



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ENSEÑANZA POR MEDIO DE
PROYECTOS APLICADA AL DISEÑO
MECÁNICO.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

P R E S E N T A

IVAN ROMO PEREA



Director de tesis: Dr. Alejandro C. Ramírez Reivich.

CIUDAD UNIVERSITARIA
MÉXICO, D.F. NOVIEMBRE DE 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Para lograr la realización de esta tesis, fue necesaria la ayuda de muchas personas a las cuales quiero agradecer.

Mi agradecimiento a Dios, por darme la vida y guiar mis pasos, por poner en mi camino a personas maravillosas y por las grandes bendiciones que recibo día con día.

Mi agradecimiento a mis padres, Eliseo y Olga, por todo lo que me han enseñado para salir adelante en la vida y por el carácter que han formado en mi personalidad.

Mi agradecimiento a mi asesor, Alejandro, una persona admirable por su inteligencia y sus conocimientos a quien le debo la realización de este trabajo de Tesis.

Mi agradecimiento a mi amigo Gustavo, por haberme brindado su amistad, por todos sus valiosos consejos, por toda esa ayuda incondicional y por demostrar siempre interés en mi persona.

Mi agradecimiento a mi amigo Carlos, por su compañía, por todos los buenos momentos y risas compartidas y por todas aquellas pláticas que nos hicieron ser hombres concientes de nuestros caminos.

Mi agradecimiento a mis hermanos Lucero y Yonatan, por todo el cariño y afecto recibido y por la confianza depositada en mi persona.

Mi agradecimiento a mi familia, por brindarme su apoyo y confianza, y por creer siempre en la persona que represento.

Mi agradecimiento a esta gran institución, Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme sus puertas educativas y por permitirme formar parte de la nombrada orgullosamente, la Máxima Casa de Estudios.

Mi tesis la dedicó con todo mi amor y cariño.

**A DIOS que me ha
dado la oportunidad de vivir y ha guiado mis pasos
en la vida...**

ÍNDICE.

Introducción	1
Capítulo 1. Objetivos	3
Capítulo 2. Antecedentes. LA ENSEÑANZA Y SUS TEORÍAS	5
2.1) Conductismo	5
2.2) Cognitivismo	5
Capítulo 3. MÉTODO DE PROYECTOS	7
3.1) Constructivismo	8
3.2) Método de proyectos	10
Capítulo 4. PROYECTO CARRO TRANSPORTADOR DE VASOS DE AGUA	17
4.1) Ejercicio didáctico	18
4.2) Ejemplo de la elaboración del carro	18
Capítulo 5. PROYECTO REPERTORIO DE TECNOLOGÍA	27
5.1) Ejercicio didáctico	28
Capítulo 6. ESTUDIO DE DISEÑO COMPARATIVO DE CORRECTORES DE CINTA	42
6.1) Habilidades que se pueden adquirir con la realización del ejercicio	43
6.2) Metodología de trabajo	43
6.3) Producto estudiado	45
6.4) Desarrollo del caso de estudio	46
6.5) Herramienta de apoyo. Página web	58

Índice.....	v
Capítulo 7. PROYECTO GENERAL.....	69
7.1) Diseño de un vehículo transportador de material para tratamiento térmico	71
7.2) Experiencias.....	82
Capítulo 8. CONCLUSIONES.....	87
Bibliografía.....	89
Anexo 1.....	93
Anexo 2.....	97

INTRODUCCIÓN.

La enseñanza a lo largo del tiempo ha logrado cambios significativos, los cuales siempre han considerado que los alumnos logren obtener un mayor aprendizaje de lo que normalmente se consigue en los cursos tradicionales. El método de proyectos logra una amplia visión en los estudiantes por el hecho de que el alumno aprende por su propia convicción, investigando, planeando, estructurando, visualizando y además en los casos donde se requiere interviniendo la experiencia oportuna del profesor.

Esta tesis consigue mostrar una metodología de enseñanza a través de distintos proyectos didácticos, con los cuales existe adquisición de habilidades importantes, para facilitar el aprendizaje del alumno de Diseño Mecánico. La estructura de esta tesis es la siguiente:

El capítulo 3, muestra la forma en que ha cambiado el rumbo de la enseñanza y el aprendizaje en el mundo, se definen los aspectos importantes entre las corrientes de la educación en sus dos primeras etapas, las cuales son: Conductismo y Cognitivismo.

