al desarrollo de la sociedad ) es desde este último enfoque donde se ubica el presente trabajo, según el Programa de Educación En Tecnología para el Siglo XXI (PET 21) Gelves Hernández, Rodríguez y Leuro (1996) porque se inscribe en la perspectiva de la formación de la licenciatura en Diseño Tecnológico de la Universidad Pedagógica Nacional, donde se formó el autor del presente trabajo.

“Desde este enfoque se define el diseño como una actividad cognitiva y física, en la cual el individuo establece relaciones entre informaciones, de orden teórico y práctico, tendientes a resolver una situación problemática surgida de las necesidades humanas”. (Gelves y otros (1996)), por tanto, el diseño es la actividad que permite transformar las ideas en hechos concretos.

Es así como en la escuela este enfoque en educación en tecnología es relevante, para llevar las ideas a su plasmación, de hecho en el PET 21 se resalta la importancia de tres conceptos, para el desarrollo de actividades tecnológicas, los tres conceptos son: forma, función y estructura, y justamente, se inscriben en el enfoque de tecnología desde la perspectiva del diseño y son usados frecuentemente en los currículos en tanto, viabilizan los procesos de producción de artefactos y sistemas<sup>iii</sup>.

El presente trabajo tomará como objeto de estudio el concepto de estructura aterrizado como tema para el grado séptimo, porque es un tema central en las diferentes actividades relacionadas con el área de tecnología y otras áreas, como ciencias naturales o artes<sup>iv</sup>



Según lo anterior, la pertinencia de la educación en tecnología, supera el asunto de manejo de instrumentos y se inscribe en la solución de problemas, para lo cual desde la guía 30 del MEN (2008) propone cuatro ejes temáticos: 1. Naturaleza y evolución de la Tecnología, 2. Apropiación y uso de la Tecnología, 3. Solución de problemas con Tecnología y 4. Tecnología y Sociedad. Dichos ejes, retoman desde diferentes ángulos la importancia de abordar y trabajar el *concepto de estructura*, y proponen la construcción de competencias y desempeños, dependiendo el ciclo de escolaridad: Educación básica (ciclo 1 y ciclo 2), Educación secundaria (ciclo 3 y ciclo 4) y educación media (ciclo 5).

La presente propuesta se desarrollará en secundaria (ciclo 3), grados sexto y séptimo, pues en este ciclo, la selección del contexto es clave en el desarrollo de actividades tecnológicas de aula, porque se considera fundamental la posibilidad de relacionar las actividades cognitivas con las actividades prácticas, en el marco de un contexto significativo y real. (Gelves y otros (1996)).

Otro aspecto relevante para este ciclo es el trabajo relacionado al fortalecimiento de la autonomía y disminución de la prescripción, es decir, que el estudiante gane en la construcción de sus propias rutas de solución de problemas (autonomía) y disminuya la práctica y ejecución de actividades dirigidas (prescripción).

El principal logro que se promueve en el ciclo 3, es el de construcción de proyectos, en el que el estudiante modela formas, propone soluciones a problemas, mediante el uso y manejo de herramientas (digitales, manuales y eléctricas) para elaborar sus propios prototipos sencillos. Con relación a estos aspectos mencionados, cabe resaltar que el estudiante, empieza a trabajar en procesos más autónomos relacionados con el desarrollo de actividades del área de Tecnología.

Según Soto (1997) en el plan de estudios en educación en tecnología, en los grados, sexto y séptimo, se trabaja la fase de fundamentación con relación a los siguientes conceptos: 1. Materiales, 2. Estructuras 3. Mecanismos, 4. Control, 5. Energía, 6. Sistemas, 7. Información, enfocados desde el diseño, debido a que considera, el diseño como la médula de la tecnología y el núcleo de la Educación en Tecnología, el diseño entonces es el proceso de reflexión que permite la concreción de los proyectos de investigación.

El mismo Soto (1997), menciona que es importante en términos de enseñanza, proponer un análisis estructural (del objeto), en el que la situación del diseño y del comportamiento (estructural) se vincule a la mecánica (es decir desde presupuestos físicos). Para este último análisis es necesario el manejo del concepto de *estructura*, que hace referencia al uso y combinación de materiales para la construcción de artefactos.<sup>v</sup> A continuación, se presentarán algunas metodologías propias de la Educación en Tecnología, con las que se ha trabajado el tema de estructuras.

Para abordar el tema de estructuras, Gómez y otros (1997), plantean “el proyecto tecnológico”, que permite el desarrollo de un proyecto de trabajo centrado en una propuesta concreta. Para ello se pasa inicialmente por una fase de análisis y reflexión de los operadores y del campo tecnológico en el que se va a desarrollar dicha propuesta. Para el desarrollo del proyecto, se emplea la metodología que consiste en organizar grupo de trabajo, planificar y distribuir funciones a cada uno de los componentes del grupo, para pasar posteriormente a la construcción del dispositivo, objeto o sistema ideado, valorando en todo momento cada uno de los pasos.

Por otra parte Soto (1997), menciona que los proyectos tecnológicos se han tomado como una estrategia didáctica de aula para desarrollar la práctica pedagógica de la Educación en Tecnología

y propone que esos proyectos deben verse como sistema de estudio integrado en los cuales se enseñan y se aprenden conocimientos, se desarrollan capacidades, habilidades y destrezas, se producen objetos y se plantean alternativas de solución a problemas o necesidades.

De oro (2013) define, la metodología del proyecto tecnológico, como el resultado de una búsqueda tendiente a solucionar, metódica y racionalmente, un problema del mundo material (problema tecnológico). El objetivo del proyecto tecnológico es satisfacer una necesidad, para lo cual se plantea unas etapas que conducen al fin propuesto, las etapas son las siguientes: 1. Planteamiento del problema, 2. Diseño, 3. Planificación, 4. Construcción, 5. Evaluación. El proyecto tecnológico como contenido de aprendizaje específico y metodología para el desarrollo del área de tecnología permite instalar en el ámbito de la escuela una herramienta didáctica muy valiosa.

Sin embargo como menciona De oro (2013), en educación en tecnología, también suele emplearse una metodología, denominada “Análisis de Objetos Tecnológicos”, que se basa en un análisis a partir de un objeto (que satisface una necesidad) y remontarse al marco referencial de su aparición y a la necesidad que lo originó.

## **2.1. EL I.E.D ALFONSO LÓPEZ PUMAREJO.**

El lugar específico, donde se desarrolla este trabajo, es la I.E.D Alfonso López Pumarejo inaugurada a comienzos de 1989, inicialmente con el nombre de *CEDID Alfonso López Pumarejo*, para dar respuesta a las necesidades educativas de la localidad octava (Kennedy). En 1994 dicha institución implementa la media técnica, con tres modalidades (electrónica, mecánica industrial y procesamiento de alimentos), para que los estudiantes puedan desempeñarse en el mundo productivo, laboral y en la educación superior, fortaleciendo su proyecto de vida.

La asignatura de Tecnología, es una de las que tiene más horas en la semana, no solamente con el propósito de brindar conocimientos técnicos que aporten al desarrollo de las modalidades, sino además por los espacios académicos que posee (talleres de electricidad, ajuste y mecanizado), cuyos espacios permiten el desarrollo y construcción de proyectos en el área de tecnología. Los proyectos que se desarrollan en los mencionados espacios académicos se basan en la metodología “Proyecto Tecnológico”, dicha metodología es empleada por la IED en el área de tecnología, que a su vez tiene dos fases: la fase tecnológica y la fase técnica.

La fase tecnológica, es el proceso en el cual, se plantea el proyecto, el problema a solucionar, la representación gráfica, en representación de su forma, criterios y elementos para su funcionamiento, planteamiento de materiales y procesos para su construcción. Y la fase técnica, son las operaciones manuales, para la construcción y elaboración del proyecto.

Para el presente trabajo en el grado séptimo (ciclo 3), con relación al tema de estructura, se diseña una propuesta didáctica, basada desde una *perspectiva cognitivista* como indica Jonassen (1991), este enfoque se centra en la conceptualización de procesos de aprendizaje y se ocupa del proceso de adquisición de información que posteriormente se transformará en conocimiento. Dicho proceso (pasar de información a conocimiento), implica una codificación y una estructuración interna, por parte del estudiante.

El grado séptimo es un curso que se compone de un total de 34 estudiantes, 22 niños y 12 niñas, los cuales son de un estrato socioeconómico 2 y 3 y su rango de edad, figura ente los 12 y 13 años. Este grado se ubica en el ciclo 3, en este ciclo su formación está determinada por las siguientes áreas del conocimiento; matemáticas, humanidades, sociales, ciencias, artes, educación física y tecnología e informática, esta última es el área en la se desarrolla el presente

trabajo. La asignatura de tecnología, se enfoca en una formación desde el enfoque de la técnica y el diseño, para desarrollo de temas curriculares como el dibujo técnico, herramientas industriales, seguridad industrial, para el desarrollo de actividades en aulas especializadas como talleres y otros temas que se relacionan con el desarrollo de proyectos como; energía, materiales, forma, función y estructura, en este último tema es el eje central del trabajo, este concepto permite la relación entre el uso de materiales propicios para un proyecto tecnológico, con relación a las propiedades que debe tener el proyecto que funcione.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La tecnología busca resolver problemas y satisfacer necesidades humanas, para ello es necesario la intervención del diseño como actividad cognitiva y física en la cual el individuo establece relaciones entre informaciones, de orden teórico y práctico para resolver una situación problemática surgida de las necesidades humanas, así es como lo plantea el PET 21 (programa de educación en tecnología para el siglo xxi) en relación al enfoque tecnología y diseño. Desde este enfoque en educación en tecnología se plantean tres conceptos fundamentales (forma, función y estructura).

Con relación al currículo en educación en tecnología, se considera pertinente establecer la importancia desde la Guía 30 MEN, los cuatro ejes temáticos acerca de la tecnología y su aplicación: 1. su naturaleza y evolución: importancia de los materiales. 2. su apropiación y uso: reconocer las fuerzas, cargas y resistencia del material 3. Solución de problemas: configuración y estructuración de elementos 4. tecnología y sociedad: consecuencias del uso de materiales en la estructura de artefactos.

Desde los anteriores planteamientos es pertinente una trabajo dedicado al tema de “estructura” que permitirá entender la forma como se disponen los materiales que se utilizan inciden en la capacidad de soportar más carga en relación con los materiales que se utilizan para realizar la estructura de cualquier artefacto en relación al medio ambiente y al ámbito social y como por medio de su configuración y estructuración se pueden concebir soluciones que contribuyan a construir un mejor entorno social.

De acuerdo con el planteamiento se considera pertinente realizar una investigación que permita caracterizar el modelo mental que poseen los estudiantes de grado séptimo con respecto al tema de estructura, proponiendo el diseño de una propuesta didáctica para este tema.

Uno de los principales motivos para el desarrollo de este trabajo es la aplicación e implicación que va tener esta propuesta basada en el aprendizaje por descubrimiento, con la finalidad de fortalecer los procesos de aprendizaje, esto implica que el estudiante no reciba la información que está relacionada con este tema, de manera pasiva y memorística, sino que descubra los conceptos y sus relaciones entre sí con su propio contexto.

Esta metodología no sólo permitirá reforzar el aprendizaje, sino que busca brindarle al estudiante otra manera de aprender, en la cual explora y descubre conceptos que lo lleven a establecer sus propios análisis, que lo conduzcan a establecer sus propias hipótesis, que le permitan entender y explicar su realidad.

Se justifica la presente propuesta por el aspecto y relevancia temática: el concepto de estructura, por la necesidad y pertinencia de material didáctico basado en el aprendizaje por descubrimiento, por la naturaleza “técnica” del IED Alfonso López Pumarejo, por la importancia de los modelos metales en tanto posibilitadores de medición y, por el aporte a la educación en Tecnología.

## 4. PROBLEMA DE ESTUDIO

### 4.1. PROBLEMÁTICA

De acuerdo a lo mencionado en el contexto, en síntesis el presente trabajo se enmarca en el campo de educación en tecnología, desde el enfoque *Tecnología y Diseño*, desde esta perspectiva son primordiales tres conceptos; forma, función y estructura. Sin embargo se tomara como objeto de estudio, el concepto de estructura, dirigido como tema para el grado séptimo.

El autor del presente trabajo se vincula a la IED a partir de práctica educativa, como requisito del programa de Licenciatura en Diseño Tecnológico de la UPN. Allí en la interacción con estudiantes se observa en ellos, confusiones conceptuales y dificultades para establecer un análisis estructural, y conflictos para determinar los principios físicos que interactúan en un artefacto. Surge entonces, la necesidad de explicar el concepto de estructura, como pilar central para todo desarrollo de proyectos artefactuales. De ahí el origen del presente trabajo, que después se enriquecería con teorías y enfoques educativos relacionados con proyectos tecnológicos.

Para solucionar esta situación real (la comprensión conceptual del concepto de estructura) en estudiantes de ciclo 3, se inició la búsqueda de diferentes propuestas, pero la más cercana y acorde al tema, fue la de aprendizaje por descubrimiento.

Entonces, se presenta la situación problémica: Los estudiantes no manejan el concepto de estructura. Se pretende mejorar esta situación mediante la indagación, identificando los modelos mentales de dichos estudiantes al respecto del concepto de estructura.

Según Bruner (1985) el estudiante debe descubrir por sí mismo, debido a que el descubrimiento es el principal vehículo de la educación. O'Connor (1998) menciona que el aprendizaje es la continua elaboración y reelaboración de nuestros modelos mentales, los modelos mentales nos

permiten interpretar nuestras propias experiencias, para determinar nuestra manera de pensar y actuar, los cuales influyen de forma positiva o negativa en el proceso de aprendizaje, y se elaboran a partir de las experiencias.

Por lo tanto se proyecta el diseño de una propuesta didáctica, basada en la metodología *Aprendizaje por Descubrimiento*, la cual permitirá al estudiante construir experiencias, para la posible elaboración y reelaboración de modelos mentales, con respecto al tema de estructura.

#### **4.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El IED “Alfonso López Pumarejo” tiene énfasis en modalidades industriales, en específico para grado séptimo, se plantea como objetivo entender los principios físicos de los materiales, con el fin de llegar a la materialización y a la construcción de artefactos.

Para evidenciar las ideas previas de los estudiantes se aplicó un cuestionario inicial (ver anexo de prueba diagnóstica) aplicado además para obtener una representación gráfica y verbal del modelo mental sobre lo que entendían por “estructura”. Según dicha encuesta, los estudiantes carecen de manejo y apropiación conceptual y dificultad para aplicarlos en la práctica. También el cuestionario informó que una de las causas de las dificultades presentadas, es la memorización de términos y conceptos, confrontada con la poca experimentación.



#### **4.3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo diseñar una propuesta didáctica, desde el enfoque aprendizaje por descubrimiento, que permita la elaboración de modelos mentales acerca del tema de estructura en estudiantes de grado séptimo del Colegio Alfonso López Pumarejo?

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar una propuesta didáctica, desde el enfoque de aprendizaje por descubrimiento, que facilite la elaboración de modelos mentales de los conceptos relacionados con el tema de estructura

### **5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar los modelos mentales previos que posee el estudiante sobre el tema de estructura
- Implementar la propuesta didáctica desde el enfoque de aprendizaje por descubrimiento que promueva la elaboración de modelos mentales a partir del tema de estructura
- Comparar los modelos mentales iniciales con los modelos mentales resultantes para determinar el cambio en el modelo mental del estudiante

## **6. METODOLOGÍA**

La presente investigación, tiene un enfoque mixto el cual esta basado en la combinación en los enfoques, cualitativo y cuantitativo se utiliza con el propósito de integrar métodos cuantitativos y cualitativos, se utiliza este enfoque debido a que la información se analizará de forma cualitativa, utilizando intervenciones para la muestra y análisis de resultados, tal como lo indica Johnson (2006), los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos e implican la recolección y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias de toda la información, estos métodos pueden ser adaptados para efectuar la investigación.

En investigación existen enfoques cualitativos, cuantitativos y mixtos, en los cuales se combinan los dos primeros, según Hernández 2014 el enfoque cualitativo busca principalmente la dispersión de los datos e información, mientras el enfoque cuantitativo pretende acotar intencionalmente la información. El cualitativo se emplea para para que el investigador se forme creencias propias sobre el fenómeno estudiado, como lo sería un grupo de personas únicas o un proceso particular, mientras el cuantitativo se utiliza para consolidar, las creencias, formuladas de una manera lógica en un esquema teórico y establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población.

La perspectiva que se utilizará desde la investigación es el enfoque genético, dicho enfoque se utiliza en el campo de la psicología cognitiva, esta perspectiva supone estructuras y mecanismos psicológicos inconscientes y configuraciones mentales. En cuanto a este enfoque, según Puche (2003) este método en relación al estudio de modelos mentales permite desplegar la mente del niño, permite la captura del funcionamiento de la mente, observación y análisis de la

información presentada, lo que permite comparar los desempeños del sujeto para entender el funcionamiento mental del sujeto, por lo cual se define en lo siguiente:

- Una observación en un periodo que va desde el comienzo hasta su estabilización en la consecución del fin.
- Un alta densidad de observaciones durante un periodo relativo al cambio
- El ensayo intensivo de pruebas que conlleva a los cambios tanto en lo cualitativo como cuantitativo.

En síntesis se utilizan tres fases de acuerdo a los tres criterios definidos por el enfoque genético, en la primera fase de este estudio de caso, se pretende el diseño de una encuesta, que se empleará como instrumento de recolección de datos, con el propósito de caracterizar el modelo mental de los estudiantes, con relación al tema de estructura y a los conceptos que están relacionados con este, categorizando el modelo mental de acuerdo a las cuatro categorías (eliminación, construcción, distorsión, generalización) las cuales se establecen de acuerdo a las formas de elaborar un modelo mental.

En la segunda fase se propone el de una propuesta didáctica la cual consta de un material didáctico y unas guías de actividades, basadas en los conceptos relacionados con el tema de estructura y en el aprendizaje por descubrimiento, para el diseño del material didáctico se utilizará la metodología de diseño planteada por Steven Eppinger (2000), (diseño y desarrollo de productos). Esta metodología busca el (planeación, desarrollo del concepto, diseño en el nivel sistema, diseño de detalle, pruebas e refinamiento e inicio de producción) tomando exactamente estas 6 fases de proceso genérico, para el desarrollo del material didáctico.

Para el análisis de resultados se realizará una sistematización basada en las mismas cuatro categorías para el análisis de los modelos elaborados a partir de la implementación de la propuesta didáctica.

## 6.1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**Tabla 1**

**Cronograma de actividades**

Cronograma de actividades												
Actividades/semana	Marzo 2016				Abril 2016				Mayo 2016			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
diseño de la propuesta didáctica, guías y material didáctico basado en el aprendizaje por descubrimiento y en las fases de diseño, según Eppinger (2000)												
Planeación (fase 0)												
Desarrollo del concepto (fase 1)												
Diseño en el nivel sistema (fase 2)												
Diseño del detalle (fase 3)												
Pruebas de refinamiento (fase 4)												
Inicio de producción (fabricación del material didáctico) (fase 5)												
Aplicación de la prueba inicial, aplicación del material didáctico y cuestionarios												
Sistematización y análisis de los resultados												

## 6.2. DISEÑO DE LA ENCUESTA

Tal como menciona Abarca y Alpizar (2012) la encuesta es un cuestionario, el cual es un instrumento de investigación, su estructura está fundamentada en preguntas que dan datos, de interés para la investigación, se utiliza para grandes grupos de personas. Para el diseño de la encuesta inicial se seleccionaron de preguntas abiertas, según lo que sugiere Hernández (1998) los cuestionarios abiertos son aquellos que incluyen un conjunto de preguntas que no tienen previa codificación de las respuestas, de ahí su condición de abiertas, las personas a quienes se les consulta, responden de acuerdo con sus opiniones y conocimiento sobre el asunto en cuestión. Este tipo de preguntas, permitirán que el estudiante no tenga limitaciones en su respuesta, debido a que cada estudiante posee un modelo mental con respecto al concepto de estructura. Para la definición de las preguntas, utilizo, una matriz establecida por Michael Quinn (2003), la cual permite establecer el tipo de preguntas que se utilizaran:

**Tabla 2**

### **Categorías de preguntas para el diseño de la encuesta**

Tipo de pregunta	Tipo de respuesta
Sobre experiencias y comportamientos	Lo que la persona entrevistada ha vivido
Sobre opiniones y valoraciones	Lo que la persona entrevistada piensa
Sobre sentimientos	Lo que la persona entrevistada siente
Sobre conocimiento y saberes	Lo que la persona entrevistada conoce o sabe
Preguntas sensoriales	Lo que la persona entrevistada ha visto, ha tocado, ha degustado, ha escuchado o ha olido
Sobre condiciones demográficas	Las características sociodemográficas de la persona entrevistada

Antes de establecer el tipo de preguntas, que permitirán caracterizar el modelo mental del estudiante, se establece una matriz con respecto al concepto de estructura, basada en la concepción de estructura que establece Castro (2012) y los parámetros establecidos, para el

concepto de estructura, según el ministerio de educación de argentina en el programa; entornos invisibles de la ciencia y la tecnología, para poder establecer inicialmente preguntas sobre los conocimientos acerca de este concepto:

**Tabla 3**

**Conceptos con relación a estructura para el diseño de la encuesta**

Concepto	Características física en relación al concepto (estructura)	Subtemas en relación a la característica
Estructura	Equilibrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Características de una fuerza</li> <li>➤ Leyes de newton</li> <li>➤ Fuerzas externas e internas</li> <li>➤ Leyes de newton</li> </ul> </li> <li>• Apoyos o restricciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Apoyo móvil</li> <li>➤ Apoyo pasador</li> <li>➤ Apoyo fijo</li> </ul> </li> </ul>
	Resistencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga</li> <li>• Esfuerzo: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tensión</li> <li>➤ Compresión</li> <li>➤ Flexión</li> </ul> </li> </ul>
	Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades mecánicas: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dureza</li> <li>➤ Tenacidad</li> <li>➤ Resiliencia</li> </ul> </li> <li>• Elementos estructurales: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vigas</li> <li>➤ Columnas</li> </ul> </li> </ul>

Después de establecer los conocimientos, en relación al concepto, que se van a abordar en la encuesta, se establecerán preguntas sensoriales, las cuales permitirán establecer la asociación de conocimientos con lo que han observado en su contexto, este tipo de preguntas permitirá caracterizar el modelo mental del estudiante en relación al concepto:

**Tabla 4**

**Tipos de preguntas con relación al tema**

Tipo de pregunta	Forma de representación	Saber o conocimiento
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sobre conocimiento y saberes</li><li>• Preguntas sensoriales</li></ul>	Gráfica y verbal	Fuerza
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sobre conocimiento y saberes</li><li>• Preguntas sensoriales</li></ul>	Verbal	Esfuerzo
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sobre conocimiento y saberes</li><li>• Preguntas sensoriales</li></ul>	Gráfica y verbal	Carga
<ul style="list-style-type: none"><li>• Sobre conocimiento y saberes</li><li>• Preguntas sensoriales</li></ul>	Gráfica y verbal	Estructura

**6.3. Diseño de la propuesta didáctica**

En la segunda fase de esta investigación, se pretende el diseño de la propuesta didáctica, la cual tendrá como apoyo el material didáctico y una serie de guías que se establecerán de acuerdo al aprendizaje por descubrimiento para la elaboración y reelaboración de modelos mentales (aprendizaje), del concepto de estructura en los estudiantes de grado séptimo.



## **7. ANTECEDENTES**

Los antecedentes de este trabajo se sitúan en tres partes, la primera con los trabajos relacionados con Modelos Mentales en educación, en la segunda parte, los trabajos relacionados con estrategias didácticas para el tema de estructura desde el área de tecnología. Y en la tercera parte, la relación de los dos primeros, es decir Modelos Mentales en educación en tecnología.

### **7.1. Sobre Modelos Mentales en educación:**

En los trabajos relacionados con el tema de modelos mentales, se toman como referentes aportando información conceptual y metodología para abordar el tema de modelos mentales desde el ámbito educativo:

- Construcción de modelos mentales a partir del estudio de movimiento de galaxias, desarrollado por Nelly Yamile Castellanos Roberto, (2008), Universidad Pedagógica Nacional, licenciatura en física. Es la elaboración de una unidad didáctica, que se materializó a través de una herramienta de multimedia en torno a la comprensión de movimientos de las galaxias, en las construcciones obtenidas por los estudiantes que las experiencias que habían tenido en relación al tema, son brindadas por el colegio y los medios de comunicación (tv). Este trabajo aporta información con respecto al tema de modelos mentales en la educación, permitiendo un acercamiento sobre la elaboración de una propuesta didáctica para la construcción de modelos mentales, permitiendo entender la importancia de los modelos mentales en el ámbito educativo, las fuentes que pueden tener los estudiantes para entender y explicar su realidad, la cual está influenciada por los medios de comunicación, y como elaborar una unidad didáctica que permita establecer

nueva información, que permita al estudiante adquirir y complementar nueva información para la reelaboración de modelos mentales

- Influencia de las analogías en la construcción de modelos mentales de la red conceptual en las reacciones químicas, en la educación primaria, desarrollado por Yeni Carolina Pinzón García (2010), Universidad Pedagógica Nacional. Maestría en química. La presente investigación muestra la influencia que tiene el uso de modelos analógicos didácticos, contruidos en torno a la red conceptual sobre las reacciones químicas, aplicados a estudiantes de la educación básica primaria. Además, señala la importancia de la identificación de los modelos mentales previos que poseen los estudiantes para la construcción e implementación de una estrategia con análogos en el aula. Este trabajo aporta información con relación a la importancia y la influencia de los modelos mentales en el aprendizaje, a pesar de que trabajaron un tema curricular para bachillerato en primaria, demuestran que es importante las experiencias que se generan en etapas anteriores al ciclo, que es donde se desarrollan estos conceptos en la asignatura de química. Este trabajo permite realizar un cuestionamiento sobre los temas que se aplican en grados de media o educación superior, a pesar de que estos temas se imparten en estos grados como es el caso del análisis estructural o temas de químicas como es el caso de este trabajo, los estudiantes presentan nociones o conocimientos que son elaborados en grados o edades inferiores a estos. En ocasiones no se consideran ni se abordan las ideas previas que poseen los estudiantes
- Modelos mentales sobre la evolución por selección natural en estudiantes de noveno grado del colegio Claustro moderno, elaborado por Nazly Villamil Balaguera (2010), Universidad Pedagógica Nacional; especialización en enseñanza de la biología. En esta

investigación se pretendió materializar en forma de mapa conceptual aquellas ideas que tienen en su modelo mental, en estudiantes de grado noveno frente al tema de selección natural. Este trabajo aporta evidencias sobre la representación de información, de un modelo mental con respecto a un tema, en este caso es la “evolución por selección natural”, estableciendo las diferencias que pueden existir, para representar un modelo conceptual establecido, demostrando que a pesar de que el modelo conceptual es objetivo, es modelo mental es subjetivo, de acuerdo a su representación, el cual puede variar de acuerdo a cada estudiante.