El capítulo 4, explica el Constructivismo una teoría que representa un cambio significativo en la enseñanza, dentro de la cual se encuentra el método de proyectos, que implica una forma distinta de llevar a cabo la presentación de una clase mediante el desarrollo de proyectos.

El capítulo 5, se refiere a la realización del proyecto carro transportador de vasos de agua el cual pretende introducir a los estudiantes al ámbito de diseñar.

El capítulo 6, describe el procedimiento para llevar a cabo la elaboración de un proyecto de nombre identificación de elementos de máquinas, el

cual permite a los estudiantes identificar de forma sencilla distintos dispositivos de máquinas y visualizar los distintos tipos de fallas que los pueden afectar.

El capítulo 7, describe el proyecto estudio de diseño comparativo de un producto donde se logra la evaluación de las distintas características que identifican los criterios utilizados en su creación. También se muestra una herramienta de nombre página web, la cual ha sido elaborada con la intención de ayudar al estudiante en la búsqueda de información referente al desarrollo de su proyecto de clase.

El capítulo 8 presenta un proyecto utilizado para alumnos de diseño de elementos de máquinas que puede utilizarse como proyecto general.

También se muestra una serie de estadísticas, identificadas en dos grupos de la materia de diseño de elementos de máquinas, en los cuales se ha revisado sus trabajos finales para identificar la utilización de las habilidades y conocimientos adquiridos con la realización de los proyectos expuestos en la tesis.

Capítulo 1

OBJETIVOS.

El objetivo principal de este trabajo, es el crear una metodología que permita la asimilación de conocimiento y habilidades en los alumnos, con la utilización del método de proyectos.

Los objetivos para cada uno de los proyectos a realizar son:

Objetivo del proyecto carro transportador de vasos de agua.

El proyecto tiene como objetivo que los alumnos aprendan a enfrentar problemas y dar solución sin que para este momento dominen o conozcan metodologías de diseño.

Objetivo del proyecto repertorio de tecnología.

El objetivo esencial es mostrar un ejercicio didáctico de tipo “visual”, en el que los estudiantes puedan identificar físicamente diversos elementos, los cuales posteriormente diseñará o seleccionará para la aplicación que necesite.

Objetivo de proyecto estudio de diseño comparativo.

El Estudio de Diseño Comparativo tiene como objeto identificar guías y tendencias de diseño en un corrector de cinta, de tal forma que pueda servir como ejemplo de una metodología de diseño a alumnos en la elaboración de su propio proyecto.

Objetivo de la página web.

El objetivo es lograr establecer una comunicación entre el alumno y el profesor, para facilitar la aplicación del método de proyectos en la materia de diseño de elementos de máquinas.

Objetivo del proyecto general.

El objetivo es mostrar un proyecto que involucre una mayor de cantidad de habilidades para una materia de diseño de elementos de máquinas.

Capítulo 2. Antecedentes.

LA ENSEÑANZA Y SUS TEORÍAS.

Durante el transcurso del tiempo la historia de la enseñanza ha cambiado de manera significativa, clasificándose en tres corrientes llamadas Conductismo, Cognitivismo y Constructivismo.

2.1) Conductismo.

Durante un largo período y hasta la década de los 50's aproximadamente, se utilizó esta teoría, en la cual la enseñanza se limita a lo que el profesor puede aportar, es decir, de forma expositiva. Los hechos o fenómenos son presentados a los estudiantes sin explicar prácticamente sus causas u orígenes, Pérez y López [2].

2.2) Cognitivismo.

El cognitivismo surge ante la inquietud que existe en contra del conductismo, siendo en la actualidad la teoría más utilizada en las Universidades. En esta corriente la enseñanza se desarrolla de igual forma expositiva, en la cual el profesor explica los hechos y fenómenos, pero ahora tratando de mostrar sus causas y orígenes. Se enfatiza totalmente en la recepción, aprendizaje y resolución de problemas, lo cual no completa las expectativas de una educación integral, Ruiz, Magallón y Muñoz [3].

2.2.1) El método de enseñanza expositivo.

El uso del método de enseñanza expositivo tiene ciertas ventajas, como son su eficacia para asegurar un orden y disciplina, es económico puesto que las clases se pueden preparar rápidamente e impartirse a un gran número de alumnos, sin embargo esto no significa que sea un buen método. Predominan mayoritariamente sus grandes deficiencias, por lo

cual es criticado en la actualidad, en principio se basa completamente en los conocimientos del profesor quien simplemente cumple con la exposición de los temas esperando una correcta asimilación por parte de los alumnos.

Por otro lado, las clases se ocupan casi en su totalidad en el tiempo que el profesor necesita para explicar, convirtiéndose en sesiones aburridas, con muy poca participación de los alumnos, generalmente de uno o dos de ellos y además, con el transcurso de las clases se provoca una sensación de no haber entendido todo por completo y en el peor de los casos, deserción por parte de los estudiantes.

Los alumnos adquieren un comportamiento en el cual no pueden realizar o buscar conocimiento por su propia cuenta por el hecho de que todos los problemas que se estudian, son soluciones que el profesor explica y que básicamente es lo que aprenden, más no a resolverlos, porque ellos nunca han tenido lugar en estos. Esto quiere decir que no existe un entendimiento claro, ocasionando como consecuencia estudiantes que simplemente siguen recetas.

Partiendo de lo mencionado el método de enseñanza expositivo sufre grandes carencias, que no logran un aprendizaje significativo en las personas que están dentro, por lo cual es un método demasiado criticado en la actualidad.

En el siguiente capítulo se explicará de manera extensa el concepto de Constructivismo.

Capítulo 3. MÉTODO DE PROYECTOS.

El método de proyectos pertenece a la teoría constructivista, con el cual se puede llevar a cabo la presentación de un curso de diseño. Por otra parte se presenta una serie de habilidades propuestas por el profesor French [39], y por el director de la tesis, para que sean adquiridas por los alumnos, las cuales pueden ser asimiladas de una forma más simple utilizando este método. La figura (3.1), representa la etapa 1, que considera la forma como se presenta la enseñanza a los estudiantes.