- Ver lista de otros trabajos consultados<sup>vi</sup>

## **7.2. Trabajos con relación al tema de estructuras**

- Unidad didáctica sobre el tema de estructura en la cual se utiliza recursos provenientes de las TIC, la propuesta se desarrolla para el área tecnología e informática para el ciclo tres del liceo Campestre de Harvard. Elaborado por Edwin Albeiro Ramos Villamil (2011), basada en problemas APB, buscando que el estudiante aprenda el tema de estructura de una forma más interesante atractiva a sus sentidos y a su realidad. Este trabajo además de ser el más reciente en relación al desarrollo de una propuesta didáctica sobre el tema de estructura, presenta una recopilación de varios antecedentes relacionados con, propuestas, materiales didácticos para el tema de estructura los cuales aportan información al desarrollo de propuestas didácticas con relación al concepto de estructura. A demás dicho material se desarrolla en el mismo ciclo escolar (ciclo3), en el que se pretende desarrollar el presente trabajo.

- Estrategia metodológica de enseñanza en tecnología para el manejo del concepto de estructura en niños de grado segundo del CED INEM de Kennedy (francisco de paula Santander) (2006). Este trabajo pretende implementar una estrategia metodológica basada en actividades lúdicas y resolución de problemas sencillos, que permitieron a los estudiantes de grado segundo, iniciar en el concepto de estructura y su vez desarrollaran la fantasía y creatividad. La estrategia utilizada es la lúdica, los recursos materiales, son los talleres y elementos concretos encontrados a su alrededor. Sin embargo las actividades no se pueden realizar sin acompañamiento por parte del docente. Este trabajo aporta información en cuanto la importancia de replantear propuestas didácticas con relación al concepto de estructura, permitiendo entender que este concepto puede ser abstracto para los estudiantes. Ni tampoco es el ciclo ideal, para la formación de este concepto.
- Material educativo para la comprensión del concepto estructura y su identificación en el entorno. (2009), elaborado por Catalina de los Ángeles Umaña Téllez. Este trabajo parte de un estudio correlacionar con hipótesis del mismo tipo y un diseño cuasi experimental buscando determinar si el resultado del estudio, permite la comprensión del concepto de estructura para estudiantes de grado cuarto. Cuyo material de apoyo educativo son con 4 cartillas. En el material de apoyo, los objetivos didácticos contienen el reconocer, identificar, describir, relacionar y clasificar. El tema se desglosa en subtemas como son: el concepto de estructura, la clasificación de elementos estructurales y esfuerzos. La estrategia utilizada es la sinectica, recursos materiales, cartillas y elementos en madera. Las actividades difícilmente pueden seguirse sin la supervisión de un adulto. Este trabajo a pesar de que sus resultados no son positivos del todo, sirve de referente, para entender que se debe establecer una propuesta didáctica que permita al estudiante identificar y

analizar la información, para la comprensión de los temas relacionados con el concepto de estructura.

- Material virtual de apoyo para la enseñanza de los conceptos y características de las deformaciones físicas en las estructuras, elaborado Fred Leonardo Morales Urquina (2007), Universidad Pedagógica Nacional. este trabajo parte de la necesidad de crear un material que contribuya al proceso de aprendizaje de los estudiantes de diseño tecnológico, para las asignaturas; diseño 2 y diseño 3, en las cuales su contenido esta relacionado con las características físicas de una estructura (fuerzas, esfuerzos, materiales, cargas y deformaciones), el cual permite una simulación y comprobación de los cálculos que se realizan para el análisis, de esfuerzos y deformación a los cuales está sometida una estructura. Este trabajo sirve de referente, en cuanto el desarrollo de material didáctico, para la representación y análisis del comportamiento mecánico en estructuras.

### **7.3. Trabajos respecto a modelos mentales y estrategias didácticas para su elaboración en educación en tecnología**

- Descubriendo los mecanismos de abstracción en el desempeño de equipos de trabajo en niños al resolver problemas computacionales, elaborado por Rene Fabián Zúñiga Muñoz, Julio Ariel Hurtado Alegría y Patricia Paderewsky Rodríguez (2016), Universidad de Cauca, Popayán. Este trabajo trata de la relación entre el desarrollo de habilidades de pensamiento, los modelos mentales y mecanismos de abstracción, a partir de una revisión teórica y una aplicación en niños de 8 a 12 años, se evaluó el uso progresivo de los mecanismos de abstracción en el entorno Scratch. En el cual se empleó un estudio caso, en el cual se analizó el uso de mecanismos de abstracción, evidenciada por la

organización de distintos algoritmos, el uso de esta herramienta “Dr. Scratch”, hizo más evidente el proceso de abstracción al evaluar las siguientes características relacionadas con el pensamiento computacional: paralelismo, pensamiento lógico, control de flujo, interactividad con el usuario, representación de la información, abstracción y sincronización. Esta experiencia práctica evidencia que los niños son capaces de llegar a soluciones, a pesar de que cuenten con pocas herramientas, sin embargo el proceso de abstracción es más fluido siempre y cuando, se identifique y se conozca el uso de las herramientas. Este trabajo es una de las pocas referencias, del uso de entornos computacionales, para el análisis y representación de modelos mentales en Educación en Tecnología.

- Procesos cognitivos y metacognitivos en la solución de problemas de movimiento de figuras en el plano a través de ambientes computacionales, elaborado por Nilson Genaro Valencia Vallejo, Luis Bayardo Sanabria Rodríguez y Jaime Ibáñez Ibáñez (2010), Universidad Pedagógica Nacional. Es un trabajo acerca de la comprensión de conceptos sobre movimiento de figuras geométricas en el plano en ambientes computacionales dinámicos es un tema abordado en el aprendizaje de la geometría, en relación a la comprensión de conceptos, se pudo establecer que el nivel de aprendizaje obtenido por los estudiantes cuando interactuaron con el ambiente computacional con apoyo de las guías fue mejor. Este trabajo establece la elaboración de modelos mentales, a partir de la información visual de los modelos gráficos del ambiente computacional. Este trabajo es una referencia del uso de modelos gráficos y representaciones

esquemáticas, empleados como estrategias para la elaboración de modelos mentales, representados de una forma pictórica.

- Razonamiento cinemático en mecanismos eslabonados a través de ambientes computacionales, elaborado por Nilson Valencia y Víctor Ruiz (2007), Universidad Pedagógica Nacional. El objetivo de este trabajo es mejorar las condiciones de percepción e inferencia del movimiento en el espacio de mecanismos eslabonados, mediante el uso de un hipertexto y un simulador, comparando dos grupos de estudiantes de la licenciatura en Diseño Tecnológico, el primer grupo interactuó con el hipertexto y el segundo grupo con el hipertexto-simulador. El simulador presentó una animación mental, la cual permite, establecer modelos mentales acerca de mecanismos específicos, que permitan a la persona inferir y describir el movimiento global del mecanismo. Este trabajo es una referencia de la utilización de ambientes computarizados, para la elaboración de modelos mentales por medio de la simulación, demostrando que los modelos mentales no solo se pueden elaborar a partir de experiencias, esas experiencias también se pueden simular y controlar a través de ambientes computarizados.

## **8. MARCO CONCEPTUAL**

Los referentes teóricos que emplearon en el desarrollo de este trabajo, están relacionados inicialmente con la didáctica general, especificando en la didáctica de la tecnología, la cual se desarrolla en el área de educación en la que se desarrolla este trabajo, y para entender la materialización de una propuesta didáctica, se toma como referencia el concepto de material didáctico.

Con relación al segundo concepto clave del trabajo, el cual es “modelo mental”, en el que se emplean autores para lograr la comprensión de este concepto, abordando referentes para entender la manera sobre cómo se elaboran los modelos mentales, la influencia de los modelos mentales en el aprendizaje y la didáctica de los modelos mentales. Con el objetivo de entender la relación e influencia de los modelos mentales en el campo de la educación.

El tercer aspecto teórico que se aborda es el aprendizaje por descubrimiento, el cual será la metodología que se empleara para el desarrollo de la propuesta didáctica, en esta propuesta también se abordan los conceptos relacionados con el tema de estructura.



## **8.1. DIDÁCTICA**

De acuerdo al planteamiento de Vásquez y Alarcón (2010, p.71) “la didáctica es la disciplina pedagógica cuyo objeto de estudio son los procesos que se desarrollan en el acto de enseñar, donde alguien aprende porque alguien o algo lo enseña”. Por otra parte de la Torre (2007) define la didáctica como el conjunto de herramientas e instrumentos que se emplean, en el proceso de enseñanza aprendizaje, de esta forma la didáctica se puede definir como la técnica que se emplea para encaminar de la manera más eficiente y sistémica este proceso. Los componentes que interactúan en el acto didáctico son: el docente, alumnado, el contenido, el contexto del aprendizaje y las estrategias metodológicas.

Según González (2008) la didáctica o metodología es la rama de la pedagogía, que significa tratado de los métodos, la metodología pedagógica se comprende, que es la rama de la pedagogía experimental que se ocupa de los métodos de la enseñanza o del aprendizaje. La metodología comprende el estudio de los procedimientos, formas de la enseñanza, relación de los métodos con los cursos de estudios, programas y material de enseñanza. Por otra parte Vásquez y Alarcón (2010) señalan que la didáctica, como toda disciplina pretende mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje; la función y lo que da sentido a la didáctica es mejorar la calidad de estos procesos en los contextos y con las personas que participan en ellos. En resumidas cuentas la didáctica es una disciplina pedagógica que se encarga de estudiar los procesos de enseñanza aprendizaje, con el objetivo de brindar métodos que permitan contribuir a este proceso, pensando en las personas que están involucradas en el (docente- alumno), abordando sus componentes: contenidos, contexto y metodologías que se emplean en pro de contribuir al proceso de enseñanza aprendizaje.

Dentro de este orden de ideas Vásquez y Alarcón (2010) especifican que el concepto de didáctica, como disciplina de estudio que propone principios y normas para la práctica educativa, que se deben desarrollar por el profesor en el aula, nació en el centro de Europa en la mano de Comenio.

### **8.1.1 DIDÁCTICA DE LA TECNOLOGÍA**

De acuerdo a Vásquez y Alarcón (2009), los procesos educativos son altamente dependientes de los contextos donde se realizan, los fines y las funciones de la didáctica general se diversifican y multiplican en los diferentes contextos educativos, de manera que la diversidad educativa genera necesidades de prácticas, recursos y espacios didácticos diversificados donde los conocimientos y procesos de enseñanza-aprendizaje se adapten más cercanamente a la singularidad y especificidad propia de cada contexto educativo, la didáctica de la tecnología es un espacio específico.

Por otra parte antes de empezar a definir la didáctica de la tecnología, es importante mencionar el concepto de tecnología. Según (educación en tecnología 1997 p 29) la tecnología es un saber práctico e interdisciplinar desarrollado a través de la relación teórico-práctica que permite la utilización de conocimientos teóricos y prácticos para el desarrollo de procesos aplicados a objetos e instrumentos tecnológicos y a la producción de bienes materiales e inmateriales con el fin dar solución a problemas y necesidades humanas. Debido a los desarrollos que puede producir la tecnología en la sociedad, se considera pertinente su alfabetización, tal como menciona Vásquez y Alarcón (2009, p.62)

En los últimos años, muchas personas y organizaciones han abogado por una alfabetización tecnológica para todos. Una concepción superficial muy popular identifica

la alfabetización tecnológica con ordenadores gracias a la intensa insistencia, en las escuelas, el mercado y los medios de comunicación sobre las tecnologías de la información. Esta concepción va más allá de las meras competencias digitales, la alfabetización tecnológica aborda al menos tres dimensiones: conocimientos, capacidades y actitudes de reflexión.

Sin embargo en el contexto colombiano, tal como menciona Soto (1997), el sistema educativo ha confundido la formación tecnológica con el trabajo manual o con técnicas heredadas de la formación profesional (artes y oficios) o con la física aplicada o con el conocimiento de nuevas tecnologías de la información y comunicación. Aunque son expresiones del conocimiento tecnológico, es tan lejos de ser su razón de ser. Este tipo de concepciones erradas acerca de la educación en tecnología, producen la desvaloración de la formación en tecnología, tal como menciona Cervera (2010) las asignaturas relacionadas con el área de tecnología son consideradas por muchos alumnos en ocasiones como fáciles de aprobar, al no reconocer la importancia estructural de sus contenidos, recurriendo a un ejercicio memorístico, sin usar algún tipo de razonamiento, lo que puede conducir al fracaso del alumno, donde la presentación de sus contenidos tiende a ser más empírico, donde dicha área debería permitir la relación de conocimientos con otras asignaturas, para aprender y estructurar nuevos conocimientos.

Finalmente los aspectos que aborda la didáctica de la tecnología, según el planteamiento de Vásquez y Alarcón (2009), son los problemas y cuestiones relacionadas con los contenidos, así como los sistemas y los objetos evolucionan a un ritmo geométrico, la innovación tecnológica crece a un ritmo desenfrenado, sin embargo muchas veces los contenidos en educación en tecnología, no estén vigentes de un curso a otro, es decir puede existir la repetición de contenidos de un curso anterior. En el ámbito educativo lo que fomenta la innovación en los procesos de

enseñanza-aprendizaje es la didáctica, por lo tanto el departamento de tecnología de un centro educativo no es la excepción. La didáctica específica de la tecnología ha de adaptarse a los aspectos particulares del tipo de materia, en el área de tecnología las actividades deben ser desarrolladas de forma práctica, esto incentiva al estudiante a participar, debido a los espacios didácticos (aulas específicas y talleres), los cuales actúan como instrumento para que el alumnado pueda conseguir los objetivos propuestos en las unidades didácticas en general para el desarrollo profesional de profesores en tecnología. Por otra parte Soto (1997),, menciona que la experiencia directa que se produce en un taller o en un aula de informática permite un grado de aprendizaje mayor que el cualquier otro tipo de actividad, ya sea verbal o visual. Por lo general las personas retienen mejor los conocimientos en los que su participación es activa, en donde los conocimientos se definen en términos de habilidades.

### **8.1.2 MATERIAL DIDACTICO**

Según Skolverket (2006) el material didáctico es la unión entre la teoría y la realidad. Lo ideal que todo proceso de aprendizaje se realizara dentro de una situación de la vida real, no siendo esto posible, el material didáctico debe sustituir a la realidad, representándola de la mejor forma posible, de modo que facilite la objetividad por parte del alumno. El material didáctico es concreto e intuitivo y desempeña un papel importante en la enseñanza de todas las materias.

Por otra parte UNESCO (2009), define los materiales didácticos como herramientas tangibles e intangibles que emplean medios visuales, orales, para servir de apoyo al logro de los objetivos educativos y a la ejecución del contenido curricular, además interactúan con quien los utiliza para apoyar el proceso de aprendizaje de nuevos conceptos. Estos materiales despiertan el interés

de quien los utiliza, hacen el aprendizaje más activo, además son componentes de un proceso educativo que le facilitan la enseñanza y el aprendizaje.

Igualmente Skolverket (2006) menciona que el material didáctico en la escuela actual tiene otra función, más que ilustrar al estudiante en cuanto contenidos, tiene por objeto llevar al alumno a trabajar, investigar, descubrir y construir. Enriqueciendo al estudiante, aproximándolo a la realidad y ofreciéndole ocasión para actuar.

Con relación a la educación en tecnología, tal como menciona Vásquez y Alarcón (2009), en currículos como el de educación en tecnologías, caracterizados por la existencia de conceptos estructurantes, las unidades didácticas más habituales son partes referidas a los distintos bloques de contenidos, en la práctica educativa, las unidades didácticas sirven para subdividir y hacer partes diferenciadas dentro de la programación didáctica, en la cual se debe incluir, secuencia de actividades, materiales y recursos, criterios de evaluación y productos que realizarán.

## **8.2 MODELOS MENTALES**

Los modelos mentales son nuestras imágenes internas acerca del funcionamiento del mundo, determinan la manera en que actuamos, y lo interpretamos, moldean nuestros actos y son los que nos permiten construir una idea de mundo. Senge, Peter (1992). Según O'Connor (1998, p.90) se denominan “mentales porque están en nuestra mente y dirigen nuestros actos; modelos porque los construimos a partir de nuestra experiencia”, son teorías que se construyen a través de la percepción para explicar lo que se ha observado y se construyen de manera individual para dar explicación a lo percibido en la realidad. Norman (1992), O'Connor (1998, p.91) “los modelos mentales dan significado a los acontecimientos que vivimos. Interpretamos nuestras experiencias a través de ellos”, son los que nos permiten agregar un valor o significado personal a los objetos

materiales basándose en experiencias significativas, de acuerdo a lo mencionado los modelos mentales se crean a partir de las experiencias que crean un valor o significado personal.

Puede ocurrir que distintas personas tengan la misma experiencia y que cada una la explique de una manera y le adjudique un significado diferente. Se elaboran modelos mentales a partir de las costumbres sociales, de la cultura y de las ideas de adultos importantes para nosotros durante la infancia. Después, seguimos formándolos y manteniéndolos, según nuestra experiencia de la vida, de cuatro formas posibles (O'Connor 1998. p.93)

Por otra parte Kofman (2001), menciona que los modelos mentales son como el aire, es decir ambos son primordiales para vivir, pero el ser humano no es consciente de su presencia e importancia, debido a que pueden ser considerados como invisibles. Pero a diferencia del aire, que es un elemento en común para todos los seres vivos, el modelo mental no lo es, son individuales y son el resultado de la biología, lenguaje, cultura e historia personal de cada ser racional. Cuando se entiende que los modelos mentales son; fundamentales, inconscientes y diferentes, puede entenderse porque pueden existir tantas equivocadas interpretaciones y discusiones entre los seres humanos, los modelos mentales son como una espada de doble filo, a la vez son necesarios como peligrosos.

### **8.3. FORMAS DE ELABORAR UN MODELO MENTAL**

#### **8.3.1 ELIMINACIÓN**

Es la primera forma en que elaboramos nuestros modelos mentales tal como Norman (1992, p.57) menciona que “los modelos mentales suelen construirse a partir de datos fragmentarios”, en relación a esto el ser humano por naturaleza es selectivo con la información que percibe, debido a que el ser humano puede percibir distintos estímulos a la vez, pero los receptores sensoriales solo perciben determinados estímulos que se codifican a información de importancia o que tiene algún significado. Ardila (1980), “lo que hacemos es seleccionar y filtrar los estímulos según nuestro estado de ánimo, nuestros intereses, nuestras preocupaciones y nuestro estado general de lucidez” (O’Connor 1998. p.93), eliminamos información que reciben nuestros sentidos, seleccionado así solo la información de las experiencias más significativas formando así nuestras ideas, el riesgo que se corre al elaborar un modelo mental que no contiene toda la información de la realidad percibida es la creación de modelos mentales erróneos tal como menciona (Norman 1992, p57) “algunos modelos erróneos llevan a frustraciones de la vida cotidiana”, debido a que un modelo mental que no coincide con la realidad no puede determinar y dar explicaciones posibles de cualquier acto ya que no tendrá mayor validez debido a que el modelo posee datos o información incompleta.

#### **8.3.2 CONSTRUCCIÓN**

Según O’Connor (1998) la construcción es todo lo contrario de la eliminación, no se elaboran modelos mentales eliminando información, vemos algo que no existe creamos inconscientemente algo que no existe. Según Norman (1992) los modelos mentales son el resultado de nuestra tendencia a formar explicaciones, esos modelos nos ayudan a comprender nuestras experiencias,

aunque pueden llegar hacer reales o imaginarios, sencillamente cuando el ser humano no evidencia información externa que le permita dar una explicación a sus experiencias tiende a crearlas o imaginarlas por la sencilla razón de querer dar una explicación. De acuerdo al planteamiento de O'Connor y Norman se puede afirmar que el ser humano como ser racional, tiene la necesidad de buscar una explicación de los hechos que observa en la realidad, pero si no evidencia dicha información, que le permita construir una explicación de lo que observa, tiende a crear una explicación, creando información que no existe, de esta forma elabora un modelo mental a partir de información no real.

Tal como menciona Senge (1992) se pueden tener modelos mentales que generan discrepancias crónicas entre la realidad creando nuevos conceptos de la realidad, influyendo en la imagen mental produciendo un cambio en la imagen de la realidad, este problema se genera debido a que los modelos mentales existen por debajo de la conciencia, una de las causas que lleva a la elaboración de un modelo mental por medio de la construcción es la ambigüedad. En general es muy fácil construir posibles explicaciones de los hechos y confundir las conexiones que establecemos con el mundo real, para evitar esto O'Connor sugiere solo establecer un vínculo entre la causa posible y el posible efecto, limitando los elementos que pueden resultar irreales. Por su parte Senge (1992) sugiere que es pertinente cuestionar el modelo mental, repensar como interpretamos la realidad en pro de desarrollar aptitudes de reflexión e indagación que permitan establecer una mejor imagen acerca del funcionamiento del mundo.

### **8.3.3 DISTORSIÓN**

Según lo planteado por (O'Connor 1998. p.96) "La distorsión se da cuando cambiamos la experiencia, amplificando algunas partes y distorsionando otras". Norman (1975) afirma que las



cosas no siempre aparecen como son realmente, lo que percibimos no siempre es lo que creemos que es. El sistema perceptivo comete errores con frecuencia, creando ilusiones debido a que a veces lleva tiempo interpretar una imagen a la presentada, generando en el sistema errores y distorsiones. De acuerdo a lo que afirma O'Connor la distorsión, es una manera de elaborar un modelo mental en la cual se le da una nueva interpretación a una experiencia, es decir el acontecimiento vivido adquiere un significado distinto al establecido en la realidad.

### **8.3.4 GENERALIZACIÓN**

Tal como lo define (O'Connor 1998. p.97):

Mediante la generalización, creamos nuestros modelos mentales tomando una experiencia como representativa de un grupo de experiencias. Por ejemplo, un niño ve cómo se tratan su padre y su madre y generaliza esta situación para crear un modelo mental sobre el trato entre hombres y mujeres. La generalización es una parte básica del aprendizaje y de cómo aplicamos nuestro conocimiento a distintas situaciones.

Según Norman (1992) los modelos mentales simplifican el aprendizaje y permiten a la gente obtener el comportamiento adecuado para situaciones desconocidas o que no recuerdan, debido a que las personas elaboran modelos mentales de la mayor parte de las cosas que hace. Sin la capacidad para generalizar las personas tendrían que plantear cualquier situación partiendo de cero. O'Connor (1998). Tal como menciona Senge (2002) los modelos mentales son creencias autogeneradas que se basan en datos reales y experiencias que se abstraen de la realidad, donde nuestras creencias son afectadas por la abstracción de nuevos datos y experiencias, a este fenómeno se le denomina “ciclo reflexivo”, que se basa en seis etapas:

- Actúo (basándome en mis creencias)
- Adopto creencias (sobre el mundo)
- Saco conclusiones
- Hago supuestos
- Agrego significados (culturales y personales)
- Escojo datos ( de lo que he observado)
- 

El riesgo que se corre a generalizar es que se tome como representativa una experiencia mala experiencia en la cual nuestros juicios de valor van a estar involucrados, la generalización combinada con prejuicios no es una buena mezcla O'Connor (1998).

#### **8.4. MODELOS MENTALES EN EL APRENDIZAJE**

Según el planteamiento de O'Connor (1998. p.147) “el aprendizaje supone la creación de resultados, única forma posible de cambiarnos a nosotros mismos para ser cada vez más quienes queremos ser. El aprendizaje es la continua creación y recreación de nuestros modelos mentales”. Los modelos mentales influyen en el proceso de aprendizaje de forma negativa o positiva, tal como menciona Senge (1992) los modelos mentales pueden impedir el aprendizaje debido a que “los nuevos conceptos no se llevan a la práctica porque chocan con profundas imágenes internas acerca del mundo, imágenes que nos limitan al modo de actuar y pensar”. Senge (1992.p.222), también influyen positivamente en el aprendizaje, tal como lo indica Norman (1992.p.94) “Los modelos mentales simplifican el aprendizaje, debido en parte a que los detalles del comportamiento necesario se pueden derivar cuando se necesitan”. Nuestras imágenes interiores nos permiten dar explicaciones y determinan nuestros actos, pero en relación al aprendizaje se pueden contraponer a nuevos conceptos o ayudar a simplificar la complejidad para entender y adquirir nuevos conceptos.