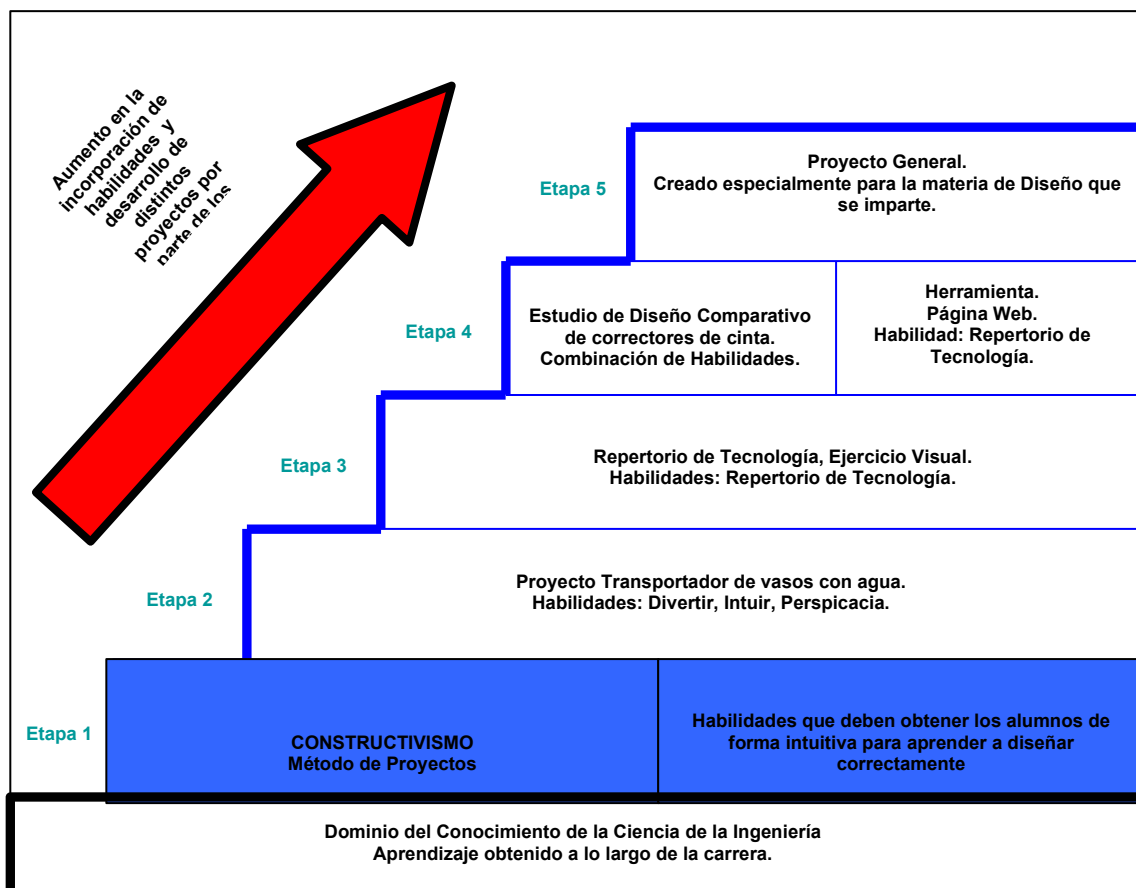


Figura (3.1). Etapas del proceso de enseñanza por el método de proyectos. Etapa 1.

En lo correspondiente a la parte de dominio del conocimiento de la ciencia de la ingeniería, se considera que es una habilidad indispensable en los alumnos, sin embargo esta tesis no la considera por el motivo de que esta es adquirida en el transcurso de la carrera con cada una de las materias que integran la carrera.

A continuación se explica el constructivismo, el método de proyectos y se dan a conocer las habilidades necesarias para los alumnos de Diseño.

3.1) Constructivismo.

El constructivismo es una corriente pedagógica que requiere de cambios en los comportamientos acostumbrados en el profesor y los alumnos, en la cual el profesor cambia su rol de expositor a un tutor, incitando a los estudiantes de manera orientada a aprender, es decir, el alumno construye su conocimiento, figura (3.2). El alumno en cambio se deberá adaptar a este método de aprendizaje responsablemente, por la libertad que tiene para tomar decisiones.

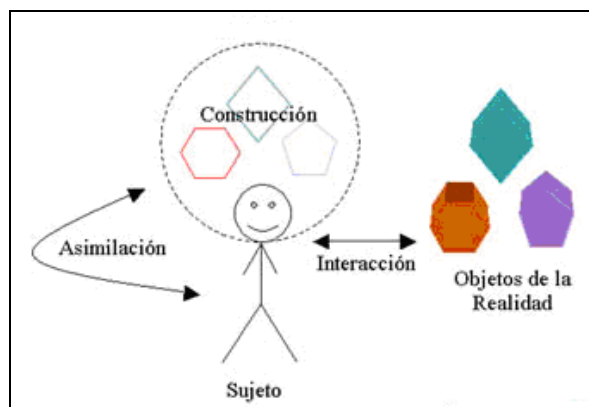


Figura (3.2). Constructivismo.

El constructivismo es utilizado en la actualidad en diversas universidades logrando resultados muy favorables, debido a que los alumnos desarrollan habilidades investigadoras y creativas, y su aprendizaje es mayor que cuando se utiliza otra teoría de la educación. En la tabla (3.1), se muestran ejemplos prácticos ilustrativos del comportamiento de los profesores mediante el enfoque de las tres teorías mencionadas.

	Conductismo	Cognitivismo	Constructivismo
Contexto	Toma en cuenta su propio saber y su experiencia.	Se basa en el procesamiento de la información.	Crea contextos favorables para el aprendizaje. Toma en cuenta el contexto de los estudiantes.
Accionar en el aula	Controla la presentación general del contenido.	Facilita la inferencia de reglas, patrones y generalizaciones. Ayuda a resolver problemas	Promueve el trabajo grupal. Trabaja sobre la realidad de los estudiantes.
Procesos de aprendizaje	Favorece procesos de enseñanza mecánicos y memorísticos. Modela la ejercitación.	Trata a los estudiantes como seres pensantes, los enfrenta a problemas.	Es mediador de procesos educativos. Promueve el análisis. El aprendizaje se construye en base a las experiencias de las personas.
Resultados	Exige precisión en los resultados.	Trabaja en el procesamiento de la información.	Respeto el resultado que generan los estudiantes y promueve análisis a partir de ellos. Incentiva el aprendizaje significativo. Estimula el aprendizaje sobre las experiencias del estudiante, y toma en cuenta sus conocimientos previos.
¿Cómo trata sus propios errores?	No acepta sus propios errores, discute hasta imponerse, si alguien le hace notar algún error.	Trata de argumentar, siempre busca justificaciones bien razonadas.	Acepta sus errores y además busca como solucionarlos. Trabaja sobre ellos.
¿Cómo trabaja el error de los estudiantes?	Con el castigo.	Pide mayor lectura, información análisis.	Función bajo la lógica del error constructivo. A partir de este se construye un nuevo aprendizaje.
¿Cómo responde a las dudas de los estudiantes?	Es poco tolerante, las toma como agresiones. Generalmente responde agresivamente y haciendo gala de su conocimiento.	Responde técnicamente con construcciones muy elaboradas. Tiene tendencia a dominar la información.	Aprovecha las dudas para generar discusión en el grupo, esta atento para captarlas y usarlas.

Tabla (3.1). Características de los docentes desde las diferentes teorías del aprendizaje, fuente Chadwick, B.C. Teorías del aprendizaje para el docente.

Dentro del constructivismo se han desarrollado diversas teorías para el aprendizaje, una de ellas es el método de proyectos, una teoría que permite su aplicación en ingeniería y la cual conforma el desarrollo de esta tesis, a continuación se describe el método.

3.2) Método de proyectos.

3.2.1) Historia.

En su primera etapa, el método de proyectos toma la forma de una competencia. Los profesores asignaban a los estudiantes avanzados actividades retadoras como diseñar iglesias, monumentos o palacios. Estas actividades introducían a los estudiantes en las demandas de su profesión y al mismo tiempo, les permitía aplicar de manera independiente y creativa las reglas y principios de composición y construcción que habían aprendido en sus talleres y conferencias. La primera competencia de la Academia tuvo lugar en Italia en el año 1956. Sin embargo, a pesar de que se utiliza el término “proyecto”, este no era considerado un elemento central de la enseñanza.

Después de Italia, las escuelas de arquitectura en Francia adoptaron el esquema de composición, y enfocaron cada vez más el entrenamiento con base en el desarrollo de proyectos. Hacia el año 1763, el uso de proyectos fue incorporado permanentemente al calendario escolar.

Después de ser utilizado en la enseñanza de la arquitectura en Europa, el uso de proyectos paso a ser utilizado en el área de la ingeniería a finales del siglo XVIII. Además su uso se traslado a América, principalmente a través del profesor Stillman H. Robinson en la Universidad Industrial de Illinois hacia el año 1870.

En 1879 Calvin M. Woodward, de la Universidad de Washington funda la primera escuela de entrenamiento manual, donde al final de cada unidad de enseñanza y al final del año escolar los estudiantes desarrollaban proyectos de manera independiente.

Después surge un movimiento de reforma educativa que estaba en contra de utilizar los requerimientos de trabajo y estudio como el impulso básico para el entrenamiento manual. La creatividad era tan importante como las habilidades técnicas. John Dewey fue el principal exponente de este movimiento.

En el año 1918, William Heard Kilpatrick (uno de los personajes más reconocidos en la conformación del método de proyectos), figura (3.3), siendo profesor de la Universidad de Columbia, se siente atraído por las teorías de psicología del aprendizaje presentadas por Edgard Thorndike y además aprovechando la teoría de la experiencia y el análisis de pensamiento llevado a cabo por John Dewey, publica una obra llamada “Desarrollo de Proyectos”. Esta más de ser una técnica didáctica, Kilpatrick expuso las principales características de la organización de un plan de estudios de nivel profesional basado en una visión global del conocimiento que abarcara el proceso completo del pensamiento, empezando con el esfuerzo de la idea inicial hasta la solución del problema.