Los modelos mentales y el aprendizaje están relacionados entre sí, como producto de esa relación se pueden dar tres resultados, según (O'Connor 1998. p.154) el primero se denomina “el no aprendizaje: es la repetición de una misma acción sin tener en cuenta el resultado, sin prestar atención a la realimentación”, el segundo se denomina:” El aprendizaje simple: es prestar atención a la realimentación y cambiar nuestros actos en función de los resultados obtenidos. Tanto las opciones como las acciones que se emprenden con este aprendizaje vienen dadas por los modelos mentales, propios que permanecen intactos”, el tercero se denomina: “el aprendizaje generativo: la realimentación influye en los modelos mentales que hemos aplicado en una situación dada y los transforma. De este modo, surgen nuevas estrategias y nuevos tipos de acciones y experiencias que no habrían sido posibles con anterioridad”. De acuerdo a este planteamiento el modelo mental depende del aprendizaje y viceversa, pero además como ya se mencionó anteriormente los modelos mentales pueden impedir el aprendizaje debido a que son modelos mentales limitadores, el problema de estos modelos limitadores, radica en que existen por debajo del nivel de la conciencia, al no tener conciencia de ellos no se examinan y no permite realizar un cuestionamiento en cuanto a la visión que se tiene del mundo. (Senge, 1992).

### **8.5. DIDACTICA DE LOS MODELOS MENTALES**

Según Puche (2002), los modelos mentales son un campo de trabajo sobre, la forma como los sujetos representan la información y la usan para interactuar con su entorno interactivo, en cuestiones de didáctica el modelo mental, es el resultado de la representación de un modelo conceptual, el cual se elabora a partir de experiencias, estas experiencias se pueden construir desde el aula de clases, diseñando estrategias y propuestas, que permitan una abstracción del modelo conceptual.

Por otra parte Carretero (1997), menciona que los alumnos, siempre poseen ideas previas acerca de un concepto, en la mayoría de los casos son; concepciones erróneas, concepciones alternativas etc. Sin embargo estas ideas, no deberían denominarse así, desde el punto de vista del modelo conceptual, el cual es totalmente objetivo y elaborado por una comunidad científica, estas ideas de los estudiantes carecen de validez, pero en realidad no lo son desde el punto de vista del estudiante, ya que indican la representación que el estudiante tiene del fenómeno en cuestión.

De la afirmación anterior, el trabajo de Vosnida y Brewer (1992), es un ejemplo de las ideas previas de los estudiantes, acerca de los modelos mentales sobre la tierra y otros aspectos cosmológicos, mostrando como los estudiantes realizan representaciones incorrectas, desde el punto de vista científico. En donde sus representaciones, aunque no son coherentes, no carecen de lógica, las cuales cumplen una función, la cual es el procesamiento de información en el quehacer cotidiano.

Como indica Puche (2002), el modelo mental se articula en cierta forma, con la problemática del cambio cognitivo, en términos didácticos el cambio del modelo mental, implica un análisis procedimental del funcionamiento del modelo mental, el cual es equivalente a desplegar la mente del estudiante, entendiendo la información que presenta el modelo mental, en virtud de formular estrategias que permitan generar cambios cognitivos.

## **8.6. APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO**

Según Bruner (1987) este tipo de aprendizaje ayuda a las personas a descubrir por sí mismas, el descubrimiento es considerado como el principal vehículo de educación, pero para concebir el descubrimiento, la educación debe programar el desarrollo de sus habilidades, proporcionándole un ambiente de aprendizaje.

El descubrimiento es un medio fundamental para educar a los jóvenes sin embargo, lo único aparente es que parece haber un componente necesario del aprendizaje humano que es similar al descubrimiento, es decir, la ocasión de dedicarse a explotar una situación. Parece haber una necesidad imperiosa de que el niño desarrolle un método para continuar aprendiendo, que sea más efectivo por naturaleza; un método para aprender que permita que el niño no solo aprenda el material que se le presenta en el contexto escolar, sino que lo aprenda de manera tal que pueda utilizar la información para solucionar problemas (Bruner 1987.p.83)

### **8.6.1. LA TRANSFERIBILIDAD COMO APRENDIZAJE**

Tal como menciona Bruner (1987) el problema de cómo enseñar a un niño de manera tal que utilice el material adecuadamente, de tal manera que utilice la información adquirida para solucionar problemas, este problema se divide en seis sub problemas:

- El problema de la actitud
- El problema de la compatibilidad
- El problema de la motivación del niño
- El problema de dar al niño la ocasión de practicar las habilidades relacionadas con el uso de la información y la solución de problemas
- El Problema del repliegue sobre sí mismo
- El problema de nuestra capacidad para manejar adecuadamente el flujo de información.

#### **8.6.1.1. EL PROBLEMA DE LA ACTITUD**

De acuerdo al planteamiento de Bruner (1987) la enseñanza del descubrimiento, no implica tanto el proceso de guiar a los estudiantes para que descubran lo que está allí fuera, sino en realidad, el descubrimiento de lo hay que hay dentro de sus propias mentes. Esto implica dejar pensar al estudiante, dejar que el estudiante se equivoque, en las cabezas de los estudiantes existe

mucho más material del que somos conscientes. Hay que convencer a los estudiantes (o explicarles con ejemplos, lo que constituye una mejor manera de exponerlo) de que en sus mentes hay modelos implícitos, que son útiles. Se debe estimular la actitud con respecto al uso de la mente, lo que se debe esperar es que los estudiantes tengan una disposición abierta y reflexiva antes de empezar a trabajar con las abstracciones, de lo contrario mantendrán una actitud obediente pero vacía en comprensión.

#### **8.6.1.2. EL PROBLEMA DE LA COMPATIBILIDAD**

De acuerdo al planteamiento de Bruner (1987) el problema de la compatibilidad, radica en encontrar la conexión con algo que ya conocen los estudiantes, para solucionar este problema se debe hacer que la nueva porción de conocimiento se conecte con lo que ya está establecido, de manera que el nuevo conocimiento sirva para recuperar lo que probablemente se adecue a él, según sea necesario.

#### **8.6.1.3. EL PROBLEMA DE LA MOTIVACIÓN DEL NIÑO**

De acuerdo al planteamiento de Bruner (1987) la activación, va más allá de la recompensa que se obtiene del uso de materiales, de descubrir regularidades, de extrapolar, y de prácticas similares, es intrínseca a la actividad de la curiosidad. Probablemente valla más allá de la satisfacción de la curiosidad.

Las recompensas extrínsecas pueden enmascarar este placer. Cuando los estudiantes esperan de alguien una recompensa, tienden a mostrarse alejados o distraídos en relación con la conducta que proporciona las recompensas intrínsecas.

#### **8.6.1.4. EL PROBLEMA DE LA HABILIDAD**

De acuerdo al planteamiento de Bruner (1987) una de las habilidades, consiste en llevar una idea hasta sus últimas consecuencias. Debido a que los niños necesitan en ocasiones comprobar los límites de sus conceptos, una manera de hacerlo es comprobando los problemas de manera directa, esta manera de enseñanza resulta agradable para los estudiantes, la elaboración de hipótesis es un aspecto importante en el desarrollo de habilidades.

#### **8.6.1.5. EL PROBLEMA DEL REPLIEGUE SOBRE SÍ MISMO**

De acuerdo al planteamiento de Bruner (1987) al aprender en el contexto escolar, el niño con mucha frecuencia hará cosas que no es capaz de describirse a sí mismo, ni de convertir hechos en algo pueda conservar en su mente.

#### **8.6.1.6. EL PROBLEMA DE NUESTRA CAPACIDAD PARA MANEJAR ADECUADAMENTE EL FLUJO DE INFORMACIÓN**

De acuerdo al planteamiento de Bruner (1987) el problema está relacionado con cómo controlar el descubrimiento, como hacerlo más cotidiano y menos cuestión de inspiración. Uno de los instrumentos más poderosos para explorar es el contraste. Si hacemos que el niño explore contrastes, es más probable que organice su conocimiento de una manera que facilite el descubrimiento.

## **9. PROPUESTA DIDACTICA**

### **9.1. INTRODUCCIÓN Y UBICACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

La presente unidad didáctica, tiene como propósito la elaboración y reelaboración de modelos mentales en relación al concepto de estructura, esta unidad se establecerá en el colegio I.E.D. Alfonso López Pumarejo, para apoyar a los contenidos del grado séptimo en el área de tecnología, esta unidad tiene como propósito la elaboración y reelaboración de modelos mentales en relación a las características de una estructura.

### **9.2. OBJETIVOS DIDÁCTICOS**

Al finalizar esta estrategia didáctica, el estudiante será capaz de:

- 1) Establecer una definición del concepto de fuerza
- 2) Elaborar una representación gráfica de una fuerza
- 3) Relacionar las direcciones de las fuerzas, para la comprensión de los distintos tipos de esfuerzos
- 4) Identificar los elementos estructurales, presentes en una estructura
- 5) Comprender la relación de los elementos que interactúan en una estructura (cargas, apoyos, elementos estructurales etc.)

### **9.3. CONTRIBUCIÓN A LAS COMPETENCIAS BÁSICAS**

En relación a la guía 30 esta unidad didáctica proporciona el desarrollo de capacidades, para el área desde los enfoques; tecnología y ciencia y tecnología y diseño, encaminado al fortalecimiento de las competencias, establecidas de acuerdo a los cuatro ejes temáticos (Naturaleza y evolución de la tecnología, apropiación y uso de la tecnología, solución de problemas con tecnología y tecnología y sociedad) (MEN)



#### **9.4. CONTENIDOS**

En relación a las características de una estructura, se establecen los siguientes contenidos:

- Fuerza
  - Características de una fuerza
  - Esfuerzos
  - Cargas
  - Tipos de apoyos
  - Elementos estructurales
- (Ver anexo de fundamentación)

#### **9.5. CONOCIMIENTOS PREVIOS Y REQUISITOS**

En relación a esta unidad didáctica, no es necesario, que el estudiante posea conocimientos previos, debido a que el objetivo de la unidad, es establecer un modelo mental, acerca del concepto de estructura, aunque posee un modelo mental previo en relación al concepto, la unidad le permitirá elaborar y reelaborar, un modelo mental acerca de este concepto.

#### **9.6. RECURSOS NECESARIOS**

Los materiales que se emplearan, para el desarrollo de la unidad didáctica, son: el material didáctico diseñado y las guías, que se establecen como recurso para caracterizar, sus experiencias y percepciones, en relación a la aplicación de conocimientos, utilizando el material didáctico.

#### **9.7. ACTIVIDADES**

La planeación de actividades, fue establecida de acuerdo al aprendizaje por descubrimiento:

- **El problema de la actitud:** se busca establecer, que el estudiante descubra, por medio de la interacción con el material, de una forma libre, brindándole en primera instancia experiencias en relación a la asociación de conceptos físicos, empleando el material, para evidenciar estos conceptos.

- **El problema de la compatibilidad:** se busca establecer, que el estudiante pueda conectar los conceptos en relación a las preguntas, que se establecen en las guías, de acuerdo a las preguntas, que pertenecen a la categoría de; preguntas sobre experiencias y comportamientos, de acuerdo a las actividades realizadas, utilizando el material y de acuerdo a gráficos establecidos en las guías, relacionando actividades de la vida cotidiana, donde se evidencian las características físicas en relación al concepto de estructuras, este tipo de preguntas se emplean para que el estudiante, pueda establecer una conexión , entre los conceptos y sus experiencias.
- **El problema de la motivación:** de acuerdo a lo mencionado, se busca establecer, experiencias agradables, por medio de la interacción con el material, creando experiencias que motiven al estudiante a la apropiación y aplicación de los conceptos.
- **El problema de la habilidad:** de acuerdo, a lo realizado por parte de los estudiantes, en relación a las etapas anteriores, el estudiante tiene la oportunidad de desarrollar la habilidad, para establecer una hipótesis de las experiencias, comprobando los conceptos aprendidos en relación a las experiencias dentro y fuera del aula de clases.
- **El problema del repliegue sobre sí mismo:** de acuerdo a las actividades y representaciones de los conceptos, con ayuda de las guías y material didáctico, en esta etapa de la actividad, las experiencias brindadas le permiten, establecer un modelo mental, en relación a la definición establecida por O'Connor (1998), son modelos por que se elaboran a partir de la experiencia y mentales porque están en la mente, de acuerdo a este autor, se busca que el estudiante establezca un modelo mental, que le

permita dar explicación de las características del concepto de estructura, de acuerdo a lo que observa y representa de forma gráfica.

- **el problema de nuestra capacidad para manejar adecuadamente el flujo de información:** para que el estudiante, pueda contrastar la información, se realizan actividades de acuerdo a cada característica, estableciendo la relación y diferencia entre cada tema, para su complementación entre sí del concepto de estructura:

- 1) fuerza
- 2) características de una fuerza
- 3) cargas
- 4) apoyos o uniones
- 5) esfuerzos
- 6) elementos estructurales

## **9.7. DISEÑO DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

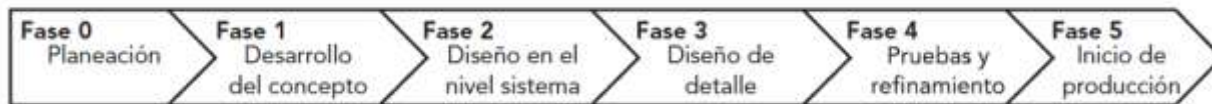
Para el diseño y desarrollo del material didáctico, se empleara la metodología de diseño de Eppinger (2000), como se había mencionado anteriormente, la cual consta de seis fases; esta metodología se emplea en el desarrollo de productos tangibles, definiendo el desarrollo de productos como el conjunto de actividades que inician con una oportunidad y termina con la producción del producto, aplicando una serie de métodos al diseño y manufactura con relación al desarrollo de productos; esta actividad se establece a partir de 6 fases. La primera fase, se denomina Fase 0 y hace referencia a la planeación del producto, la segunda fase se denomina fase 1 en esta fase se desarrolla el concepto con relación a la forma y función del producto, la segunda fase se denomina fase 2 en la cual se analizan y establecen principios estructurales del producto, la cuarta fase se denomina fase 3 en esta parámetros se establecen los parámetros necesarios, para establecer el diseño y elaboración del producto, la quinta fase se denomina fase 4 en esta fase se establecen las pruebas y refinamiento con relación a los criterios necesarios para

el uso y funcionamiento del producto y la última fase se denomina fase 5 en esta última fase teniendo en cuenta los criterios establecidos en las fases anteriores se desarrolla el inicio de producción del producto.

### 9.7.1. FASES DEL PROCESO DE DISEÑO

**Tabla 5**

#### Fases del proceso de diseño



(Eppinger, diseño y desarrollo de productos, 2000)

#### 9.7.1.1. PLANEACIÓN

Esta fase comienza por la identificación de oportunidades:

##### 9.7.1.1.1. Oportunidades

En esta primera fase se establecen las posibles oportunidades, guiada por la estrategia para las posibles soluciones a establecer, la oportunidad de la cual se parte, es crear un material didáctico, que permita al estudiante aprender las temáticas relacionadas con el concepto de estructura de una manera más agradable e interactiva

**Tabla 6**

#### Tabla de oportunidades

NECESIDADES	SOLUCIÓN EXISTENTE EN CURSO	SOLUCIÓN EXISTENTE SIN APLICAR	SOLUCIÓN NUEVA
Necesidad mercado existente que se atiende en este momento	Oportunidades horizonte 1: actualmente, existen distintos materiales que permiten ensamblar y armar estructuras, sin		

	embargo no hay relación entre la práctica y la parte conceptual		
Necesidad mercado existente que no se aborda		Oportunidad horizonte 2: en el mercado no existe un material que le permita, entender las fuerzas, esfuerzos y cargas que actúan en una estructura	
Necesidad mercado nuevo			Oportunidad horizonte 3: en el mercado no existe un material, que le permita al estudiante, entender las temáticas relacionadas con el concepto de estructura y además que le permita analizar principios físicos implícitos.

### **9.7.1.2. DESARROLLO DEL CONCEPTO**

En esta segunda fase, se identifican las necesidades del mercado, se generan y evalúan conceptos alternativos del producto, un concepto es la descripción de la forma y función y características del producto. Para esto es necesario, tres sub fases: la primera es la identificación del problema, la segunda es buscar externamente, para tomar como referencia conceptos ya existentes, que solucionan ese mismo problema y en la tercera el concepto se determina con respecto al problema específicamente sin considerar elementos externos.

#### **9.7.1.2.1. Aclarar el Problema**

En el aprendizaje del concepto de estructura, no se utilizan estrategias que motiven al estudiante a querer aprender y apropiarse del concepto para su aplicación a la realización de maquetas y proyectos que se desarrollan en el área de tecnología.

#### 9.7.1.2.2. Buscar externamente

De acuerdo a las soluciones ya existentes en el mercado, se pueden encontrar materiales con formas geométricas sencillas, para la construcción y ensamble de estructuras.

#### 9.7.1.2.3. Buscar internamente

Elementos diseñados para el aprendizaje de los temas relacionados con el concepto de estructura

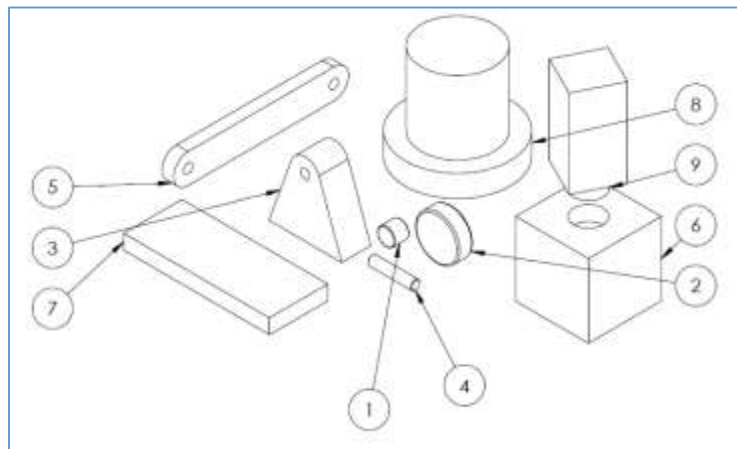


Figura 1. Fuente: Elaboración propia

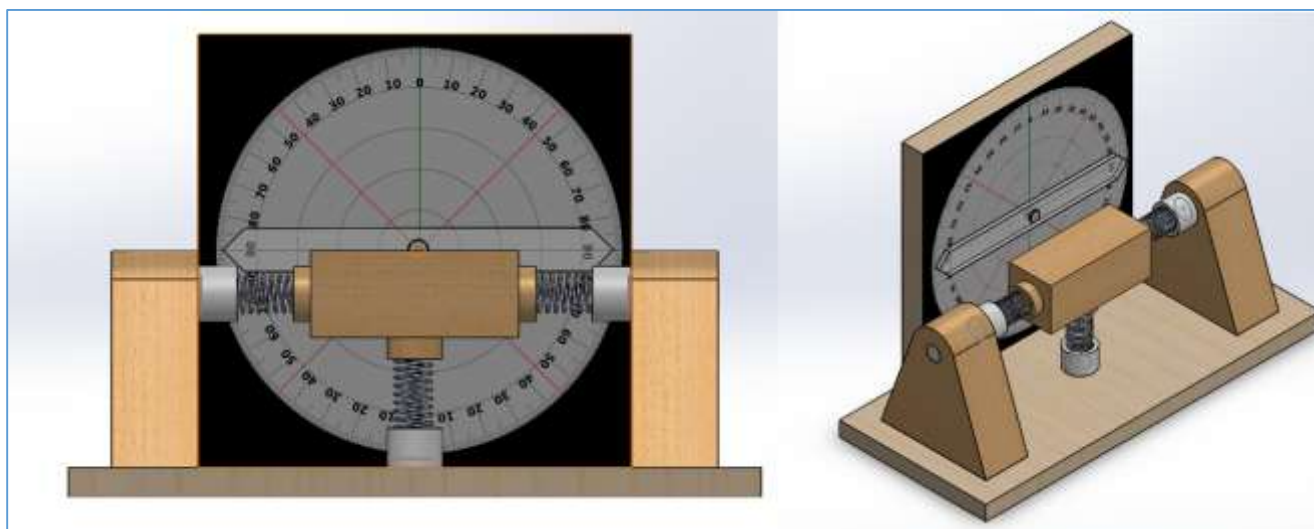
**Tabla 7**

**Tabla de figuras con su especificación**

Numero de figura	Especificación
<b>1</b>	Elemento cilíndrico de radio de 5mm y 10 mm de espesor, elemento que se puede utilizar como un apoyo móvil
<b>2</b>	Elemento cilíndrico de radio de 15mm y 10 mm de espesor, elemento que se puede utilizar como un apoyo móvil
<b>3</b>	Soporte, que permite la unión, entre dos o más elementos
<b>4</b>	Pasador elemento cilíndrico de un diámetro de 6,35 mm, que permite unir o vincular dos elementos

5	Elementos que permite la unión de elemento entre sí, para formar armaduras
6	Elemento cubico de 50 mm, que se puede emplear como base, carga, apoyo por empotramiento
7	elemento prismático que se puede utilizar como viga o columna
8	Cilindro con base, que se puede utilizar como apoyo, carga y columna
9	Prisma rectangular que se puede unir por empotramiento, se puede emplear como viga o columna

Elemento soportado por resortes, para la enseñanza de esfuerzos, determinando la dirección que actúe en el prisma rectangular



Fuente: elaboración propia

### 9.7.1.3. DISEÑO EN EL NIVEL SISTEMA

En esta fase a nivel sistema, se especifica la arquitectura del producto y descomposición de producto, estableciendo las acciones como elementos funcionales, especificando su arquitectura modular, la cual se puede describir en dos tipos, la primera es arquitectura modular de bus, es el tipo de módulos, los cuales se unen o conectan con uniones fijas y el segundo es la arquitectura

modular seccional, en la cual se establecen conexiones móviles, es decir son interfaces del mismo tipo, pero no quedan totalmente fijas.

#### 9.7.1.3.1. Arquitectura del producto

**Tabla 8**

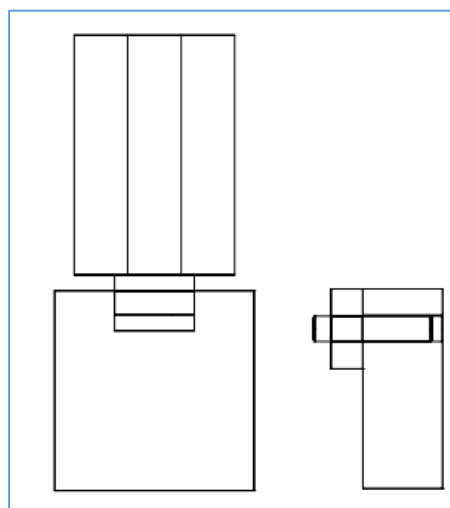
**Arquitectura del producto**

Elementos funcionales	Elementos físicos
“Armar”	Todas los bloques permiten entre si armar estructuras
“Establecer equilibrio”	La utilización de elementos iguales, o que formen una simetría, conseguirá establecer equilibrio en la estructura que se desee construir.
“Unir”	Los elementos que se utilizan como apoyos (móvil, pasador y fijo), permite el ensamble entre todas las piezas.

#### 9.7.1.3.2. Arquitectura modular

##### ➤ Arquitectura modular de bus

Debido a que hay un bus común al que se conectan las piezas por medio del mismo tipo de interface

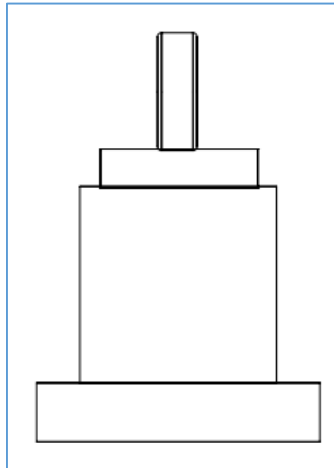


Fuente: elaboración propia



➤ Arquitectura modular seccional

Debido a que todas las interfaces son del mismo tipo, pero no hay un elemento al cual se unan todas las piezas



Fuente: elaboración propia

#### 9.7.1.4. DISEÑO DE DETALLE

En esta fase se incluye las especificaciones de los elementos; los cuales fueron seleccionados de acuerdo a dos necesidades; ergonomía, para establecer los criterios de uso, cantidad de interacciones de usuario y seguridad, y estética las relaciones de la apariencia del producto y sus funcionalidades

Para la selección del producto, se consideraron los siguientes criterios:







✓ Necesidades ergonómicas:










- **Facilidad de uso**
- **Cantidad de interacciones de usuario**
- **Novedad de interacciones de usuario**
- **Seguridad**



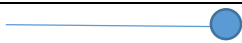





✓ Necesidades estéticas:


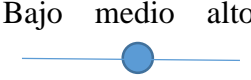
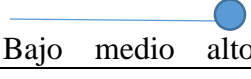

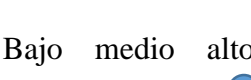
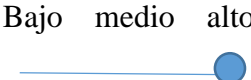

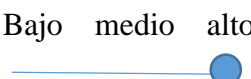
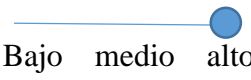
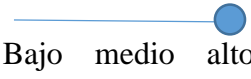
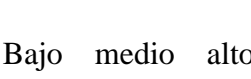
- Diferenciación del producto
- Imagen
- Motivación del grupo







**Tabla 9**  
**Criterios del diseño del detalle**








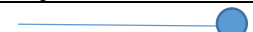


NUMERO DE FIGURA	NECESIDAD	CRITERIO	NIVEL DE CALIFICACIÓN	EXPLICACIÓN DE LA CALIFICACIÓN
1	Ergonómica	Facilidad de uso	Bajo medio alto 	Su morfología permite indicar que la pieza se utilizara como apoyo, indicando que es un apoyo (móvil) que puede no limita totalmente el movimiento.
	Ergonómica	Cantidad de interacciones de usuario	Bajo medio alto 	el usuario simplemente realiza una interacción, que es para colocarlo como apoyo móvil
	Ergonómica	Novedad de interacciones de usuario	Bajo medio alto 	El objeto brinda la información necesaria, ya que su forma se limita a lo que lo posiciones solo de dos maneras.
	Ergonómica	Seguridad	Bajo medio alto 	No implica, ni presenta peligros, al utilizar el material
	Estética	Diferenciación del producto	Bajo medio alto 	Su forma redonda, permite la diferenciación con las demás formas, comunicando que se puede emplear como un apoyo móvil
	Estética	Imagen	Bajo medio alto 	Debido a que su pequeño tamaño, no resultara ser muy atractivo









	Estética	Motivación del grupo	Bajo medio alto 	por ser una de las piezas más pequeñas, es una de las piezas, menos empleada por parte de los estudiantes
2	Ergonómica	Facilidad de uso	Bajo medio alto 	Esta figura al igual, que la figura 1, su forma indica, que se puede emplear como apoyo móvil, con la diferencia de que es más grande, además esto permitirá que también se pueda emplear como carga.
	Ergonómica	Cantidad de interacciones de usuario	Bajo medio alto 	El usuario simplemente realiza una interacción, que es para colocarlo como apoyo móvil o como carga.
	Ergonómica	Novedad de interacciones de usuario	Bajo medio alto 	Su forma limita, la cantidad de interacciones, que se puede obtener de acuerdo a que solo se puede ubicar de dos maneras posibles
	Ergonómica	Seguridad	Bajo medio alto 	No implica, ni presenta peligros, al utilizar el material
	Estética	Diferenciación del producto	Bajo medio alto 	Aunque, tenga la misma función, que la figura número 1, se diferencia por su tamaño
	Estética	Imagen	Bajo medio alto 	Suele ser más atractiva que la figura numero 1
	Estética	Motivación del grupo	Bajo medio alto 	Es una de las piezas, que más se emplean, debido a que presenta un tamaño ideal, para utilizarse
3	Ergonómica	Facilidad de uso	Bajo medio alto 	Esta figura, se utilizara como soporte, su forma, indica que solo puede acomodar en una sola posición

	Ergonómica	Cantidad de interacciones de usuario	<p>Bajo    medio    alto</p> 	Esta figura solo presenta dos interacciones, la primera para acomodar la pieza, la segunda para permitir esta pieza con otra
	Ergonómica	Novedad de interacciones de usuario	<p>Bajo    medio    alto</p> 	Entender sus interacciones, es sencillo, la primera su forma da a entender como posicionar la figura, la segunda que es permitir la unión con otras piezas, se entiende fácil, por el agujero, que posee en la parte superior
	Ergonómica	Seguridad	<p>Bajo    medio    alto</p> 	No implica, ni presenta peligros, al utilizar el material
	Estética	Diferenciación del producto	<p>Bajo    medio    alto</p> 	Su forma, permite identificarla y relacionarla con un soporte
	Estética	Imagen	<p>Bajo    medio    alto</p> 	Esta figura, es absolutamente visible para su uso
	Estética	Motivación del grupo	<p>Bajo    medio    alto</p> 	Esta pieza, suele captar la atención por su forma, además agrada su función de permitir la unión con otras piezas
4	Ergonómica	Facilidad de uso	<p>Bajo    medio    alto</p> 	Esta pieza se utiliza como pasador, su forma cilíndrica, indica fácilmente, que se debe insertar en las piezas, que tengan diámetro igual
	Ergonómica	Cantidad de interacciones de usuario	<p>Bajo    medio    alto</p> 	Esta pieza, solo presenta una interacción de uso

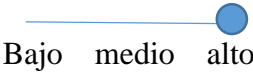



	Ergonómica	Novedad de interacciones de usuario		Es muy fácil identificar, la manera en que se realiza la interacción
	Ergonómica	seguridad		Debido, a su tamaño y su diámetro menor, es una pieza que se puede llegar a extraviar
	Estética	Diferenciación del producto		Su aspecto facilita entender, su función
	Estética	Imagen		Por su tamaño, puede llegar a dificultar la identificación de este elemento
	Estética	Motivación del grupo		La unión, que se logra por medio de esta pieza, puede llegar hacer agradable para los estudiantes
5	Ergonómica	Facilidad de uso		Esta pieza, se utiliza para unir piezas entre sé, utilizando la figura número 4, sus dos agujeros en los extremos, comunica, que se puede unir con dicha figura
	Ergonómica	Cantidad de interacciones de usuario		El usuario simplemente, debe realizar una interacción, para introducir el pasador
	Ergonómica	Novedad de interacciones de usuario		Los dos agujeros, facilitan identificar la manera, en que se pueden unir las piezas entre si
	Ergonómica	Seguridad		No implica, ni presenta peligros, al utilizar el material
	Estética	Diferenciación del producto		La forma de esta pieza, permite entender que se puede unir a otras
	Estética	Imagen		Su forma curva en las esquinas, permitirá que sea atractiva para los estudiantes

	Estética	Motivación del grupo	<p>Bajo    medio    alto</p> 	No solamente puede llegar una generar una sensación agradable por su forma, sino además por el efecto que produce, la unión de dichas piezas
6	Ergonómica	Facilidad de uso	<p>Bajo    medio    alto</p> 	Esta figura, posee una forma cubica, que facilita su posicionamiento, en cualquier superficie lineal, en cualquier posición
	Ergonómica	Cantidad de interacciones de usuario	<p>Bajo    medio    alto</p> 	La figura solo necesita dos interacciones, la primera para colocar la figura, y la segunda para empotrar una pieza a una de sus caras
	Ergonómica	Novedad de interacciones de usuario	<p>Bajo    medio    alto</p> 	Su superficie lineal, permite una facilidad para la interacción, comunicando que la figura se puede apoyar en cualquier superficie lineal. Además en una de sus caras posee un agujero que permite la unión de otra pieza prismática
	Ergonómica	Seguridad	<p>—————●</p> <p>Bajo    medio    alto</p>	Por su tamaño, permite estabilidad en el uso
	Estética	Diferenciación del producto	<p>Bajo    medio    alto</p> 	Debido a su tamaño, permite la facilidad para la identificación de su uso
	Estética	Imagen	<p>Bajo    medio    alto</p> 	Por ser una de las piezas más grande, facilita la visibilidad de esta pieza, siendo una de las piezas principales para realizar cualquier estructura

	Estética	Motivación del grupo	Bajo    medio    alto 	Esta forma, común puede ser agradable, por su funcionalidad debido a que posee una forma que puede proporcionar estabilidad en las estructuras
<b>7</b>	Ergonómica	Facilidad de uso	Bajo    medio    alto 	Esta figura, es un prisma rectangular, que se puede utilizar como elemento que soporte cargas, en posición vertical y horizontal
	Ergonómica	Cantidad de interacciones de usuario	 Bajo    medio    alto	Simplemente tiene una interacción para su uso
	Ergonómica	Novedad de interacciones de usuario	Bajo    medio    alto 	La simplicidad de su forma, indica que su utilizar solo en dos posiciones
	Ergonómica	Seguridad	 Bajo    medio    alto	No implica, ni presenta peligros, al utilizar el material
	Estética	Diferenciación del producto	Bajo    medio    alto 	Su forma plana y sencilla, permite la identificación de esta figura, para su uso
	Estética	Imagen	 Bajo    medio    alto	No presenta dificultades para su visibilidad
	Estética	Motivación del grupo	 Bajo    medio    alto	Su sencillez y forma geométrica, puede ser agradable para su uso
<b>8</b>	Ergonómica	Facilidad de uso	Bajo    medio    alto 	Esta figura es un prisma cilíndrico con base, se puede utilizar en cualquier posición, en medida que esa posición garantice estabilidad
	Ergonómica	Cantidad de interacciones de usuario	Bajo    medio    alto 	Solo se necesita una interacción, para colocarlo como apoyo o carga

	Ergonómica	Novedad de interacciones de usuario	Bajo medio alto 	Su forma, cilíndrica, permite que se pueda utilizar en forma vertical, se añadió una base, para que se permitiera colocar esta pieza en una posición horizontal
	Ergonómica	Seguridad	Bajo medio alto 	No implica, ni presenta peligros, al utilizar el material
	Estética	Diferenciación del producto	Bajo medio alto 	esta figura posee una forma cilíndrica, que le permite una diferencia a figuras cilíndricas existentes
	Estética	Imagen	Bajo medio alto 	Debido, a su forma única, permite facilidad a ser visible y por su tamaño
	Estética	Motivación del grupo	Bajo medio alto 	Debido a su tamaño y forma, puede llegar a ser agradable para su uso
9	Ergonómica	Facilidad de uso	Bajo medio alto 	Este prisma rectangular, con forma cilíndrica en la parte inferior, para unir por empotramiento con la figura cubica
	Ergonómica	Cantidad de interacciones de usuario	Bajo medio alto 	Se puede presentar dos interacciones, la primera para colocarlo como elemento de apoyo o carga, la segunda es para unir esta figura, con el cubo
	Ergonómica	Novedad de interacciones de usuario	Bajo medio alto 	su forma rectangular indica, que se puede utilizar como apoyo, viga o columna, debido a que se puede apoyar en cualquier superficie plana, y la forma cilíndrica que posee en la parte inferior, indica



				que se puede unir con otra pieza
	Ergonómica	Seguridad		No implica, ni presenta peligros, al utilizar el material
	Estética	Diferenciación del producto		Su forma, a la vez es atractiva y funcional, en relación a las demás figuras
	Estética	Imagen		Su forma comunica, sus posible usos, en la realización de estructuras
	Estética	Motivación del grupo		Por su sencillez y combinación de dos figuras geométricas, la acción que realiza, que es unirse con otra figura, puede captar la atención de los estudiantes

De acuerdo a los requerimientos planteado, se utilizara las primeras nueve figuras, por sus posibles aplicaciones en los temas relacionados con el concepto de estructura, además su forma permite facilidad de fabricación y facilita la manipulación del elemento, siendo un elemento llamativo

#### 9.7.1.5. PRUEBAS DE REFINAMIENTO

En esta fase se evalúa, las propiedades del material seleccionado y sus características necesarias para la construcción del producto

El material didáctico se fabricara en madera, debido a la resistencia del material, para la actividad que se empleara siendo liviano el material, y a además esto permitirá que no presente problemas, en cuanto a la manipulación del material didáctico.

**Tabla 10**

**Criterios de selección del material**

Material	Dureza	Economía	Apariencia	Facilidad para maquinabilidad	Peso del material
Madera					
Metal					
Plástico					

**Tabla 11**

**Procesos de fabricación**

NUMERO DE FIGURA	PROCESOS DE FABRICACIÓN	MATERIA PRIMA	MAQUINARIA QUE SE EMPLEA EN EL PROCESO	DESCRIPCIÓN
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte</li> <li>• Torneado</li> <li>• lijado</li> </ul>	madera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sinfín</li> <li>• torno para madera</li> <li>• lijadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• se corta el material, en forma prismática, de acuerdo a las dimensiones de la figura</li> <li>• se realiza un proceso de torneado, para darle forma cilíndrica</li> <li>• finalmente se realiza un proceso de lijado, con la lijadora, para darle un acabado a la figura</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte</li> <li>• Torneado</li> <li>• lijado</li> </ul>	madera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sinfín</li> <li>• torno para madera</li> <li>• lijadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• se corta el material, en forma prismática, de acuerdo a las dimensiones de la figura</li> <li>• se realiza un proceso de torneado, para darle forma cilíndrica</li> <li>• finalmente se realiza un proceso de lijado, con la lijadora, para darle un acabado a la figura</li> </ul>

3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• corte</li> <li>• taladrado</li> <li>• lijado</li> </ul>	Madera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sinfín</li> <li>• taladro</li> <li>• lijadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• se corta el material, con la forma y medidas específicas</li> <li>• se taladra utilizando una broca de <math>\frac{1}{4}</math>" en el centro del radio de la figura</li> <li>• finalmente se realiza un proceso de lijado, con la lijadora, para darle un acabado a la figura</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• corte</li> <li>• lijado</li> </ul>	Madera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sinfín</li> <li>• lijadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• se corta el prisma circular de <math>\frac{1}{4}</math>" de diámetro a una longitud de 30 mm</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• corte</li> <li>• taladrado</li> <li>• lijado</li> </ul>	Madera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sinfín</li> <li>• taladro</li> <li>• lijadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cortar la figura, con sus especificaciones, en el ancho, longitud y sus radios en los extremos</li> <li>• se taladra utilizando una broca de <math>\frac{1}{4}</math>" en el centro del radio de los dos extremos</li> <li>• finalmente se realiza un proceso de lijado, con la lijadora, para darle un acabado a la figura</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• corte</li> <li>• taladrado</li> <li>• lijado</li> </ul>	Madera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sinfín</li> <li>• taladro</li> <li>• lijadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primero corta, para formar un cubo de 8 cm</li> <li>• se taladra utilizando una broca de <math>\frac{1}{2}</math>", con una profundidad de 20mm, en el centro de una de sus caras</li> <li>• finalmente se realiza un proceso de lijado, con la lijadora, para darle un acabado a la figura</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• corte</li> <li>• lijado</li> </ul>	Madera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sinfín</li> <li>• lijadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• se corta el prisma rectangular</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte</li> <li>• Torneado</li> <li>• lijado</li> </ul>	madera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sinfín</li> <li>• torno para madera</li> <li>• lijadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• se corta el material, en forma prismática, de acuerdo a las dimensiones de la figura</li> <li>• se realiza un proceso de torneado, para darle forma cilíndrica, dejando en la parte inferior un diámetro mayor al del cuerpo</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• finalmente se realiza un proceso de lijado, con la lijadora, para darle un acabado a la figura</li> </ul>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte</li> <li>• Torneado</li> <li>• lijado</li> </ul>	madera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sinfín</li> <li>• torno para madera</li> <li>• lijadora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se corta para formar el prisma rectangular, dejando en la parte inferior, un externo de una longitud de 20 mm, para que se pueda tornear a un diámetro de 1/2"</li> <li>• Se realiza un proceso de torneado, en el extremo, para formar un cilindro de diámetro de 1/2" con una longitud de 20 mm</li> <li>• finalmente se realiza un proceso de lijado, con la lijadora, para darle un acabado a la figura</li> </ul>

#### 9.7.1.6 INICIO DE PRODUCCIÓN

En esta fase la cantidad de piezas que se producirán y en que material se fabricaran. De acuerdo al análisis, el material seleccionado es madera. Debido a que el material permite ser maquinado, y se fabricara 30 piezas de cada ejemplar, para no tener limitaciones del acceso al material, por la cantidad de estudiantes, que se encuentran en el aula de clases

#### 9.8. MATERIAL DIDACTICO

De acuerdo a lo establecido en la propuesta didáctica y la metodología de diseño, empleada para el material didáctico para esta propuesta, se estableció 8 figuras con formas geométricas regulares, de forma que faciliten la interacción con el estudiante, de forma que el material exprese su uso, clara para el estudiante al momento de construir y armar elementos estructurales. Y el material de elaboración empleado, es madera (urapan), debido a que es un material

económico, presenta facilidad de maquinabilidad para su fabricación, es ligero y resistente para la manipulación por parte de los estudiantes.



Fuente: elaboración propia (elementos que componen el material didáctico)

Durante la implementación del material didáctico, se evidencio un gusto e interés por de los estudiantes hacia el material didáctico, a pesar de que cada guía se trabajó de forma individual, debido a que se pretende obtener la información, que permita analizar el modelo mental, representado por cada estudiante, los estudiantes trabajan en equipo, teniendo en cuenta que nunca se estableció este parámetro, las razones por las cuales hacen esto, inicialmente es para aumentar el número de piezas para elaborar y ensamblar distintos modelos estructurales, la segunda razón es porque establecieron un aprendizaje de forma cooperativa, estableciendo y analizando información, que aportara al desarrollo de cada guía.

Con base a la metodología establecida “Aprendizaje por descubrimiento”, de acuerdo a los seis problemas, que pretende resolver esta metodología para crear un mejor ambiente de aprendizaje, en este caso con relación al tema de estructura; 1) el problema de la actitud, con ayuda del material didáctico se estimula al estudiante a participar en las actividades, establecidas de

acuerdo a las guías, permitiéndole representar y elaborar distintas representaciones tanto físicas como graficas sobre estructuras de acuerdo a los conceptos que se relacionan con este tema. 2) el problema de la compatibilidad, para este problema, el uso del material didáctico le permite al estudiante asimilar los conceptos y fenómenos físicos presentados en las guías con relación a distintas situaciones de la cotidianidad, situaciones que son conocidas o comunes para el estudiante, como por ejemplo: una situación cotidiana como es el juego de jalar una cuerda en los dos extremos, en cada extremo por un equipo distinto, este ejemplo permite entender y relacionar conceptos como; fuerza, equilibrio, sentido de una fuerza, tensión etc. 3) el problema de la motivación del niño, el uso de un material que es poco común o convencional, motiva al estudiante en su proceso de aprendizaje, lo entusiasma en descubrir y elaborar distintas estructuras, con el propósito de entender y representar gráficamente los distintos fenómenos físicos que descubre a medida, que desarrolla las actividades establecidas en las guías. 4) el problema de la habilidad, el uso del material didáctico, permite relacionar los conceptos con relación a los elementos que configura o elabora, para aplicar los principios físicos de una estructura, permitiendo al estudiante analizar la información física como grafica con el fin de desarrollar habilidades que le permitan analizar y entender la información presentada para plantear sus propias hipótesis, de acuerdo a lo observado. 5) el problema del repliegue sobre sí mismo, el material permite que aprenda de una forma más experimental, en la cual relaciona la teoría con la práctica, permitiéndole representar la información presentada para explicar los conceptos o fenómenos físicos que se relacionan con el tema de estructura. 6) el problema de nuestra capacidad para manejar adecuadamente el flujo de información, para este problema la facilidad de uso que presenta las piezas del material didáctico, permite establecer el uso y aplicación en distintos conceptos y sus respectivas representaciones, categorizando los elementos

que se establecen en una estructura de acuerdo a su posición o ubicación en el modelo que representen empleando el material

## **10. IMPLEMENTACIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO**

### **10.1. DESCRIPCIÓN DE LAS GUÍAS**

Para el diseño de la guías se aplicó las categorías de preguntas y establecidas en el diseño e la encuesta, para determinar la forma de representación del modelo mental; de la manera gráfica y textual, siendo preguntas de dos tipos, la primera es del tipo conocimientos y saberes y la segunda del tipo sensorial, se emplearon este tipo de preguntas, con el fin de determinar los conocimientos que poseen los estudiantes a partir del tema de estructura, y en relación con lo que observan y perciben, se utiliza preguntas sensoriales.

El desarrollo de las guías se establecerá de acuerdo a la metodología aprendizaje por descubrimiento, utilizando como recurso el material didáctico.

#### **10.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA DIAGNOSTICA**

Para la implementación se diseñó la encuesta, con base en los conceptos que se relacionan con el tema de estructura (fuerza, esfuerzo, carga y estructura), en esta encuesta se realiza con el fin de determinar el modelo mental del estudiante, con relación al tema de estructura, en la cual se pregunta una definición y un ejemplo gráfico de cada concepto.

Para el análisis de los resultados de las gráficas, se establecerá una variable cualitativa, en la cual se establecen 4 categorías (eliminación, construcción, distorsión y generalización) para caracterizar el modelo mental del estudiante a partir de los conceptos relacionados con el tema de estructura.

**Anexo 1** (prueba diagnóstica, de los temas que se relacionan con el concepto de estructura; fuerza, esfuerzo, carga y estructura).

### **10.1.2. DESCRIPCIÓN DE LA PRIMERA GUIA**

Para el diseño de la primera guía, se establecieron preguntas sobre conocimientos, saberes y preguntas sensoriales, esta primera guía se basó en el concepto de fuerza (leyes de newton, características de una fuerza y su representación gráfica), para esta primera guía se empleó el material didáctico y el principal problema en abarcar, según el aprendizaje por descubrimiento, es el problema de la compatibilidad, para esto la guía se diseñó de manera que representara y asociara el concepto de fuerza con acciones cotidianas. En primer lugar se empleó el material didáctico para representar el concepto de fuerza y las tres leyes de newton, en la segunda parte leen y analizan la información, sobre el equilibrio estático, en la cual realizan representaciones gráficas basadas en situaciones cotidianas y otros utilizan el material didáctico, para el ejemplo gráfico, aplicando la información presentada en la tres leyes de newton, en la cual representaron gráficamente el sentido de las fuerzas y escriben su magnitud de acuerdo a la información presentada, con ayuda de una gramera. En esta primera guía la actividad se desarrolla de forma autónoma, lo cual indica que la guía con apoyo del material didáctico permitió al estudiante explorar el concepto de fuerza.

**Anexo 2** (guía número 1, para establecer en el estudiante un modelo mental, que le permita definir el concepto de fuerza)

### **10.1.3. DESCRIPCIÓN DE LA SEGUNDA GUIA**

En el diseño de la segunda guía se establecieron preguntas sobre conocimientos, saberes y preguntas sensoriales. En la cual se pretende establecer la clasificación de fuerzas externas e



internas. Inicialmente se presenta una definición de fuerzas externas e internas, para poder descubrir las fuerzas que actúan en ejemplos cotidianos. Después de que el estudiante establece una hipótesis sobre la diferencia entre fuerzas internas y externas, realiza un modelo empujando las piezas del material didáctico, en el cual por medio de unas flechas rojas, que empleara para representar las fuerzas que interactúa, debe establecer cuáles son las fuerzas externas e internas que interactúan en el modelo de análisis.

Esta actividad permite evidenciar que el estudiante resolvió el problema del repliegue sobre sí mismo, con relación a la representación gráfica de una fuerza, gracias a la actividad de la guía anterior en la cual asocia y establece categorías, que le permiten representar gráficamente una fuerza, esto se evidencia en la última parte de la actividad, en la cual se presentan ejemplos gráficos de los tipos de esfuerzos (tensión, compresión, torsión y flexión), aunque no conoce la definición de cada esfuerzo, el ejemplo gráfico, y la habilidad para entender el sentido de las fuerzas, le permitió asociar el sentido de las fuerzas, con situaciones cotidianas en las que se pueden evidenciar ejemplos de los tipos de esfuerzos.

**Anexo 3** (segunda guía, se pretende trabajar, fuerzas internas y externas)

#### **10.1.4. DESCRIPCIÓN DE LA TERCERA GUÍA**

En el diseño de la tercera guía se establecen preguntas sobre conocimiento, saberes y preguntas sensoriales, en la cual inicialmente se presentó el concepto del momento de una fuerza, para que representaran gráficamente un ejemplo de momento, empleando distintas piezas del material didáctico de forma libre, en el cual cambiaron la distancia y tamaño de la fuerza que representa la fuerza, analizando que el momento de una fuerza es proporcional a la distancia y a la fuerza. Midiendo la distancia con una regla y la fuerza, determinando el peso, para convertir las

unidades en fuerza. En la segunda parte de la guía se presenta el concepto de apoyo o restricción, especificando gráficamente los tres tipos de apoyos (móvil, pasador y fijo), los deben representar físicamente y gráficamente con ayuda del material didáctico, en el cual seleccionan uno de los tipos de apoyos representados y realizar gráficamente las fuerzas que están presentes en ese modelo.

**Anexo 4** (tercera guía; momento de una fuerza y vínculo o apoyo)

#### **10.1.5. DESCRIPCIÓN DE LA CUARTA GUIA**

En el diseño de la cuarta guía se establecen preguntas sobre conocimientos, saberes y preguntas sensoriales, en las cuales se presenta en la primera parte el concepto de estructura y carga y a partir de la información presentada, el estudiante elabora una estructura que soporte una maleta, empleando las piezas del material didáctico, en este ejercicio descubre los principios físicos que interactúan en la estructura, representando gráficamente las fuerzas que interactúan en la estructura y especificando las cargas. En la segunda parte de la guía se presenta el concepto de esfuerzo, para la comprensión de este concepto se realiza un experimento, en el cual se coloca dos prismas rectangulares, el primero es una de las piezas que pertenece al material didáctico y el otro está hecho en cartulina, con el fin de determinar, cual prisma es más resistente y duro, en este ejercicio los estudiantes observan como poco a poco se deforma el prisma de cartulina a medida que se somete a un esfuerzo de compresión, aumentado la carga, con esta actividad el estudiante descubre el concepto de esfuerzo, la relación entre fuerza y área, estableciendo las características de los materiales con relación a una estructura, como es la dureza, deformación y resistencia.

## **Anexo 5 (cuarta guía; estructura, carga y esfuerzos)**

### **10.1.6. DESCRIPCIÓN DE LA QUINTA GUÍA**

En el diseño de la quinta guía se establecen preguntas sobre conocimiento, saberes y preguntas sensoriales. Inicialmente se establece la clasificación de las cargas según su distribución, de acuerdo a la información presentada, los estudiantes emplean las piezas del material didáctico, para presentar una carga concentrada y una carga distribuida, analizando la información para representar gráficamente la carga, como una carga puntual y carga distribuida. En la segunda parte de la guía se presenta de manera textual y grafica el concepto y tipos de viga, con el fin de representar cada tipo de guía, empleando el material didáctico, en esta representación física, se analiza elementos como; apoyos, reacciones, cargas. Los cuales se representan gráficamente. En la última parte de la guía presenta en la guía, el concepto y ejemplo grafico de columna, estableciendo unos parámetros para representar una columna, que permita soportar 5 cuadernos, de forma espontánea y libre, los estudiantes realizan este reto con agrado, cumpliendo con los parámetros físicos establecidos.