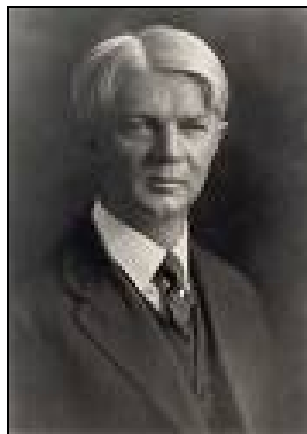


Figura (3.3). William Heard Kilpatrick, uno de los personajes más reconocidos en el método de proyectos.

Hacia 1930, las críticas expresadas por Dewey y otros educadores bajaron la popularidad del método de proyectos. Hacia 1960, el método de proyectos toma nuevamente auge en Europa, especialmente en Alemania, Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo del Sistema [7].

3.2.2) Definición del método de enseñanza por proyectos.

Se tiene un modelo de enseñanza centrado en los alumnos que fomenta la formación creativa y orientada a cumplir objetivos a partir de las experiencias que van adquiriendo los propios alumnos, esto es que se les ayuda a “hacer” y a la vez “aprender”.

Según Brenson [36], en la enseñanza tradicional solamente el 40% de los estudiantes aprenden un 40% de la materia presentada, mientras que en una capacitación técnica tutorial, el 90% de los alumnos aprenden un 90% de la materia. Por otro lado teniendo en cuenta una metodología constructivista, aun cuando se trate de clases dentro del aula se puede llegar a una relación 60% - 60%. Esto si se toma como razonamiento de que aquellos conocimientos que no se traducen en acciones tienden a no aprenderse, se puede observar la figura (3.4), la cual muestra una relación de lo que se tiende a recordar en función del nivel de participación.



Figura (3.4). Estimación de la recordación en función de diferentes actividades propias del aprendizaje. Fuente: tomado de [Chrobak, 1996].

Para considerar la aplicación del método de proyectos, se debe tomar en cuenta el número de estudiantes, debido a que los alumnos toman decisiones propias, además que el profesor deberá fomentar y estimular un ambiente de trabajo, respeto, responsabilidad y esfuerzo. De esta manera los propios estudiantes aprenden a manejar sus recursos, tiempos y hasta los materiales que en cada caso pueden emplear.

Es necesario partir de conocimientos previos donde los alumnos y el profesor están dispuestos a avanzar y aprender juntos. El trabajo se realiza individualmente y de forma grupal, para que se tenga diversidad en el estudio, así los alumnos se desenvuelven rápidamente con la ayuda del profesor generando en las personas mayor capacidad para recordar lo que se hace.

Este método enfrenta a los alumnos a situaciones donde pueden aplicar, comprender y resolver problemas con todo aquello que aprenden. Además de que se relacionan con sus proyectos mas allá de solo el aula de clases, explorando ideas en vez de solo memorizar cosas.

3.2.3) El Proyecto.

El proyecto es la parte esencial del método, ya que este es el medio en el cual los alumnos podrán aplicar el conocimiento adquirido y también conseguirán agrandar su espacio para a dar la mejor posible solución. A continuación se muestran algunas definiciones importantes.

- **Definición de proyecto.**

Un proyecto es esencialmente un conjunto de actividades interrelacionadas, con un inicio y una finalización definida, que utiliza recursos limitados para lograr un objetivo deseado.

- **Objetivo de un proyecto.**

Que el proceso de aprendizaje se de en la acción, es decir que el alumno aprenda haciendo, adquiriendo una metodología adecuada para afrontar los problemas que se le presentarán en su futura práctica profesional. También se busca que el estudiante aprenda a aprender.

- **Características de los Proyectos en la Técnica.**

1. Presentan situaciones en las que el alumno aprende a resolver problemas no resueltos utilizando conocimiento relevante.
2. El trabajo se centra en explorar y trabajar un problema práctico con una solución desconocida.
3. Son diseñados de tal manera que abarquen al menos un curso, incorporando contenidos de una misma disciplina, o bien, de varias de ellas.
4. Permiten la búsqueda de soluciones abiertas, dando así oportunidad al alumno de generar nuevo conocimiento.