## **Anexo 6 (quinta guía; carga, viga y columna)**

### **10.1.7. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA FINAL**

Para esta prueba final se empleó, un modelo compuesto por dos bloques cúbicos, sostenidos por tres resortes, los cuales se pueden desplazar longitudinalmente, para producir esfuerzos de tensión y compresión, dependiendo del sentido en el que se aplique la fuerza. Al presentar este modelo, el estudiante siente interés por manipularlo para producir distintos esfuerzos en los resortes, al ser manipulado por parte del estudiante, empieza a indagar sobre elementos físicos que componen la estructura. Para este análisis se utiliza una encuesta con las mismas preguntas

que se aplicaron en la prueba inicial, con el objetivo de analizar los resultados del aprendizaje con relación a los modelos mentales elaborados y reelaborados a partir de las actividades realizadas. En esta prueba parte del modelo para explicar los conceptos que se preguntan y representa gráficamente desde el modelo presentado.

## **11. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN**

### **11.1 RESULTADOS DE LA PRUEBA DIAGNOSTICA**

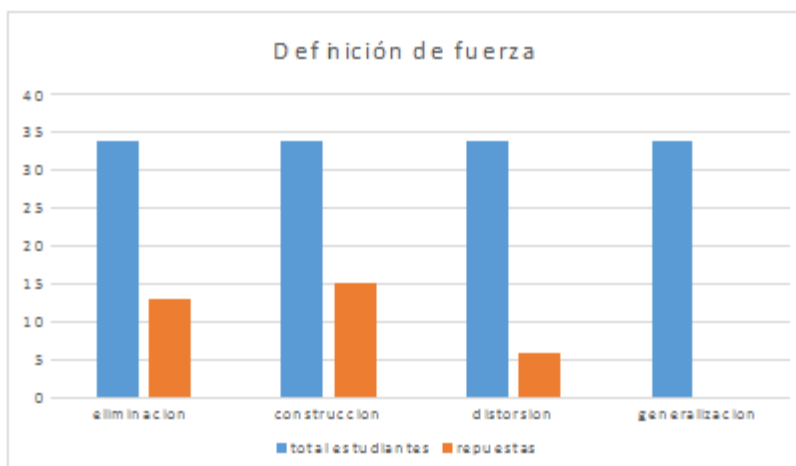
En la prueba diagnóstica se establecieron una serie de preguntas, las cuales se representan de forma verbal y gráfica, para determinar la información que posee el modelo mental del estudiante, para los conceptos que se relacionan con el tema de estructura, en donde se preguntó lo siguiente:

- Definición de fuerza
- Representación gráfica de fuerza
- Características de una fuerza
- Definición de esfuerzo
- Definición de carga
- Representación gráfica de carga
- Definición de estructura
- Representación gráfica de estructura

Para categorizar la información, se estableció como variable la manera en que se elabora el modelo mental, de acuerdo a las 4 maneras (eliminación, construcción, distorsión y generalización). En donde eliminación hace referencia a información incompleta, construcción crea algo que no existe, distorsión establece una interpretación distinta, y generalización es el adecuado es la forma en que se da el aprendizaje de forma reflexiva.

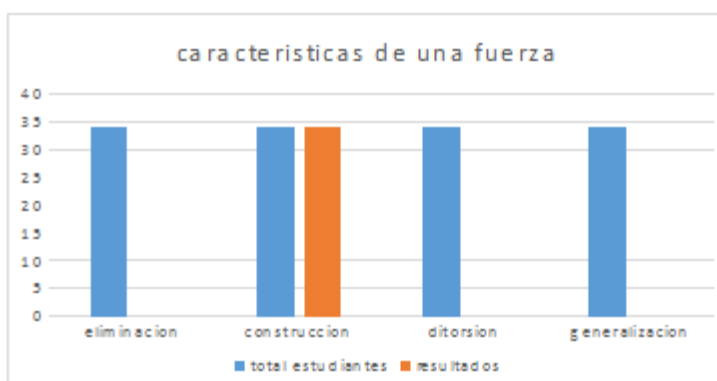
**Grafica 1**

**Definición de fuerza**



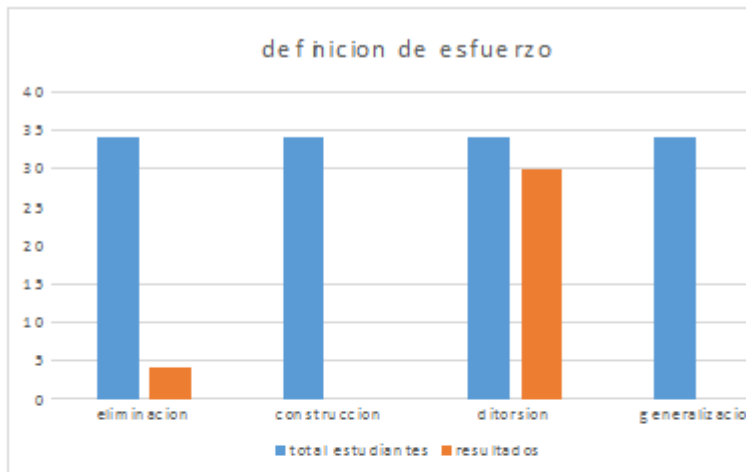
**Grafica 2**

**Características de una fuerza**



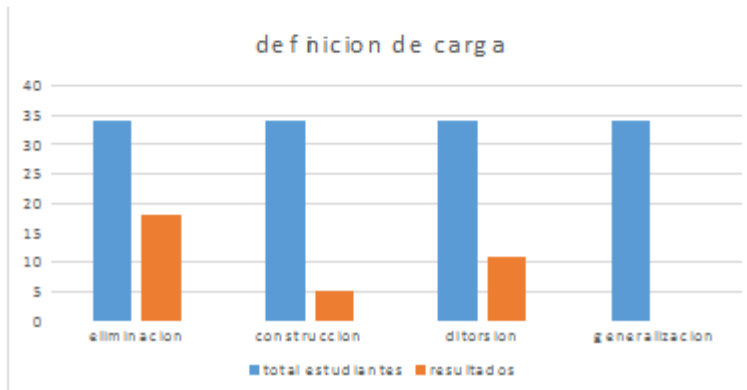
**Grafica 3**

**Definición de esfuerzo**

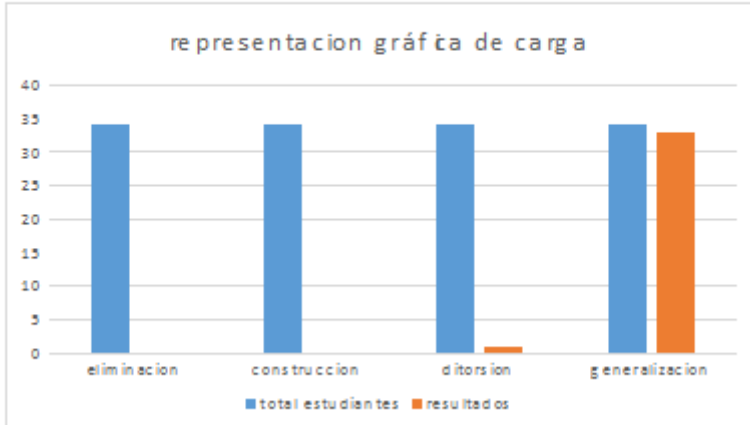


**Grafica 4**

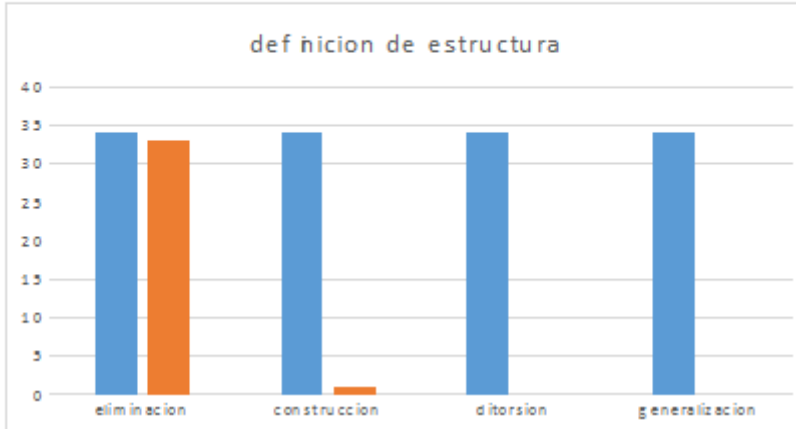
**Definición de carga**



**Grafica 5**  
**Representación gráfica de carga**

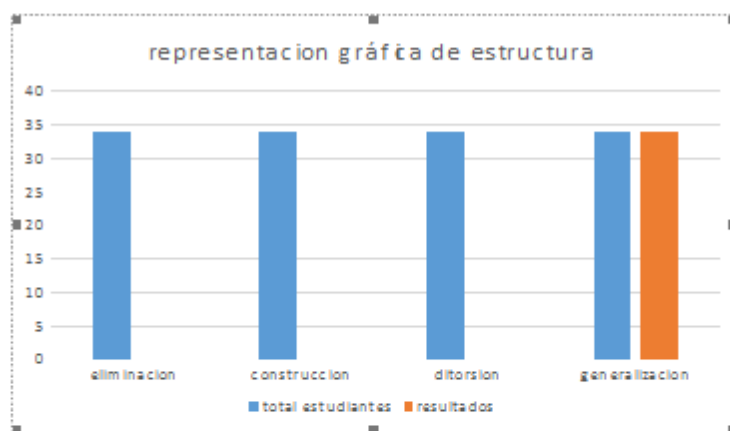


**Grafica 6**  
**Definición de estructura**



**Grafica 7**

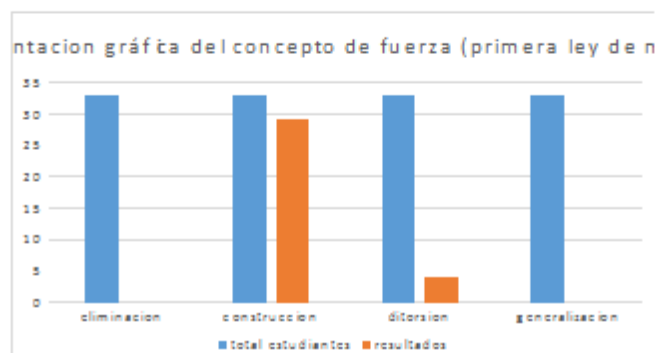
**Representación gráfica de estructura**



## 11.2. RESULTADOS DE LA PRIMERA GUIA

**Grafica 8**

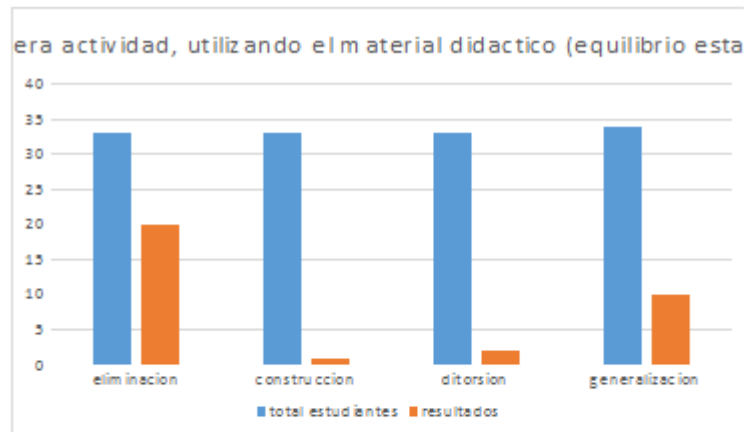
**Representación gráfica del concepto de fuerza (primera ley de newton)**





**Grafica 9**

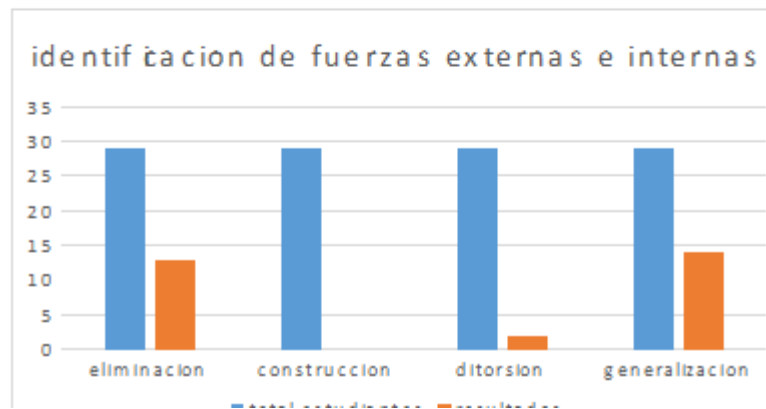
**Primera actividad, utilizando el material didáctico (equilibrio estático)**



### 11.3. RESULTADOS DE LA SEGUNDA GUIA

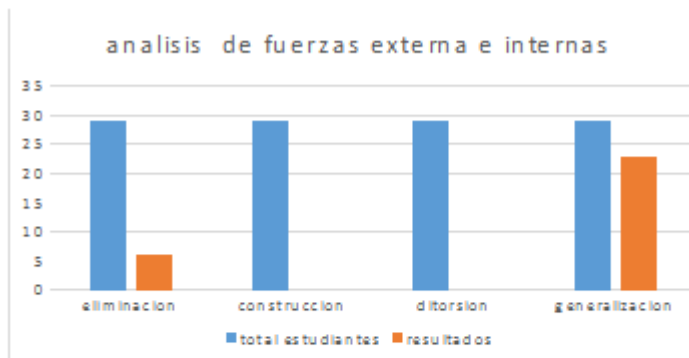
**Grafica 10**

**Identificación de fuerzas externas e internas**



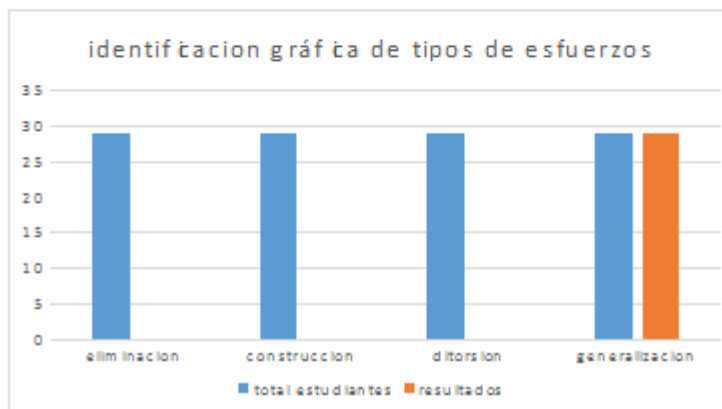
**Grafica 11**

**Análisis de fuerzas externas e internas**



**Grafica 12**

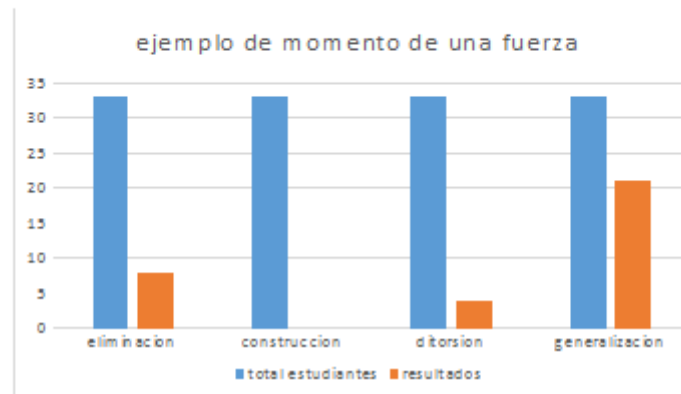
**Identificación gráfica de tipos de esfuerzos**



#### 11.4. RESULTADOS DE LA TERCERA GUIA

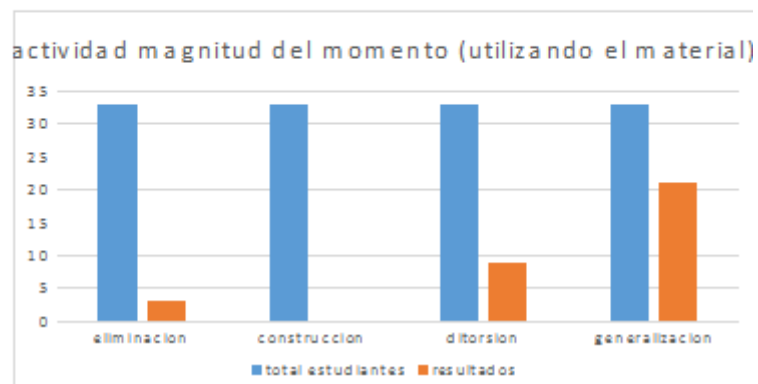
Grafica 13

Ejemplo de momento de una fuerza



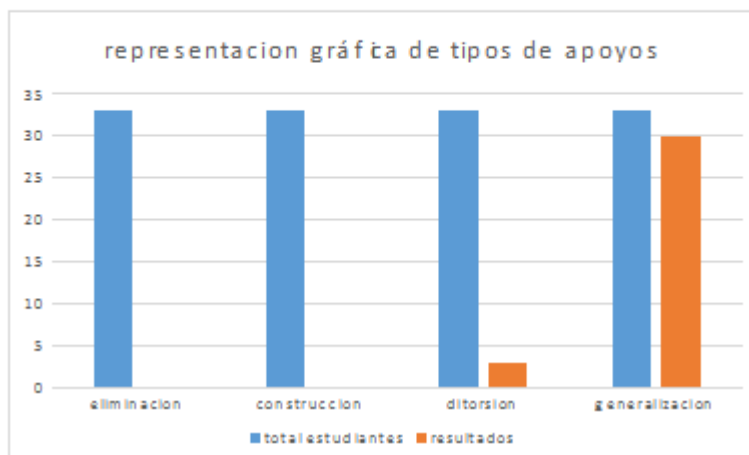
Grafica 14

Actividad magnitud del momento (utilizando el material)



**Grafica 15**

**Representación gráfica de tipos de apoyos**



**Grafica 16**

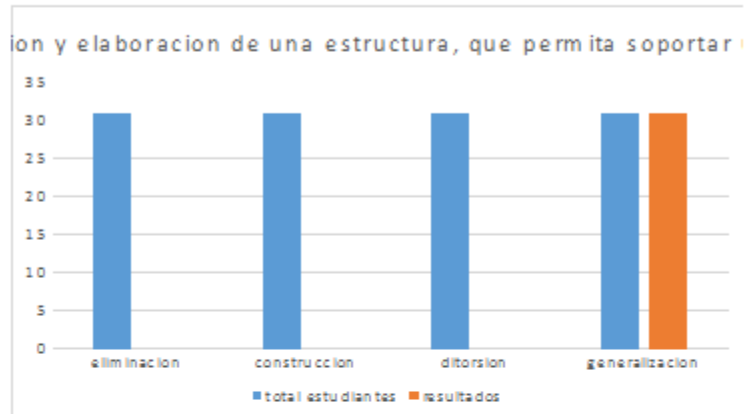
**Representación análisis tipo de apoyo**



## 11.5. RESULTADOS DE LA CUARTA GUIA

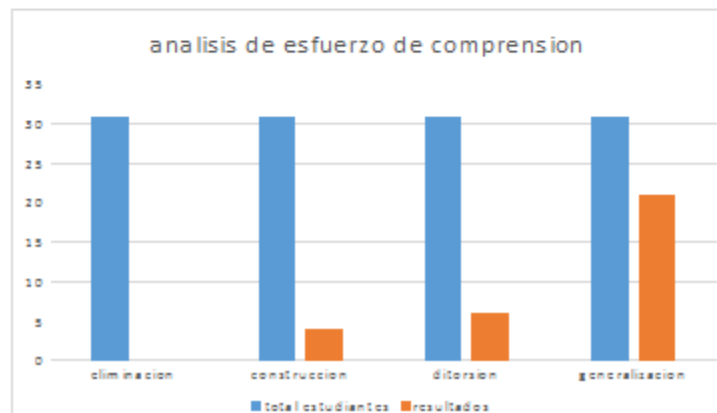
**Grafica 17**

**Representación y elaboración de una estructura, que permita soportar una maleta**



**Grafica 18**

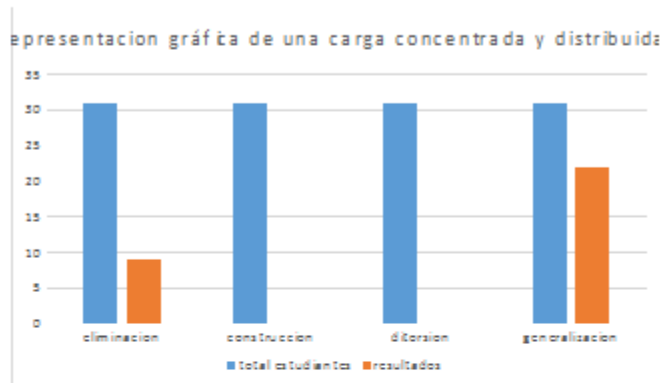
**Análisis de esfuerzo de comprensión**



## 11.6. RESULTADOS DE LA QUINTA GUIA

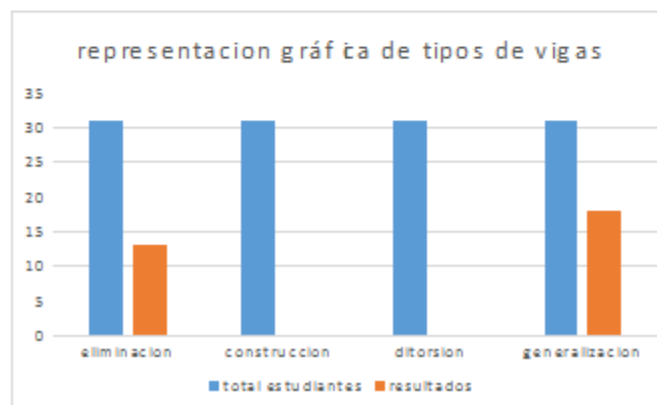
Grafica 19

Representación gráfica de una carga concentrada y distribuida



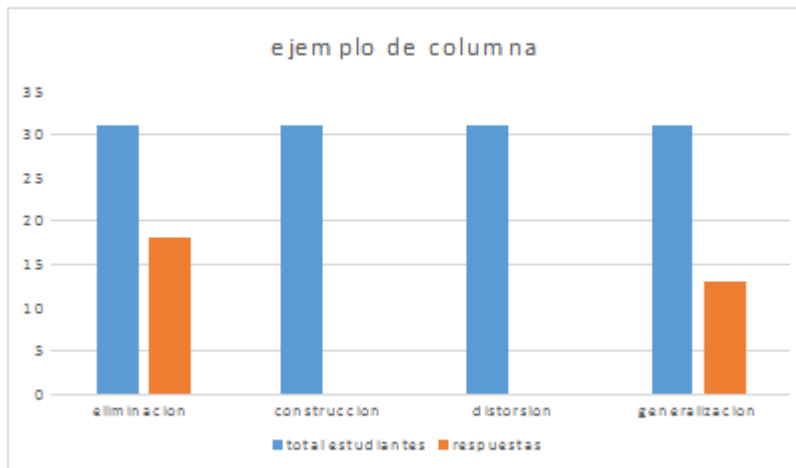
Grafica 20

Representación gráfica de tipos de vigas



**Grafica 21**

**Ejemplo de columna**

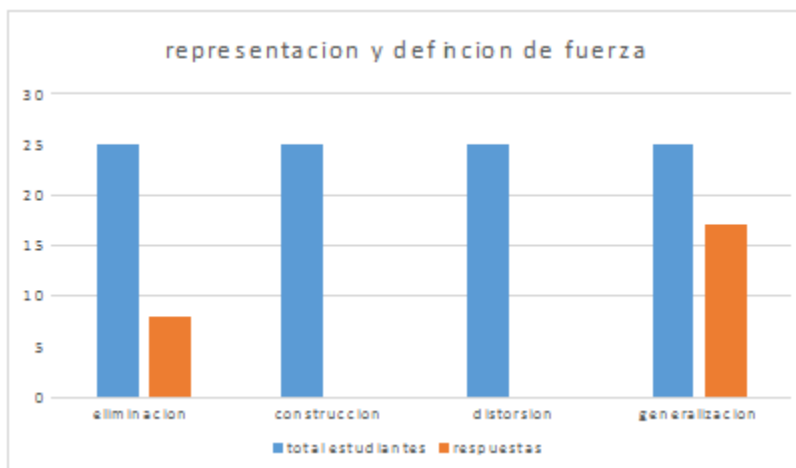


## 11.7. RESULTADOS DE LA PRUEBA FINAL

Para el análisis final se utilizara una encuesta con los mismos criterios de la diagnostica, para comparar los resultados, pero además relacionando los conceptos con un modelo que tiene resortes para la asociación de los conceptos

### Grafica 22

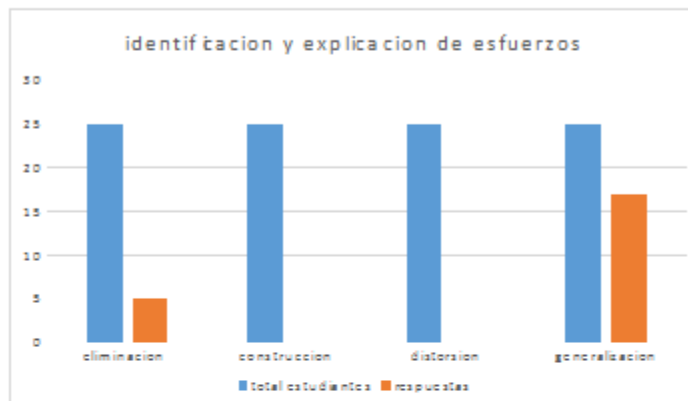
#### Representación y definición de fuerza





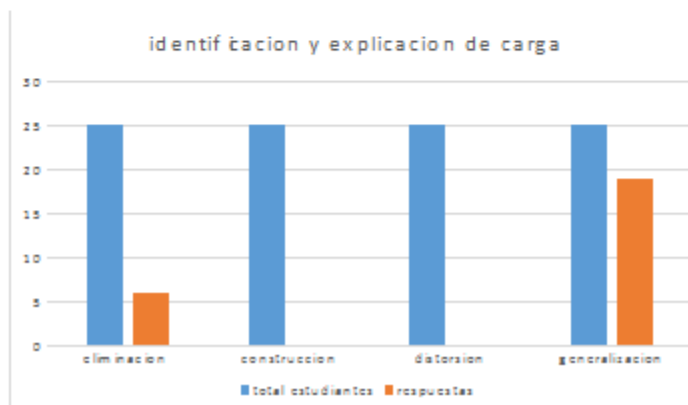
**Grafica 23**

**Identificación y explicación de esfuerzos**



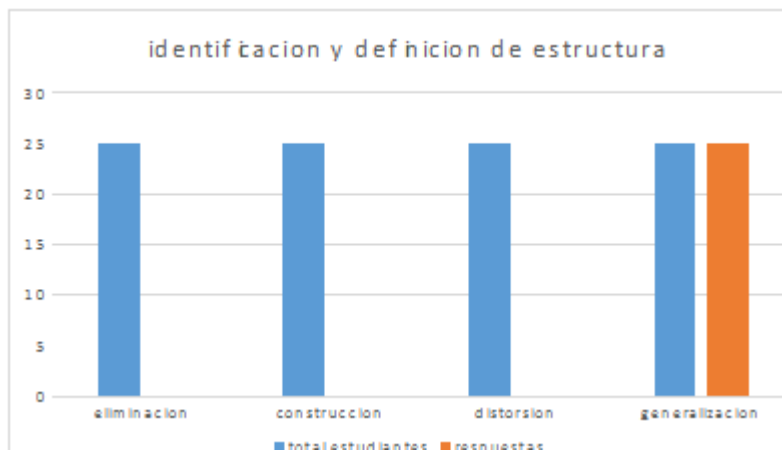
**Grafica 24**

**Identificación y explicación de carga**



## Grafica 25

### Identificación y definición de estructura



## 12. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

### 12.1. ANÁLISIS DE LA PRUEBA DIAGNOSTICA

#### 1) Definición de fuerza:

Eliminación: según la gráfica 13 estudiantes, presentan un modelo mental, que les permite dar una explicación del concepto de fuerza de manera incompleta, falta información que complemente la definición de fuerza

Construcción: según la gráfica 15 estudiantes, presentan un modelo mental, el cual la definición de fuerza que presenta, no coincide coherentemente con la definición del concepto de fuerza

Distorsión: según la gráfica 6 estudiantes, presentan un modelo mental, en el cual le dan una interpretación diferente a la definición de fuerza, relación la definición de fuerza, con la cualidad de ser fuerte

Generalización: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Conclusión: todos estudiantes no poseen un modelo mental, que les permita explicar la definición de fuerza, poseen modelos que no presentan la suficiente información, y algunos no coinciden con la realidad

## 2) Representación gráfica de fuerza

Eliminación: según la gráfica solo existe un estudiante, que realizo una representación gráfica de fuerza, en la cual se puede evidenciar un modelo mental elaborado a partir de datos fragmentarios, realizo el dibujo de una grúa, pero falta información que permita entender cuál es la acción que genera movimiento

Construcción: según la gráfica, ningún estudiante presenta un modelo mental, en el cual realice una representación gráfica de fuerza que no coincida con la realidad

Distorsión: según la gráfica es la mayor tendencia del grupo con un total de 32 estudiantes, que presentan un modelo mental que le dan una interpretación distinta a fuerza, lo relacionan con la acción de levantar y cargar pesas de gimnasio

Generalización: según la gráfica solo existe un estudiante que posee un modelo mental a partir de la generalización de una experiencia, representando un arco con una flecha, especificando el sentido de la fuerza.

Conclusión: en comparación con la definición escrita de fuerza, los estudiantes poseen un modelo que les permite dar una mejor explicación al concepto de fuerza, de manera gráfica que

escrita, aunque la representación gráfica presenta mejores resultados, aun así los estudiantes no poseen un modelo mental que les permita representar una fuerza de manera concreta y concisa.

### 3) Características de una fuerza

Eliminación: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Construcción: según la gráfica los modelos mentales de los estudiantes no les permite dar una explicación de las características de una fuerza, sino que además crean características como por ejemplo; con partes del cuerpo: músculos, huesos o lo relacionan con acciones: cargar, levantar

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

### 4) Definición de esfuerzo

Eliminación: según la gráfica, 4 estudiantes, poseen un modelo mental que se aproxima a la definición de este concepto, relacionándolo con la capacidad de resistencia y perduración de un cuerpo con respecto a una fuerza, pero falta información que complemente la definición

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: según la gráfica indica que 30 estudiantes poseen un modelo mental de acuerdo a esta categoría, dándole una nueva interpretación a este concepto, relacionándolo con la capacidad de voluntad para alcanzar un objetivo.

Generalización: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Conclusión: ningún estudiante posee un modelo mental que le permita explicar el concepto de esfuerzo, en relación a la fuerza física, sin embargo su concepto de esfuerzo está relacionado con la capacidad de voluntad para alcanzar algún objetivo.

#### 5) Definición de carga

Eliminación: según la gráfica es la mayor tendencia, 18 estudiantes presentan un modelo mental que aunque no permite dar una definición completa de carga, se aproxima, faltándole información, que permita definir completamente el concepto

Construcción: según la gráfica, 5 estudiantes poseen un modelo mental, que les permite entender la carga, como la acción de cargar un objeto

Distorsión: de acuerdo a lo observado en la gráfica, 11 estudiantes poseen un modelo mental, que les permite entender la carga como un objeto pesado, dándole una nueva interpretación a este concepto

Generalización: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Conclusión: ningún estudiante posee un modelo mental, que le permita explicar la definición de carga, de manera concreta y precisa, dan indicios de las propiedades y lo definen como un objeto que se encuentra encima de otro.

#### 6) representación gráfica de carga

Eliminación: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: según la gráfica, un solo estudiante realizó una representación gráfica, donde realiza la representación de una carga eléctrica, dándole una interpretación distinta a la esperada

Generalización: según la gráfica, la mayoría de los estudiantes presentan un modelo mental elaborado a partir de la generalización, haciendo distintas representaciones de objetos cotidianos, donde se evidencia una representación gráfica de carga

Conclusión: de acuerdo al análisis establecido, se puede evidenciar, que a excepción de un estudiante, el resto de estudiantes, poseen un modelo mental, que les permite realizar una representación gráfica con respecto al concepto de carga

#### 7) Definición de estructura

Eliminación: según la gráfica, 33 estudiantes presentan un modelo mental que no dan una explicación completa de la definición de estructura, debido a la falta de información

Construcción: según la gráfica solo un estudiante, posee un modelo mental creado a partir de algo que no existe, el estudiante define una estructura, como una casa muy poderosa que no se puede romper.

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Conclusión: el modelo mental presentado por el estudiante no permite dar una explicación completa del concepto de estructura, sin embargo dan indicios que se aproximan al concepto, como por ejemplo, explican que un estructura soporta objetos, que es una relación de elementos y partes entre sí.

#### 8) Representación gráfica de estructura

Eliminación: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: de acuerdo a la gráfica todos los estudiantes todos los estudiantes poseen un modelo elaborado a partir de la generalización

Conclusión: en comparación con la definición escrita de estructura, los estudiantes poseen un modelo que les permite dar una mejor explicación al concepto de estructura, de manera gráfica que escrita, aunque la representación gráfica presenta mejores resultados, representando casas, edificios, puentes, como ejemplos de estructura.

### **12.2. ANALISIS LOS RESULTADOS DE LA PRIMERA GUIA:**

1) Interpretación gráfica del concepto de fuerza (primera ley de newton)

Eliminación: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: según la gráfica, 4 estudiantes siguen representando pesas y levantamiento de pesas, a pesar de que en la actividad se muestra una primera aproximación al concepto de fuerza, el estudiante no analiza la información.

Generalización: según la gráfica 29 estudiantes, generalizan a partir de los nuevos datos, representando acciones cotidianas en las que se evidencia el concepto de fuerza

Conclusión: al presentar la primera definición de fuerza (primera ley de newton) el 87% de los estudiantes analizados analizan los nuevos datos, para realizar la representación gráfica de fuerza, sin embargo 4 estudiantes no presentan cambios.

## 2) primera actividad empleando el material didáctico (equilibrio estático)

Eliminación: según la gráfica 20 estudiantes, a partir de la nueva experiencia con el material, para representar ejemplos de equilibrio estático, los estudiantes representan el sentido y la magnitud de las fuerzas involucradas, sin embargo las representaciones están incompletas, en algunas falta informaciones como por ejemplo, la especificación del sentido y la magnitud de algunas fuerzas

Construcción: según la gráfica un estudiante, crea una representación que no coincide con la realidad, en la representación gráfica dibujo tres personas manteniendo el equilibrio, además de



que no coincide con el desarrollo de la actividad, tampoco hace una representación gráfica de las fuerzas.

Distorsión: según la gráfica 2 estudiantes, le dan una interpretación diferente a la experiencia desarrollada, el primero representa los sentidos de la fuerza de forma contraria y el segundo representa las unidades de magnitud de las fuerzas en metros

Generalización: según la gráfica 10 estudiantes, a partir de la nueva experiencia, generalizaron que toda fuerza tiene ciertas características e hicieron su representación gráfica correctamente, indicando la magnitud de la fuerza.

Conclusión: la actividad le permitió a los estudiantes conocer una definición de fuerza, para que realizara asociaciones entre la información nueva y lo que ya conocen en su realidad, por medio del material analizan la aplicación de la segunda y tercera ley de newton, además identifican las características que posee una fuerza, sin embargo el 60% de los estudiantes todavía no analizan toda la información, en algunos casos no identifican el sentido de todas las fuerzas involucradas, y en las unidades, solo coloca las unidades de peso (gramos), obtenidas con el uso de una gramera, pero en la conversión de unidades se les dificultad, debido a sus conocimientos matemáticos, sin embargo entienden la relación entre fuerza y peso

### **12.3. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA SEGUNDA GUIA**

#### **1) Identificación de fuerzas externas e internas**

Eliminación: según la gráfica 13 estudiantes realizan asociaciones, entre los conceptos de fuerza externa e interna, con las imágenes d las imágenes, para identificar qué tipo de fuerza se

representa en cada imagen, aunque la información presentada esta bien, falta información que complemente la asociación entre las imágenes y la definición del concepto

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: según la gráfica 2 estudiantes realizan asociaciones equivocadas, con las imágenes, le dan otra interpretación

Generalización: según la gráfica 14 estudiantes elaboran un modelo mental, a partir de la generalización de los conceptos, en relación a la información presentada en cada imagen

Conclusión: el 44% de los estudiantes elaboraron un modelo mental, que les permite hacer asociaciones entre las fuerzas internas e internas con distintas situaciones que pueden encontrar en su realidad, aunque a algunos les falta analizar más la información presentada.

## 2) Análisis de fuerzas externas e internas

Eliminación: según la gráfica 6 estudiantes, realizan una representación gráfica de la actividad, en la que falta especificar información

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: según la gráfica 23 estudiantes, a partir de la actividad realizada, los estudiantes relacionan e identifican las fuerzas internas y externas que actúan en el soporte, que crearon utilizando el material didáctico, para que soporte cinco cuadernos

Conclusión: de acuerdo a las asociaciones que realizaron con respecto a los conceptos de fuerzas externas e internas, analizaron la información, que presenta en el soporte que realizaron para soportar 5 cuadernos, la mayoría de los estudiantes elaboraron un modelo mental que les permite identificar las fuerzas externas e internas que actúan en la actividad realizada.

### 3) Identificación grafica de tipos de esfuerzos

Eliminación: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: según la gráfica todos los estudiantes analizados, poseen un modelo mental que les permite realizar una representación gráfica de los tipos de esfuerzos, representando ejemplos de la vida cotidiana y algunos utilizan el material didáctico para dar ejemplos.

Conclusión: como se muestra en la gráfica el 100% de la muestra que se tomó (29 estudiantes), relaciono el sentido de las fuerzas, con los distintos tipos de esfuerzos, en comparación con la prueba diagnóstica, en donde el estudiante debe representar el sentido de la fuerza, en la cual solamente un estudiante, hizo de manera correcta su representación, especificando sentido de la fuerza, se puede evidenciar que ha elaborado un nuevo modelo mental, que le permite entender la representación gráfica de una fuerza

## **12.4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA TERCERA GUIA**

### 1) Ejemplo de momento de una fuerza

Eliminación: según la gráfica ocho estudiantes, realizan representaciones gráficas de ejemplo del momento de una fuerza, pero no especifican ni el sentido de la fuerza, ni el del giro a producir.

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: según la gráfica, cuatro estudiantes dibujan el mismo ejemplo que aparece en la guía, dándole otra interpretación a la actividad

Generalización: según la gráfica veintiuno estudiantes, elaboraron una representación gráfica de momento, especificando el sentido de la fuerza, y de acuerdo al sentido dedujeron el sentido de giro a producir

Conclusión: la mayoría de estudiantes poseen un modelo mental, que les permitió relacionar el concepto de momento de una fuerza, con ejemplos cotidianos, poseen un modelo mental que les permite entender que dependiendo el sentido de la fuerza, se establece un sentido de rotación.

### 2) actividad, magnitud del momento

Eliminación: según la gráfica tres estudiantes, elaboraron un modelo mental, en el cual planteen hipótesis incompletas, con respecto a la magnitud del momento, en el cual omiten la distancia o la fuerza

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: según la gráfica nueve estudiantes realizan representaciones gráficas, que no coinciden con la actividad, dándole otra interpretación.

Generalización: según la gráfica veintiuno estudiantes a partir de la experiencia en la realización de la actividad, generalizan que la magnitud del momento es proporcional a la distancia y a la fuerza

Conclusión: la mayoría de los estudiantes a partir de la experiencia con los bloques, acortando la distancia y cambiando el tamaño, generalizan que a mayor distancia y fuerza, la magnitud del momento aumentara, y si aumenta el momento, se producirá una rotación.

### 3) Representación gráfica de tipos de apoyos

Eliminación: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: según la gráfica 3 estudiantes, no realizan ejemplos de tipos de apoyos, realizan las mismas gráficas de la guía

Generalización: según la gráfica 30 estudiantes, a través de las representaciones gráfica de los tipos de apoyo, generalizan asociando los apoyos, con objetos que tienen dicho tipo de apoyo para unir un sistema

Conclusión: el 90% de los estudiantes poseen un modelo mental, que les permite entender y asociar los tipos de apoyos con objetos que pueden encontrar en su cotidianidad

### 4) Representación; análisis de un tipo de apoyo

Eliminación: según la gráfica ocho estudiantes representan un apoyo de tipo móvil, utilizando el material didáctico, sin embargo, no indican información que permita analizar la acción que produce dicho apoyo.

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: según la gráfica 25 estudiantes, de los cuales 20 representaron un ejemplo de apoyo móvil, utilizando el material didáctico, analizaron la reacción que produce, entendiendo que debido a su forma, puede producir un movimiento en forma horizontal, tres representaron un ejemplo de apoyo pasador, analizando, que produce una reacción en sentido vertical y horizontal, y que puede tender a producir rotación, y dos estudiantes representaron un ejemplo de apoyo fijo, analizando que produce una reacción en sentido vertical y horizontal, y que restringe el movimiento totalmente.

Conclusión: el 75% de los estudiantes identifica y analiza los tipos de apoyos, identificando las reacciones que produce, ya que los estudiantes poseen un modelo mental que les permite entender que toda acción produce una reacción (tercera ley de newton), modelo mental elaborado a partir de la primera actividad desarrollada y en el caso del pasador, que puede producir una rotación (momento),

## **12.5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA CUARTA GUIA**

- 1) Representación y elaboración de una estructura, que permita soportar una maleta

Eliminación: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: según la gráfica treinta y uno estudiantes, a partir de la definición de estructura y carga, realizan la actividad, y a partir de la actividad generalizan cual es la estructura, su función.

Conclusión: todos los estudiantes desarrollan la actividad con facilidad, sus experiencias pasadas permitieron establecer un modelo mental que les permite entender la aplicación de apoyos y reacciones, permitiéndoles entender, que para que la estructura soporte la maleta es necesario tener elementos que se resistan o produzcan una reacción, mayor a la carga, para se produzca un estado de equilibrio estático

## 2) Análisis de esfuerzo de comprensión

Eliminación: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Construcción: según la gráfica cuatro estudiantes, a partir de la actividad que es establece para comparar la resistencia a la comprensión de dos bloques rectangulares, el primero está hecho en cartulina y el segundo en cartulina, de acuerdo al análisis presentado, el estudiante debe concluir cual es el más resistente, a pesar de que todos tuvieron la misma experiencia, dichos estudiantes dieron una respuesta que no tiene que ver con la pregunta, un estudiantes escribió que el ladrillo

es el más resistente, cuando en ningún momento se experimentó con dicho material, y tres estudiantes, escribieron que la maleta.

Distorsión: según la gráfica seis estudiantes, a partir de la actividad, establecen que el bloque más resiste es el de cartulina, aunque todos tienen la misma experiencia, le dan otra interpretación

Generalización: según la gráfica veinte y uno, a partir de los resultados, al analizar que el bloque de madera no tuvo ningún cambio, ni se deforma, establecen que es más resistente comparado con el bloque de cartulina

Conclusión: de acuerdo a la actividad establecida para comparar la resistencia a la comprensión de dos bloques rectangulares, el primero está hecho en cartulina y el segundo en cartulina, el 67% de los estudiantes dan un resultado de acuerdo a la experiencia y a los datos obtenidos, de manera correcta, y algunos dan otra interpretación, o un resultado que no está relacionado con la pregunta.

## **12.6. ANALISIS DE LA QUINTA GUIA**

### **1) Representación gráfica de una fuerza concentrada y distribuida**

Eliminación: según la gráfica nueve estudiantes, solo representan gráficamente una carga como una carga concentrada, pero falta información que permita representar una carga distribuida

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría



Generalización: según la gráfica veinte dos estudiantes, a partir de los ejemplos, asocian y generalizan esa información, para representar las cargas de los elementos elaborados a partir del material didáctico.

Conclusión: el 70% de los estudiantes poseen un modelo mental, que les permite entender la representación de una carga concentrada, y asimilan la nueva información, para representar gráficamente una carga distribuida, sin embargo el resto de los estudiantes tuvieron limitaciones para representar y asimilar la nueva información

## 2) Representación gráfica de tipos de vigas

Eliminación: según la gráfica 13 estudiantes, realizan representaciones de cada tipo de viga, sin embargo falta información que indique las reacciones que actúan en cada viga.

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: según la gráfica 18 estudiantes, realizan representaciones de cada tipo de viga, de manera general, especificando el sentido de sus reacciones.

Conclusiones: la mayoría de los estudiantes asocian y representan los tipos de vigas, representando las reacciones que se pueden producir en cada una

## 3) Ejemplo de columna

Eliminación: según la gráfica 18 estudiantes, realizaron el ejercicio de utilizar el material didáctico, para elaborar una columna que soportara cinco cuadernos, sin embargo en la representación gráfica, falta información

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: según la gráfica 13 estudiantes realizaron el ejercicio de utilizar el material didáctico, para elaborar una columna que soportara cinco cuadernos, especificado en que sentido se puede llegar desbaratar.

Conclusión: los estudiantes, a partir de la actividad, demuestran asociar y relacionar el concepto de columna, debido a que presentan un modelo mental con respecto a la aplicación de una columna

### **11.3.2. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA FINAL EN COMPARACIÓN CON LA PRUEBA DIAGNOSTICA**

Anexo 7 (prueba final)

#### **1) representación y definición de fuerza**

Eliminación: según la gráfica ocho estudiantes, de acuerdo a lo que observaron en el modelo, no hicieron una representación gráfica de la fuerzas que actúan en él, definido la fuerza como la acción que permite soportar y resistir un cuerpo

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: según la gráfica 17 estudiantes, de acuerdo a lo que observaron en el modelo, realizaron una representación gráfica de las fuerzas que actúan en él, definiendo la fuerza como una acción, que se ejerce de un objeto sobre otro, que permite sostener, sustentar, que impide movimiento, que permite soportar. Estas definiciones se aproximan a la fuerza como acción que genera entre dos cuerpos, para producir un estado denominado equilibrio estático.

Conclusión: en comparación a la prueba inicial, que permitió identificar el modelo mental del estudiante, que le permite dar la explicación del concepto de fuerza, se observan cambios generados a partir de la interacción con el material didáctico, a pesar de que los estudiantes no dan una definición exacta y puntal de fuerza, si se puede evidenciar, que no le dan una interpretación distinta a la definición de fuerza, ni tampoco asocian la fuerza con la cualidad de ser fuerte.

## 2) Identificación y explicación de esfuerzos

Eliminación: según la gráfica 5 estudiantes, a partir de la fuerza aplicada en el bloque, identifican los tipos de esfuerzos a los que es sometido cada resorte, sin embargo falta la representación gráfica que de sustento a la información presentada

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: según la gráfica 5 estudiantes, a partir de la fuerza aplicada en el bloque, identifican los tipos de esfuerzos a los que es sometido cada resorte, representando los esfuerzos, generalizando el esfuerzo como la relación entre la fuerza y el cambio de área de un material

Conclusión: en comparación con la prueba inicial, se pudo evidenciar un cambio notable, en la definición de esfuerzo establecida inicialmente, definiéndolo como la capacidad de voluntad para lograr un objetivo, a partir de la experiencia con el material establecen una nueva definición de esfuerzo.

### 3) Identificación y explicación de cargas

Eliminación; según la gráfica seis estudiantes identifican la carga, pero no escriben su definición

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: según la gráfica diecinueve estudiantes identifican las cargas, definiéndolo como un elemento que puede causar movimiento y cambios en el material de una estructura

Conclusión: en comparación con la prueba inicial, los estudiantes no tienen dificultades para identificar una carga, sin embargo la mayoría le dan una nueva interpretación a la definición de carga, siendo todo lo contrario de la interpretación que hicieron, a partir de la interacción con el material.

#### 4) identificación y explicación de estructura

Eliminación:

Construcción: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Distorsión: de acuerdo al análisis de la gráfica ningún estudiante posee un modelo mental que haya sido elaborado de acuerdo a esta categoría

Generalización: según la gráfica 25 estudiantes, es decir toda la muestra tomada, representa e identifica los distintos elementos que se relacionan entre sí, para soportar las cargas, que están presentes en la estructura.

Conclusión: en comparación con la prueba inicial, el estudiante puede explicar que es una estructura, identificando y representando las fuerzas que están presentes en el modelo de análisis presentado, en la prueba inicial solo podía realizar un ejemplo gráfico, en esta última prueba analiza e interpreta los elementos que interactúan entre si y las características necesarias (resistencia, equilibrio etc.) que debe tener una estructura

## 12. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la aplicación del prueba diagnóstica, que se realizó para caracterizar los modelos mentales que poseen los estudiantes a partir del concepto de estructura, en la cual se encontró que ningún estudiante posee un modelo mental, que le permita realizar una explicación concreta de los conceptos relacionados con el tema de estructura. En el análisis se determinó que el estudiante no puede dar una definición completa de los conceptos que se relacionan con este tema, la información que presenta inicialmente es incompleta como es el

caso de fuerza, y carga, y en el caso de esfuerzo, no puede dar una explicación de este concepto en relación al concepto de estructura. En relación a lo que afirma Vásquez y Alarcón (2009), una de las ventajas del área de tecnología, en cuanto a los conceptos previos, que posee el estudiante, es que son conceptos prácticos y que se construyen fácilmente a partir de la experiencia, sin embargo la prueba demuestra lo contrario, no siempre el estudiante posee conceptos previos en relación al área de tecnología, en este caso el estudiante puede establecer referencias o ejemplos de los conceptos, pero no posee un modelo, que le permita dar una respuesta clara y concisa en relación a los conceptos que se relacionan con el tema de estructura.

- En el desarrollo de la propuesta didáctica, el diseño del material didáctico permitió establecer experiencias agradables en los estudiantes, generando gusto e interés en el aprendizaje en el tema de estructura. Permitiéndole al estudiante elaborar nuevos modelos mentales, a partir de dichas experiencias generadas en el desarrollo de las actividades, sin embargo como se demostró en el análisis de los resultados, una parte de los estudiantes presentan información incompleta, perteneciente a las categorías de eliminación de acuerdo a las cuatro maneras establecidas para elaborar un modelo mental. Con base en esto podemos afirmar la hipótesis que plantea Kofman, en la cual dice que aunque dos seres tengan una misma experiencia, su interpretación de la realidad va ser totalmente inter subjetiva. Sin embargo podemos afirmar que la hipótesis de O'connor (1998) con relación a que distintas personas tengan la misma experiencia y que cada una la explique de una manera y le adjudique un significado diferente, se evidencia en la utilización y desarrollo de actividades, en la implementación de la propuesta en las actividades realizadas con las piezas del material didáctico, se evidencia que cada estudiante le daba un significado distinto, a cada experiencia de aprendizaje, la cual

influye de forma distinta en la elaboración de su modelo mental a partir del tema de estructura. La metodología con enfoque genético, permitió desplegar la mente del estudiante, con el propósito de caracterizar el modelo mental que poseía el estudiante con respecto al tema de estructura y hacer observaciones con relación a los cambios generados durante la implementación, determinando los cambios generados de acuerdo a las cuatro categorías establecidas (eliminación, construcción, distorsión y generalización), permitiendo el análisis del cambio en los modelos mentales.

- En cuanto a los modelos mentales finales obtenidos, mediante una prueba final, en la cual se realizaron las mismas preguntas, que la encuesta inicial, en comparación a los modelos mentales iniciales caracterizados, se pueden evidenciar cambios, según las gráficas de los resultados del a prueba final en comparación a la prueba inicial, en donde ningún estudiante elaboro, un modelo mental a partir de la construcción y distorsión. Es decir ninguno está creando información que no existe, para dar una explicación o dándole otra interpretación. Sin embargo, en pocos estudiantes se evidencia que todavía elaboran un modelo mental a partir de la eliminación, no analizan toda la información que se les presenta en el modelo. Finalmente el estudiante elabora un modelo mental que le permita dar explicaciones a los conceptos relacionados con el tema de estructura, siendo totalmente diferente al que poseía inicialmente. Este trabajo es uno de los pocos elaborados en educación en tecnología en relación a modelos mentales, demostrando que es una área, que implica el desarrollo de nuevos conocimientos, permitiendo demostrar que no es solo un área, donde se realizan trabajos manuales y se relación con el uso de las tecnologías de la información.

### 13. BIBLIOGRAFIA

- ANGEL, A. (2009). *Didáctica de la tecnología*, Madrid: Editorial Síntesis
- BEDFORD, A. (2008) *mecánica para ingeniería*, Wilmington (E.U.A.): Addison-Wesley Iberoamericana
- BEER, F. (1962). *Mecánica vectorial para ingenieros*, México: Publicaciones Marcombo
- BRUNER, J. (1985). *La importancia de la educación*, Barcelona: Ediciones Paidós
- CARRETERO, M. (1997) *Construir y enseñar las ciencias experimentales*, Buenos Aires : Aique Grupo Editor
- CASTRO, M. (2012). *Estructuras resistentes*, Bogotá: Ediciones de la U
- EPPINGER, S. (2005). *Diseño y desarrollo de productos*, México: McGraw-Hill
- KOFMAN, F. (2001). *Metamanagement I: principios*, Argentina: Granica
- MOTT, R. (2009). *Resistencia de materiales*, México: Prentice-Hall
- NORMAN, D. (1975). *Introducción a la psicología cognitiva*, Madrid: Editorial Tecnos
- NORMAN, D. (1992). *Psicología de los objetos cotidianos*, Madrid: Editorial Nerea
- O'CONNOR, J. (1998). *Introducción al pensamiento sistémico*, Barcelona : Urano
- PARKER, H. (2000). *Mecánica y resistencia de materiales*, México: Limusa Wiley
- PUCHE, R. (2002), *El niño que piensa y vuelve a pensar*, Santiago de Cali : Centro de Investigaciones en Psicología, Cognición y Cultura, Univesidad del Valle
- SÁNCHEZ V, M.(2010). *Tecnología de materiales*, México: Editorial Trillas
- SENGE, P. (1992). *La quinta disciplina como impulsar el aprendizaje en la organización inteligente*, Barcelona: Ediciones Granica
- SENGE, P. (2002). *Escuelas que aprenden: un manual de la quinta disciplina para educadores*, Bogotá: Grupo Editorial Norma
- SOTO, A. (1997) *Educación en tecnología: un reto y una exigencia social*, Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio



## **WEBGRAFÍA**

Guía No. 30 “*Ser competente en tecnología*”. Recuperado de [www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-160915.html](http://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-160915.html)

*PET XXI*. Recuperado de <https://panditupn.files.wordpress.com/2010/06/pet-xxi-961.pdf>

## **14. ANEXOS**

### **14.1 FUNDAMENTACION TEORICA DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

Según Castro (2012) una estructura es un conjunto de elementos resistentes dispuestos y relacionados, que interaccionan entre sí con el objetivo de soportar cargas. Una estructura en equilibrio bajo la acción de las cargas se deforma (mucho o poco), y esta deformación es a veces observable, pero siempre medible, y existirá por pequeña que sea. Las condiciones primordiales de una estructura son: estabilidad, resistencia y rigidez, la finalidad de una estructura es resistir, sin sufrir deformaciones incompatibles con el tipo de material empleado. Tal como menciona Lisborg (1965) es un cuerpo estático o un conjunto de cuerpos estáticos interactuantes que se pueden considerar transmisores de una fuerza. De acuerdo a las definiciones de estos autores una estructura se puede definir como un conjunto de elementos físicos que se relacionan entre sí, con el propósito de soportar cargas, para realizar dicha finalidad una estructura debe cumplir con las siguientes condiciones; estabilidad, resistencia y rigidez, empleando el material adecuado que permita el cumplimiento de estas condiciones, sufriendo las mínimas deformaciones en lo posible.

### **FUERZA**

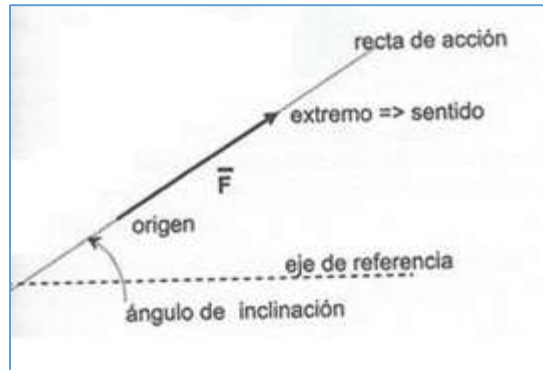
Según Beer (1962) una fuerza representa la acción de un cuerpo sobre otro y puede ejercerse por contacto real o a distancia, una fuerza se puede evidenciar cuando se hala o se empuja un objeto.

Tal como menciona Parker (2000) una fuerza es todo aquello que modifique el estado de movimiento de un cuerpo. Un tipo de fuerza es el efecto de gravedad, por el cual son atraídos los cuerpos hacia el centro de la tierra. La magnitud de la fuerza de gravedad es el peso de un cuerpo. La cantidad de materia o material que hay en un cuerpo es su masa.

Cuando las fuerzas no encuentran resistencia, produce movimiento, cuando no ocurre movimiento se produce un estado denominado equilibrio estático, para que exista equilibrio es necesario tener un sistema balanceado de fuerzas. Cuando una fuerza está en acción sobre un cuerpo no produce movimiento del mismo, se dice que dicho cuerpo está en equilibrio. (Parker 2000.p.27)

### **CARACTERISTICAS DE UNA FUERZA**

Según Beer (1962) una fuerza está definida por su dirección y magnitud. La magnitud de una fuerza por cierto número de unidades, en el SI (sistema internacional de unidades), la fuerza el Newton (N), para medir la magnitud de una fuerza, mientras que en el sistema de Estados Unidos, las unidades empleadas con el mismo fin son la, libra (lb). La dirección de una fuerza se define por la línea de acción o recta de acción, dicha línea es la línea recta infinita a lo largo de la cual actúa la fuerza; se caracteriza por el ángulo que forma con algún ángulo de referencia. La fuerza en si se representa por un segmento de esa línea; mediante el uso de una escala apropiada, finalmente el sentido de una fuerza puede indicarse por una punta de flecha.



(Castro, estructuras resistentes, 2012)

## LEYES DE NEWTON

Según las leyes establecidas por Isaac Newton, afirman lo siguiente:

- Todo objeto continúa en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, a menos que sea obligado a cambiar ese estado por fuerzas que actúen sobre él.
- La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él, tiene la dirección de la fuerza neta y es inversamente proporcional a la masa del objeto ( $f=ma$ )
- Siempre que un objeto ejerce una fuerza sobre un segundo objeto, el segundo objeto ejerce una fuerza de igual magnitud y dirección opuesta sobre el primero. (Hewitt 2007.p.22)

## FUERZAS INTERNAS

Tal como menciona Bedford (2008) se dice que un objeto está sometido a una fuerza interna, cuando una parte de un objeto está sometida a una fuerza por otra parte del mismo cuerpo.

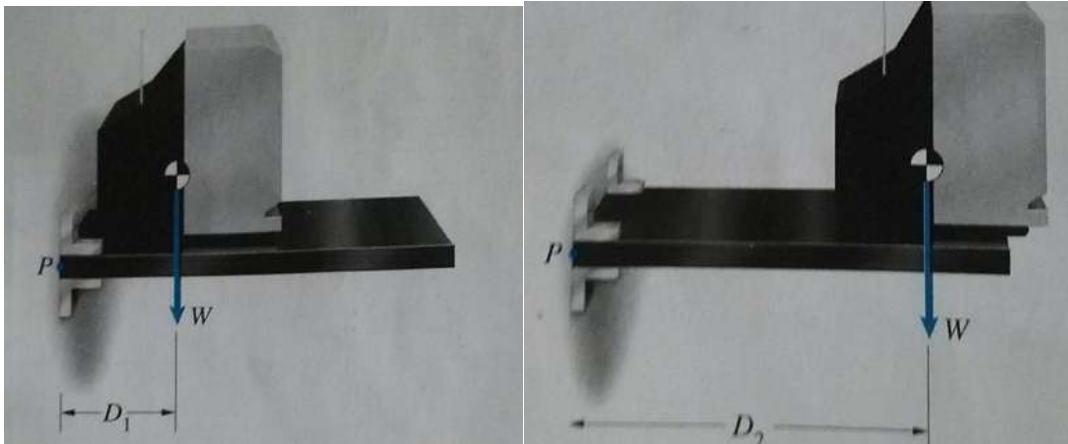
Además Parker (2000) menciona que las fuerzas internas pueden ser uno de tres tipos posibles: de tensión, de compresión o cortantes

## FUERZAS EXTERNAS

Tal como menciona Bedford (2008) se dice que un objeto está sometido a una fuerza externa, cuando está sometido a una fuerza ejercida por otro cuerpo. Además Parker (2000) menciona que las fuerzas externas pueden tener su origen en distintas fuentes pero, en esencia se distinguen solamente como de naturaleza estática o dinámica.

### **MOMENTO DE UNA FUERZA**

Tal como menciona Parker (2000) un momento es la tendencia de una fuerza a producir rotación, alrededor de un punto o un eje dado. La magnitud del momento de una fuerza con respecto a un punto o eje dado, es la magnitud de la fuerza, multiplicada por la distancia perpendicular entre la línea de acción de la fuerza y el punto o eje dado. De acuerdo a este ejemplo planteado por Bedford (2008) suponga que se desea colocar un televisor en una repisa, pero no se tiene la seguridad de que la unión de la repisa sea suficientemente fuerte para resistir la carga. De manera intuitiva, se colocara el aparato cerca de la pared, sabiendo que es más probable que la conexión falle si se coloca lejos de ella. La magnitud y la dirección de la fuerza ejercida sobre la repisa por el peso del televisor son las mismas en ambos casos, pero los momentos ejercidos sobre la unión son diferentes. El momento ejercido respecto a P por el peso del televisor, cuando este se halla cerca de la pared es de menor magnitud que el momento respecto a P cuando el peso está lejos de la pared y podría ocasionar que este fallase.



(Bedford, mecánica vectorial para ingenieros, 2008)

## ESFUERZO

Según (Mott 1996.p.9) “esfuerzo es la resistencia interna que ofrece un área unitaria del materia del que está hecho un miembro para una carga aplicada externa”. Deacuerdo a este planteamiento el esfuerzo puede expresarse matemáticamente como:  $\text{esfuerzo} = \text{fuerza} / \text{área}$ . Tal como menciona Castro (2012) los esfuerzos pueden obtenerse sección a sección, de esta manera se obtendrá unos valores que corresponden a las secciones analizadas; para realizar este análisis se utilizan gráficos, que en una determinada escala representan la variación de un esfuerzo a lo largo de un elemento estructural. El trazado de diagramas de características puede obtenerse siguiendo tres procedimientos siguientes (Castro 2012.p.91):

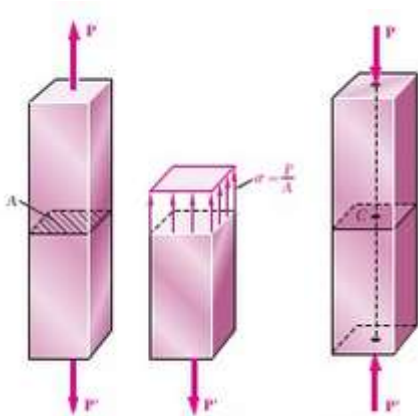
- Método gráfico: basado en las propiedades de los polígonos de fuerzas y funicular
- Método grafico-numérico: el trazado se realiza determinando numéricamente los esfuerzos externos en las secciones notables y los valores intermedios resultan de una construcción gráfica. (trazado por puntos y tangentes)

- Método analítico: se determinan numéricamente los esfuerzos externos en las secciones notables y para cada tramo entre ellos (no adyacentes) se adopta una función continua  $q=f(x)$  (función de carga) representativa de la variación de la misma en dicho intervalo de la carga.

De acuerdo a lo que afirma Mott (1996) el esfuerzo normal, es la fuerza aplicada se reparte uniformemente en la totalidad de la sección transversal del miembro. En estos casos, el esfuerzo puede calcularse con la simple división de la fuerza total por el área de la parte que resiste la fuerza. En otros casos, como es el caso de esfuerzo debido a flexión, el esfuerzo variara en los distintos lugares de la misma sección transversal, en general el objetivo es determinar en qué punto ocurre el esfuerzo máximo, y cuál es su magnitud.

### **ESFUERZO NORMAL DIRECTO**

Según Mott (1996) uno de los tipos de esfuerzos, es el esfuerzo normal, denotado por la letra griega minúscula  $\sigma$  (sigma), en donde el esfuerzo actúa de manera perpendicular, o normal, a la sección transversal del miembro de carga. Si el esfuerzo es también uniforme sobre el área de resistencia, el esfuerzo se conoce como esfuerzo normal directo. Los esfuerzos normales pueden ser de tensión o de compresión. Tal como menciona Beer (1962) el esfuerzo en un elemento con área transversal  $A$  sometido a una carga axial  $P$  se obtiene al dividir la magnitud  $P$  de la carga entre el área  $A$ ; se empleara un signo positivo para indicar un esfuerzo de tensión y un signo negativo para indicar un esfuerzo de compresión



(Beer, Mecánica de materiales, 2009)

### **ESFUERZO DE Tensión**

Según (Mott 1996.p.11) “un esfuerzo de tensión es aquel que tiende a estirar al miembro y romper el material”.

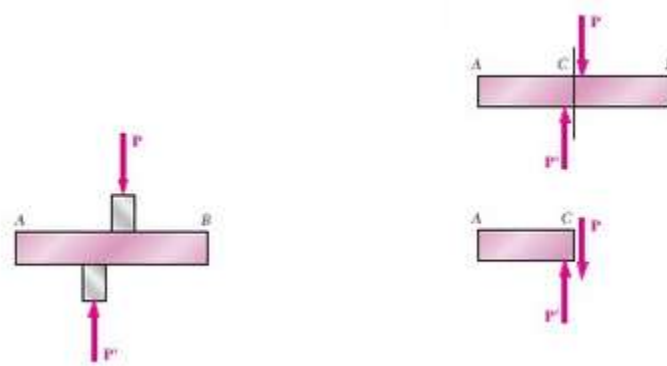
### **ESFUERZO DE COMPRESIÓN**

Según (Mott 1996.p.11) “un esfuerzo de compresión es aquel que tiende a aplastar el material del miembro de carga”.

### **ESFUERZO DE CORTE**

Según Mott (1996) cortante hace referencia a la acción de corte, la acción de corte progresa sobre la longitud de la línea que debe cortarse, de forma que solo una pequeña parte de corte total se haga para un tiempo dado, y desde luego el objetivo de la acción es cortar el material. La fuerza cortante aplicada se resiste uniformemente por el área de la parte que se corta, lo que produce un nivel uniforme de fuerza cortante sobre el área, el símbolo que se utiliza para el esfuerzo de corte es la  $\tau$  (letra griega minúscula tau), entonces el esfuerzo cortante puede calcularse a partir de:  $\tau = F/A$ , donde F es la fuerza aplicada y A el área cortante. Según Beer (1962) es un tipo de esfuerzo diferente que se obtiene cuando se aplican fuerzas transversales P y

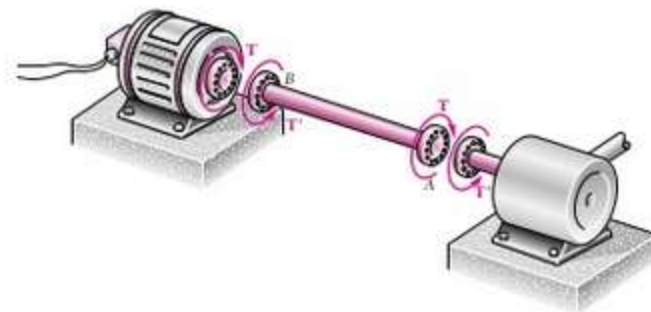
P a un elemento AB. Al efectuar un corte en C entre los puntos de aplicación de las dos fuerzas, obtenemos el diagrama de la porción AC. Se concluye que deben existir fuerzas internas en el plano de la sección, y que su resultante es igual a P. estas fuerzas internas elementales se conocen como fuerzas cortantes, y la magnitud P de su resultante es el cortante en la sección.



(Beer, Mecánica de materiales, 2009)

## ESFUERZO DE TORSIÓN

Según Beer (1962) es el esfuerzo que se aplica en elementos de secciones circulares, que son sometidos a pares de torsión o momentos torsores  $T$  y  $T'$ , estos pares tienen una magnitud igual a  $T$  y sentidos opuestos. Los ejes de transmisión, que se utilizan para transmitir potencia de un punto a otro, son elementos que están sometidos a torsión.

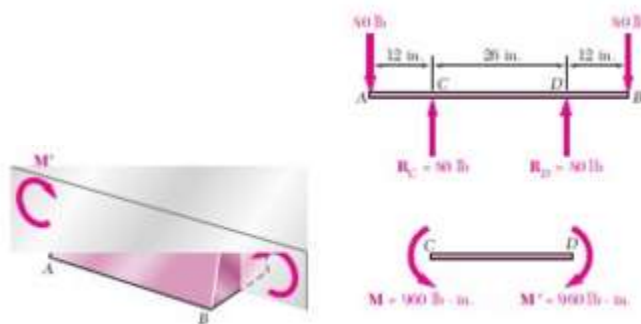


(Beer, Mecánica de materiales, 2009)

## ESFUERZO DE FLEXIÓN



Tal como menciona Beer (1962) cuando un elemento prismático está sometido a pares iguales y opuestos  $M$  y  $M'$  que actúan en el mismo plano longitudinal, a este esfuerzo se le denomina flexión. Un ejemplo de flexión, es lo que ocurre en una barra de una pesa gimnastica, la barra tiene pesos iguales a distancias iguales de las manos del levantador de pesas. Debido a la simetría de la barra, las reacciones en la mano deben ser iguales y opuestas a los pesos. Por lo tanto en lo que se refiere a la porción central CD de la barra, los pesos y las reacciones pueden remplazarse por dos pares iguales y opuestos, mostrando que la porción central de la barra está a flexión.



(Beer, Mecánica de materiales, 2009)

## CARGAS

Según Castro (2012) Son elementos que afectan a la estructura, tienden a mover y a deformar ciertas partes de la estructura. Pueden ser consideradas fuerzas concentradas, fuerzas superficialmente distribuidas o fuerzas linealmente distribuidas, las cargas logran su equilibrio con las reacciones generadas en sus apoyos, produciendo esfuerzos externos (de tracción, de compresión, de flexión, de corte o de torsión)

## CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS

De acuerdo al planteamiento de Castro (2012) las cargas se pueden clasificar de distintas maneras; según su origen, según su tiempo de aplicación de las mismas, según su variación en el tiempo y según su superficie de incidencia.

### **CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS SEGÚN SU ORIGEN**

Tal como menciona (Castro 2012.p27), las cargas se pueden clasificar según su origen, del cual se derivan cinco tipos de orígenes:

- Gravitacionales: actúan sobre una estructura como consecuencia de la gravedad
- De viento: se produce cuando una masa de aire interactúa sobre una estructura que se halle interpuesta en su desplazamiento
- Sísmicas: producida por un fenómeno natural impredecible
- Naturales: son aquellas que ejercen los líquidos sobre las paredes y el fondo del recipiente que los contenga (presión)
- Por deformaciones impuestas sobre ella (esfuerzos adicionales, como la temperatura)

### **CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS SEGÚN EL TIEMPO DE APLICACIÓN DE LAS MISMAS**

Tal como menciona (Castro 2012.p34):

Esta clasificación se refiere al estado de reposo o movimiento en que se encuentra la carga cuando actúa:

- Estáticas: son aquellas cargas que actúan sobre los elementos resistentes sin variar su estado de reposo o variando lentamente en el transcurso del tiempo.
- Dinámicas:
  - 1) Cargas móviles: aquellas cuya dirección de movimiento no coincide con la dirección de acción de la misma
  - 2) Cargas de impacto: aquellas cuya dirección de movimiento coincide con la acción de la misma, como es el caso de un martinete

## **CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS SEGÚN SU VARIACIÓN EN EL TIEMPO**

Tal como menciona Castro (2012), las cargas se pueden clasificar según su duración de tiempo:

- Permanentes: son las cargas derivadas del peso propio de los elementos estructurales
- Sobrecargas: son cargas de posible acción durante el transcurso de la vida útil de la estructuras
- Accidentales: son aquellas provocadas por fenómenos naturales imprevistos

## **CLASIFICACIÓN DE LAS CARGAS SEGÚN SU SUPERFICIE DE INCIDENCIA**

Tal como menciona Castro (2012), las cargas se pueden clasificar según su distribución en la superficie que actúan

- Concentradas: su acción se establece en un punto (baricentro de la superficie de apoyo)
- Distribuidas:
  - Superficialmente: La carga se distribuye en toda la área de incidencia
  - Linealmente: la carga se distribuye a lo largo de la longitud de un elemento

## **RESTRICCIONES**

Según castro (2012) Una restricción o apoyo es un dispositivo capaz de imponer al sistema condiciones de vínculo (restringiendo grados de libertad). Una reacción de apoyo, es el efecto producido por el apoyo, para sostener el sistema estructural. De acuerdo a Bedford (2008) cuando una persona está sentada en una silla con los pies en el piso, la silla y el piso los soportan, las fuerzas ejercidas por sus soportes se denominan reacciones. Por ejemplo un puente se sostiene gracias a las reacciones ejercidas por sus apoyos, y las cargas son las fuerzas ejercidas por el peso del mismo puente, el tráfico que lo cruza y el viento. Tal como menciona Mott (1996)

todas las cargas y momentos externos deben ser resistidos por uno o más apoyos. Los diferentes tipos de apoyos ofrecen diferentes tipos de reacciones.

### **APOYO SIMPLE O DE RODILLO**

Según Mott (1996) un apoyo simple es uno que puede resistir solo fuerzas que actúan perpendiculares a una viga. Este apoyo genera hacia arriba una acción, contra la acción dirigida hacia abajo de la carga que actúa en la viga. Pero si hubiera componentes horizontales de la carga, los rodillos rodarían y la viga se suelta, por consiguiente el uso de los rodillos solos no es conveniente. Tal como menciona Bedford (2008) este tipo de apoyo permite moverse libremente en la dirección paralela a la superficie sobre la que rueda, no puede generar una fuerza paralela a la superficie, sino solo una fuerza perpendicular a ella.

### **APOYO DE PASADOR**

Según Mott (1996) un ejemplo de pasador, es una bisagra que puede resistir fuerzas en dos direcciones pero que permite rotación con respecto al eje de su pasador. Este sistema produce un apoyo adecuado al mismo tiempo que deja que la viga se flexione. Cualquier fuerza horizontal la resistiría la junta del pasador. Tal como menciona Bedford (2008) lo que permite unir el pasador con el cuerpo soportado, se denomina ménsula. Para entender las reacciones que puede generar un pasador resulta útil imaginar la sujeción de una barra unida a un apoyo de pasador, si se trata de mover la barra sin hacerla girar (es decir, trasladar la barra), el apoyo ejerce una fuerza reactiva que lo impide, sin embargo se puede hacer girar la barra alrededor del eje del pasador. El apoyo no puede generar un par respecto al eje del pasador para impedir el giro, así un pasador no puede generar un par respecto al eje del pasador, pero si puede ejercer una fuerza sobre cualquier cuerpo en cualquier dirección. Existen muchos dispositivos comunes, que tiene pasadores, diseñados para permitir que partes conectadas giren una respecto a la otra.

### **APOYO FIJO O EMPOTRADO**

Según (Mott 1996.p.189):

Un apoyo fijo es el que se mantiene sujeto con firmeza de tal manera que resiste fuerzas en cualquier dirección y también impide la rotación de la viga en el apoyo.

Una manera de crear un apoyo fijo es producir una cavidad de ajuste apretado en una estructura rígida en la que se inserta el extremo de la viga. El apoyo fijo resiste momentos lo mismo que fuerzas porque impide la rotación.

Tal como Bedford (2008) este apoyo genera una fuerza reactiva que impide el movimiento, puede generar dos componentes de fuerzas y un par. La unión de partes conectadas que no pueden moverse una con respecto a la otra, como la cabeza y el mango del martillo, pueden considerarse apoyos fijos.

## **ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

De acuerdo a lo que establece Castro (2012), Son elementos que están relacionados entre sí para soportar cargas, además cada parte debe ser analizada, considerando los esfuerzos internos y externos, para determinar las posibles deformaciones en cada punto.

## **VIGA**

Según Parker (2000), una viga es un elemento estructural que descansa sobre apoyos, situados por lo general en sus extremos, y que soporta cargas transversales. Las cargas ejercidas tienden a flexionar la viga, las fuerzas que tiene que resistir una viga son las cargas verticales dirigidas hacia abajo y las fuerzas ascendentes de apoyo, a las que se llama reacciones. Tipos de vigas:

- Viga simple descansa sobre un apoyo en cada extremo y los extremos de la viga tienen libertad de giro
- Una viga en voladizo sobresale de su apoyo, una viga empotrada
- Una viga con dos puntos de apoyo y un voladizo
- Viga continua es la que está soportando por más de dos apoyos

- Viga empotrada en uno o dos extremos

## **COLUMNA**

Según Beer (1962) una columna es un elemento prismático que soporta cargas axiales, donde dichas cargas pueden llegar a pandear la columna. Tal como menciona Mott (2012) la columna se define como un miembro esbelto relativamente largo cargado a compresión. La medida de la esbeltez de una columna ha de tener en cuenta la longitud, el perfil de la sección transversal y las dimensiones de la columna, y la manera de sujetar los extremos de la columna en las estructuras que generan las cargas y las reacciones en la columna.



Figura 10.3 Columna pandeada.

(Beer, Mecánica de materiales, 2009)

## **PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES**

Según Mott (2012) la forma en que las fuerzas y momentos externos afectan los esfuerzos que se desarrollan en el material de un miembro que soporta carga. Sin embargo el diseñador necesita saber cuántas deformaciones y cuantos esfuerzos puede resistir el material de manera segura, por lo tanto las propiedades deben comprenderse, y su comprensión es de gran importancia para el proceso de diseño, es de mayor importancia saber la forma en que se comportan los materiales al

soportar cargas. Tal como menciona Domínguez (2008) las propiedades mecánicas determinan el comportamiento de un material cuando es sometido a esfuerzos, todas sus propiedades son diferentes resistencias que ofrece un material. De acuerdo a Sánchez (2009) la resistencia es el estado en el cual el material alcanza su esfuerzo máximo, si sobrepasa su esfuerzo máximo, se deformara.

## **RESILIENCIA**

Según Sánchez (2009) la resiliencia es la capacidad de un material de absorber energía elástica, cuando un material posee gran resiliencia, es capaz de comportarse con gran elasticidad antes de pasar a la zona plástica, donde su deformación será permanente.

## **TENACIDAD**

Según Sánchez (2009) es la capacidad de un material de absorber energía tanto del estado elástico como del estado plástico. Por lo que un material tenaz es capaz de absorber demasiada energía tanto elástica como plástica hasta llegar a la fractura. De acuerdo a Domínguez (2008) es la propiedad que posee un material de oponerse a la rotura y a la deformación, los materiales tenaces resisten esfuerzos de deformación, antes de romperse.

## **DUREZA**

Según Sánchez (2009) es la resistencia de un material de ser penetrado (deformación plástica permanente) o rayado, la dureza se expresa como energía de impacto. De acuerdo a Domínguez (2008) es la oposición de un cuerpo a ser deformado, penetrado o rayado por otros. La dureza de un material indica su resistencia al desgaste, la facilidad de mecanizarlo y la facilidad de conformación.

## **15.2. GUIAS**

Anexo 1 (prueba diagnóstica)

Nombre \_\_\_\_\_ fecha \_\_\_\_\_

- 1) Escribir la definición del concepto de fuerza
  
- 2) Dibujar un ejemplo de fuerza



- 3) Escribir las características de una fuerza
- 4) Escribir la definición del concepto de esfuerzo
- 5) Escribir la definición del concepto de carga
- 6) Dibujar un ejemplo de carga
- 7) Escribir la definición del concepto de estructura
- 8) Dibujar un ejemplo de estructura

**Anexo 2 (guía 1):**

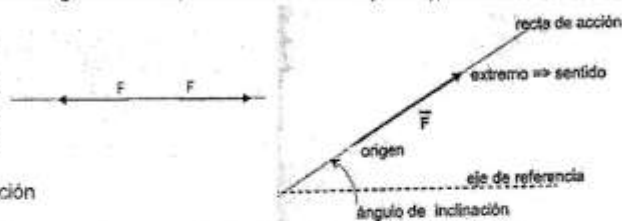
Nombre \_\_\_\_\_ curso \_\_\_\_\_ fecha \_\_\_\_\_

- 1) Fuerza: es toda acción, que se ejerce de un cuerpo sobre otro, por contacto real o a distancia, para modificar el estado de movimiento de un cuerpo, si el cuerpo estaba en reposo se generara movimiento, y si está en movimiento cambiara su estado de movimiento
  - De acuerdo a esta definición, dibujar dos ejemplos:

- 2) Las fuerzas se pueden representar gráficamente, mediante un vector (flecha), indicando un sentido, dirección y magnitud:



Unidad de fuerza= Newton  
Fuerza= masa (kg) x aceleración



- 3) cuando no ocurre movimiento se produce un estado denominado equilibrio estático, para que exista equilibrio es necesario tener un sistema balanceado de fuerzas. Cuando una fuerza está en acción sobre un cuerpo y no produce movimiento del mismo, se dice que dicho cuerpo está en equilibrio
  - de acuerdo a este enunciado, dibujar 3 ejemplos de equilibrio estático, utilizando las fichas, escribiendo el sentido y magnitud de la fuerza, especificando cual es la fuerza activa (carga) y fuerza reactiva (reacciones)

#### Leyes de Newton:

- 1) Todo objeto continúa en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, a menos que sea obligado a cambiar ese estado por fuerzas que actúen sobre él.
- 2) La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él, tiene la dirección de la fuerza neta y es inversamente proporcional a la masa del objeto ( $f=ma$ )
- 3) Siempre que un objeto ejerce una fuerza sobre un segundo objeto, el segundo objeto ejerce una fuerza de igual magnitud y dirección opuesta sobre el primero.

#### Anexo 3 (segunda guía):

Nombre \_\_\_\_\_ curso \_\_\_\_\_ fecha \_\_\_\_\_

Fuerzas internas: es cuando un cuerpo está sometido a una fuerza por otra parte del mismo cuerpo

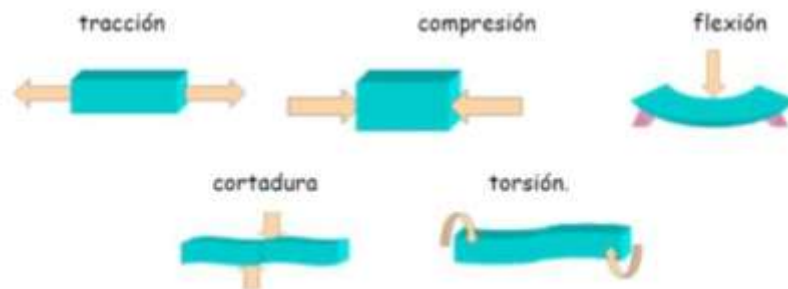
Fuerzas externas: es cuando un objeto ejerce una fuerza sobre otro cuerpo

- 1) De acuerdo a las imágenes que aparecen, escribir que fuerza está actuando en el cuerpo (fuerza interna y fuerza externa)



- 2) Utilizando las fichas construir un soporte para sostener 5 cuadernos, dibujarlo y especificar qué tipo de fuerzas interactúan en el (internas y externas)

- 3) Dibujar un ejemplo de cada tipo de esfuerzo

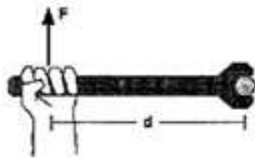


## Anexo 4 (tercera guía):

Nombre \_\_\_\_\_ curso \_\_\_\_\_ fecha \_\_\_\_\_

- 1) Un momento es la tendencia de una fuerza a producir rotación, alrededor de un punto o un eje dado. Dibujar otro ejemplo.

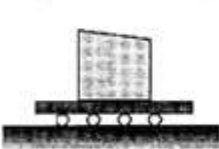
Ejemplo:



- 2) La magnitud del momento de una fuerza con respecto a un punto o eje dado, es la magnitud de la fuerza, multiplicada por la distancia perpendicular entre la línea de acción de la fuerza y el punto o eje dado
- Realizar y dibujar un ejemplo de momento, con las fichas, luego varié la distancia y la fuerza, y escriba que pasa en cada caso:

- 3) Vínculo o apoyo : es un dispositivo capaz de imponer al sistema condiciones de vínculo

Tipos de vínculos:



Móvil



pasador



fijo (empotramiento)

- 4) Dibujar un ejemplo de cada tipo de vínculo

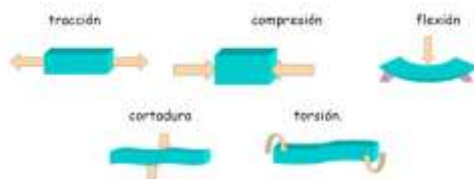
- 5) Escoger un tipo de vínculo, realizarlo y dibujarlo utilizando las fichas, graficar las fuerzas que actúan en el

## Anexo 5 (cuarta guía):

Nombre \_\_\_\_\_ curso \_\_\_\_\_ fecha \_\_\_\_\_

- **Estructura:** es un conjunto de elementos resistentes convenientemente dispuesto y relacionados, que interaccionan entre si con el objetivo de soportar cargas.
  - **Cargas:** son elementos que afectan a la estructura, tienden a mover ya deformar ciertas partes de la estructura
- 1) Realizar y dibujar una estructura que soporte una maleta, empleando las fichas, representando las fuerzas que interactúan y especificar sus cargas
  - 2)

- **Esfuerzo:** es la resistencia interna que ofrece un área unitaria del material del cual está hecho un miembro para una carga aplicada



- 3) De acuerdo al experimento realizado en clase llenar las siguientes tablas :

Área	Fuerza aplicada	deformación	Área	Fuerza aplicada	deformación

**Bloque1**

¿Cuál es el bloque más resistente?

**Anexo 6 (quinta guía):**

Nombre \_\_\_\_\_ curso \_\_\_\_\_ fecha \_\_\_\_\_

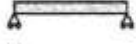


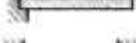

- 1) Carga concentrada: su acción se establece en un punto
- 2) Carga linealmente distribuida: se distribuye a lo largo de la longitud del elemento



- Utilizando las fichas, elaborar y dibujar una estructura, representando su carga como una carga concentrada y una carga distribuida linealmente

- 3) Viga: es un elemento estructural que descansa sobre apoyos, situados por lo general en sus extremos y que soportan cargas transversales

- con las fichas realizar y dibujar un ejemplo de cada viga, colocando una carga en cada ejemplo y presentar gráficamente las fuerzas (flechas), especificando sus reacciones (apoyos) y momentos (fxd)

- Apoyada o doblemente apoyada 
- Apoyada y empotrada 
- En voladizo 
- Empotrada o doblemente empotrada 
- Con múltiples apoyos 

- 4) Columna: es un elemento relativamente largo, cargado a compresión



- Utilizando las fichas elaborar y dibujar una columna que soporte 5 cuadernos, con una altura mínima de 30 cm, especificar en qué sentido se puede tender a deformar la columna

- Utilizando el modelo

Nombre \_\_\_\_\_ curso \_\_\_\_\_ fecha \_\_\_\_\_

- Utilizando el modelo

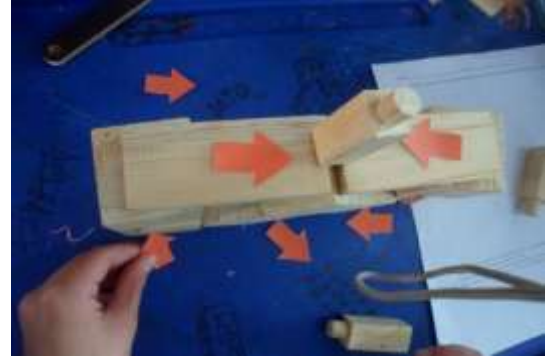
- 1) Dibujar las fuerzas que están actuando en él y escribir la definición de fuerza
- 2) Mueva alguno de los dos bloques y escriba a qué tipo de esfuerzo está sometido cada resorte, y escriba la definición de esfuerzo
- 3) Identifique las cargas del modelo y explique porque son cargas
- 4) ¿este modelo es una estructura? (justificar su respuesta)

## 15.2 ANEXOS DE FOTOGRAFIAS

**Anexo 1. (Evidencias de las actividades desarrolladas en la primera guía):**



**Anexo 2. (Evidencias de las actividades desarrolladas en la primera guía):**



**Anexo 3. (Evidencias de las actividades desarrolladas en la segunda guía):**



**Anexo 4. (Evidencias de las actividades desarrolladas en la segunda guía):**





**Anexo 5. (Evidencias de las actividades desarrolladas en la segunda guía):**



**Anexo 6. (Evidencias de las actividades desarrolladas en la cuarta guía):**



**Anexo 7. (Evidencias de las actividades desarrolladas en la cuarta guía):**



**Anexo 8. (Evidencias de las actividades desarrolladas en la cuarta guía):**



**Anexo 9. (Evidencias de las actividades desarrolladas en la quinta guía):**



**Anexo 10. (Evidencias de las actividades desarrolladas en la cuarta guía):**

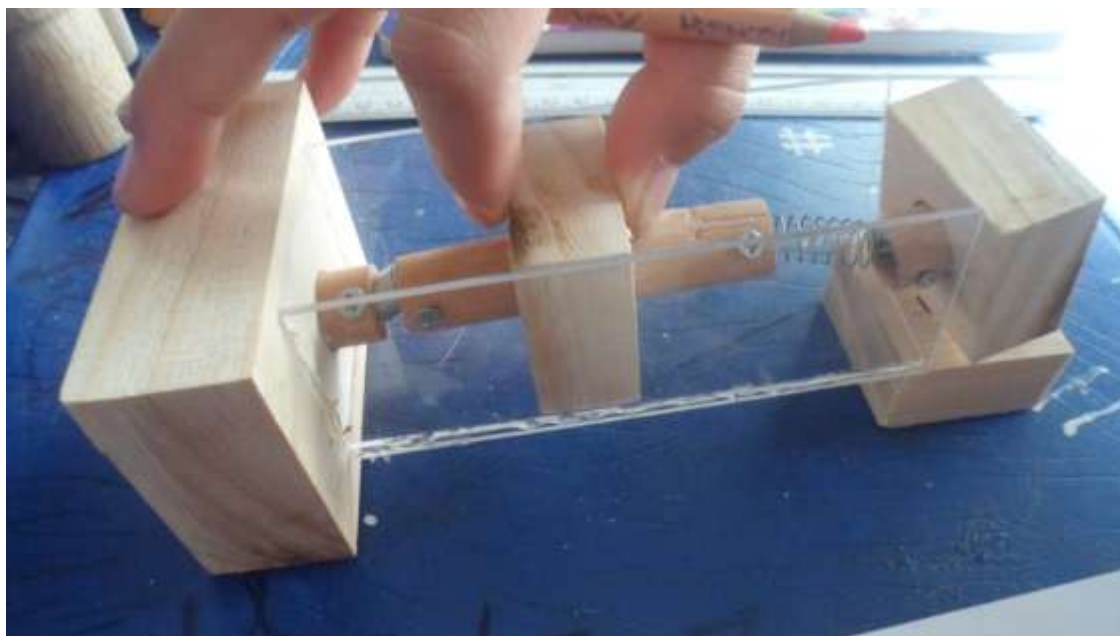


**Anexo 11. (Evidencias de las actividades desarrolladas en la cuarta guía):**



**Anexo 12. (Modelo utilizado para el análisis en la prueba final)**





**Anexo 13. (Modelo utilizado para el análisis en la prueba final)**



---

<sup>i</sup> En 1991 el MEN, inicio el proceso de replanteamiento del área de tecnología en algunas instituciones del país. Por otra parte, la ley 115 de 1994 al establecer el área de Tecnología e Informática como fundamental y obligatoria en todos los grados de educación formal proporciona un espacio clave para implementar la educación en Tecnología en Colombia)

<sup>ii</sup> Según Bourdieu (2009), campo se define como una red o configuración de relaciones objetivas entre posiciones, el cual sus nociones constituyen el núcleo teórico y metodológico de su fecunda obra y responden a su deseo de contribuir a una mentalidad científica nueva en las ciencias sociales, sensibles a teorías, que se construyen con objetos empíricos, siempre nuevos y generadores de prácticas científicas epistemológicamente controladas)

<sup>iii</sup> En el caso del currículo de la licenciatura en Diseño Tecnológico de la Universidad Pedagógica Nacional, los conceptos de “forma”, “función” y “estructura” se enseñan a lo largo de espacios académicos relacionados con “diseño tecnológico”, “expresión gráfica” y “modelado en 3D”.

<sup>iv</sup> En Biología, por ejemplo, la actividad de representar el sistema óseo del cuerpo humano, o en Artes Escénicas, la realización de un escenario para una representación teatral. Los dos ejemplos anteriores, requieren la “solución material” a un problema establecido, es decir, en el primer ejemplo, la construcción de un esqueleto, y en el segundo la construcción de una escenografía, ambos, deben manejar los conceptos de material, de resistencia, de cargas, de esfuerzo, elementos estructurales, entre otros, que se relacionan con la perspectiva del diseño.

<sup>v</sup> A partir de las propiedades estructurales, se puede determinar las características particulares y las condiciones del trabajo de educación que se propone, por ejemplo, construir un puente con armotodo y determinar la capacidad de dicho puente. De igual manera Gómez, Silva, Álvarez y Martín (1997), trabajan el concepto de estructura y la importancia de su abordaje; para ellos la estructura es un conjunto de elementos simples dispuestos de forma tal que permitan soportar, sin romperse, otras partes del sistema o mecanismo.

<sup>vi</sup> Listado de otras referencias sobre modelos mentales

- Los modelos mentales y las reglas de inferencia en la solución de silogismos aristotélicos, elaborado por Ricardo Arturo Lugo Larrota (2008), Universidad Pedagógica Nacional, Maestría en Tecnologías de la Información aplicadas a la educación. En este trabajo se desarrolló un software para la representación de modelos mentales de la premisas del silogismo expresados en diagramas de Euler, en este trabajo se obtienen resultados que superan a los planteados por Johnson Laird, el cual es uno de los primeros autores en plantear el concepto de “Modelo Mental”. El grupo de prueba aprendió a resolver silogismos categóricos con base en modelos mentales. El aporte de este trabajo es demostrar la importancia del modelo mental, en la solución de problemas, debido a que el modelo mental, es el determinante de la forma de actuar y pensar.
- La construcción de modelos mentales sobre las reacciones químicas inorgánicas: una visión de la enseñanza para la comprensión, elaborado por Emiro de Jesús Espitia Rincón y Eliana Carolina López Rodríguez (2012), Universidad Pedagógica Nacional, Licenciatura en química. En esta investigación se establecen relación entre el modelo pedagógico de Enseñanza para la Comprensión y la teoría de Modelos Mentales propuesta por Johnson Laird, centrada en los niveles de representación, macroscópica y microscópica sobre reacciones químicas inorgánicas, a partir d una propuesta experimental desarrollada en la institución Educativa Distrital Leonardo Posada Pedraza, en este trabajo se examinan los modelos mentales iniciales sobre reacciones químicas inorgánicas y se propone una estructura curricular utilizando herramientas planteadas por el modelo pedagógico, obteniendo resultados de la estructuración y reestructuración de los modelos mentales. Cabe resaltar que este trabajo aporte conocimiento en cuanto una metodología que se puede emplear para lograr el cambio de un modelo mental, presentado de acuerdo a una serie de herramientas pedagógicas plantadas para lograr su reestructuración.
- Del modelo del Flogisto al modelo de oxidación, elaborado por Rafael Yesid Amador Rodríguez, universidad pedagógica nacional. Maestría en química. Este trabajo de investigación propone una estrategia didáctica para la determinación de modelos mentales a partir del concepto de combustión, en la cual se modificaron los modelos mentales explicativos de los estudiantes. Este trabajo aporta evidencias que permiten

---

demostrar la importancia el modelo mental, en el proceso de aprendizaje para explicar y entender un concepto, y cual puede modificarse mediante una estrategia didáctica.

- La construcción de modelos mentales acerca de la cinética de la química, elaborado por Juan Fernando Najar Ruiz (2009), Universidad Pedagógica Nacional, Licenciatura en química. En este trabajo se caracterizan los modelos mentales elaborados por los estudiantes respecto a consideraciones básicas de la cinética química, teniendo en cuenta sus representaciones mentales, para explicar los fenómenos con los cuales se relacionan, se lleva a cabo una caracterización de los modelos mentales iniciales respecto a las consideraciones básicas de velocidad de reacción y los factores que afectan. Posteriormente se realizan direccionamientos que permiten al estudiante completar o reelaborar su modelo mental, el aporte que este trabajo a la presente investigación, es la información que permite entender los proceso de elaboración de modelos mentales, y que es posible reelaborarlos o complementarlos, mediante una estrategia de aprendizaje.

Conocimiento previo, modelos mentales y resolución de problemas. Un estudio con alumnos de bachillerato, elaborado por Joan Josep Solaz Portoles (2008), Universidad de Valencia departamento didáctica Ciencias experimentales, en este trabajo de investigación, se llevó a cabo un experimento, para poner a prueba la teoría de Modelos Mentales de Johnson Laird, los experimentos se realizaron con estudiantes de bachillerato, en la Universidad de Valencia (España), midiendo el conocimiento conceptual, con respecto al tema modelos atómicos, empleando como herramientas los mapas conceptuales, entiendo la importancia del modelo conceptual, para resolver problemas, se debe tener en cuenta el conocimiento previo en cuanto a un concepto, para fortalecer ese modelo mental con respecto al concepto. El aporte de este trabajo es la información que permite reflexionar sobre la importancia de asumir que el estudiante posee un modelo mental inicial, el cual puede estar incompleto o contiene información errónea, a pesar de esto es importante, para el proceso de aprendizaje, esto permite conocer los puntos de partida del estudiante frente a un concepto, para formular estrategias que permitan complementar el modelo mental del estudiante.

El modelo mental en acción de los maestros con respecto al aprendizaje, elaborado por Gadi Rauner (2002), Levinsky College of Education (Israel). El objetivo de esta investigación fue el de identificar el modelo mental en acción y que está relacionado con la concepción pedagógica intuitiva que tienen los maestros sobre el aprendizaje, con el fin de determinar si existe un modelo mental en común a la población de maestros investigada y para ver las diferencias entre los maestros. En los resultados se encontró que la concepción de enseñanza de los maestros, está ubicada en una categoría que se conoce como, “tradicional”, es decir solo se basan en la transmisión de información. Este trabajo realiza aportes en cuanto a la importancia de reflexionar, sobre nuestro propio modelo mental, debido a que el modelo mental es inconsciente y es el que determina la forma de pensar y actuar del ser humano. Y como el modelo mental puede influir en los procesos de enseñanza y aprendizaje en los involucrados en el acto educativo, tanto el profesor como el estudiante.

- Modelos Mentales, Modelos Conceptuales y Modelización, elaborado por Lleana María Greca y Marco Antonio Moreira (1998), Instituto de Fisica UFRGS (Porto Alegre). Este trabajo se desarrolla para demostrar que los alumnos para comprender el mundo que los rodea y sus fenómenos, construyen representaciones internas, denominadas modelos mentales, estos modelos son incompletos. Los fenómenos son explicados, por modelos conceptuales, los cuales son objetivos y son elaborados por una comunidad científica, el proceso de formar un modelo mental, partir de la información que se recibe de un modelo conceptual, se denomina “modelización”. Este trabajo permite aportes en cuanto los conceptos de modelos mentales y conceptuales y su relación en la adquisición de conceptos en el proceso de aprendizaje (modelización) por parte de los estudiantes, en el cual concluyen en que es importante desarrollar herramientas didácticas que permitan el proceso de modelización.
- Modelos Mentales y el Aprendizaje de Física en Electricidad y Magnetismo, elaborado por Greca y Moreira (1998), Instituto de Fisica UFRGS (Porto Alegre), el objetivo de esta investigación fue intentar detectar los modelos mentales, que los alumnos empleaban al resolver problemas y cuestiones teóricas, sobre el concepto de campo magnético. En este estudio se analiza la importancia de los modelos mentales, en relación a la enseñanza de la física, debido a las experiencias que pueden tener, para aprender el concepto de campo magnético. Este trabajo aporta información en la cual se demuestra que las concepciones de los estudiantes, no son concepciones erróneas ni ilógicas, simplemente son modelos necesarios para explicar y entender, distintos fenómenos de la realidad, esos modelos son generados, por su contexto, por el mundo que los rodea, aunque si se ve la necesidad de plantear estrategias de aprendizaje que permitan relacionar el modelo conceptual, con las experiencias de entorno o contexto del estudiante.
- Contrato didáctico, modelos mentales y modelos intuitivos en la resolución de problemas escolares típicos, elaborado por Bruno Amore y Berta Martini (2007). En este trabajo se estudia la influencia y el papel de una cláusula de contrato didáctico, así como la influencia y el papel del modelo mental en las operaciones de resolución de problemas escolares, en el cual se emplea un problema de Schoenfeld, sobre

---

una cantidad de soldados, que debe transportar un bus, sin embargo en este trabajo demuestra, que solo el 70% de los estudiantes a los cuales se les aplico la prueba, respondieron correctamente, el porcentaje restante, resolvió el problema, utilizando información que poco o nada se relaciona con la realidad. Este trabajo aporta información la cual demuestra, la importancia de la relación coherente, que debe existir entre el modelo mental del estudiante y la realidad, que representa el modelo mental del estudiante, el cual le permitirá interactuar y comprender la realidad en pro de resolver y analizar distintas situaciones problemas a las cuales se puede ver involucrado en su contexto.