El periodo de trabajo en un proyecto normalmente tiene duración de un semestre. Al principio del semestre se presenta a los alumnos el proyecto y son ellos quienes planean junto con el profesor, la forma en que trabajaran, para entregar los resultados de este al final del semestre.

Los alumnos deberán trabajar en grupos establecidos. Para la formación de los grupos es conveniente considerar el interés de los alumnos por el proyecto, sus habilidades y su comportamiento social, para de esta forma conjuntar grupos sólidos y capaces de afrontar retos.

3.2.4) Roles del estudiante y del profesor.

Rol del estudiante.

- **Organizador.**
- **Planeador y administrador de su tiempo, sus recursos y aprendizajes.**
- **Conocimiento para obtener los mejores resultados.**

- **Práctica de habilidades de comunicación, relación interpersonal y de trabajo en equipo.**

Rol del Profesor.

- **Tutor.**
- **Supervisor.**
- **Administrador de proyectos.**
- **Diseñador.**
- **Evaluador-Examinador.**
- **Consejero.**
- **Maestro.**

3.2.5) Ventajas del uso del método de proyectos.

1. Habilidades generales del método de proyectos.

- **Se resuelven problemas.**
- **Se necesita responsabilidad.**
- **Posibilidad de debatir ideas.**
- **Crear planes y experimentos.**
- **Comunicación de ideas y descubrimientos.**
- **Trabajo en donde existe cooperación, participación y aportación.**
- **Construir su propio conocimiento, de manera que sea más fácil para los participantes transferir y retener información.**
- **Habilidades personales (por ejemplo: establecer metas, organizar tareas, administrar el tiempo).**
- **Se adquieren habilidades para aprender a aprender.**

2. Habilidades que se requieren en los alumnos que estudian diseño.

Las habilidades que se muestran a continuación se requieren para aprender a diseñar y representan la esencia de la tesis, en los siguientes capítulos se estudian distintos ejemplos donde son aplicables y sirven para la formación de los alumnos en las materias de diseño, tabla (3.2).

HABILIDAD	OBJETIVO
1. Modelar la esencia del problema de diseño, French [39].	Es la capacidad de interpretar y representar de la forma más simple el comportamiento y las posibles fallas que se pueden presentar en el diseño de una máquina al interactuar con distintos factores como son: características geométricas, condiciones de carga, propiedades de los materiales, aspectos de manufactura y costos.
2. Proceso de diseño, French [39].	Habilidad que implica ordenar y estructurar de forma exitosa procesos, metodologías, filosofías y principios de diseño.
3. Ligar argumentos propios de diseño, French [39].	Significa la capacidad de plantear, crear y usar razonamientos para probar o demostrar una proposición de diseño, o bien para convencer al grupo de diseño de aquello que se afirma o se niega.
4. Tener inventiva, French [39].	Capacidad de hallar, descubrir o crear soluciones propias o en equipo que sean útiles para la solución a un problema de diseño.
5. Intuición, French [39].	Habilidad que permite conocer, entender o percibir de forma inmediata diferentes alternativas de solución para un problema de diseño, en diversas ocasiones esto ocurre sin la necesidad de la razón.
6. Repertorio de tecnología, French [39].	Reconocer la basta cantidad de tecnología disponible en nuestro planeta y creada por el hombre que esta disponible para resolver un problema de diseño.
7. Sabiduría de diseño, French [39].	Reconocer su propia habilidad como ingenieros para generar soluciones a partir del conocimiento propio adquirido, que pueden generar ventajas, bienestar y satisfactores.
8. Experimentación, Ramírez [41].	La capacidad de probar y examinar de manera práctica las virtudes y propiedades de la solución de un problema de diseño; a partir de manipular, trabajar, construir y probar una experiencia.
9. Divertir, Ramírez [41].	Es lograr trabajar dentro de un estado de ánimo altamente creativo para fomentar, motivar y dirigir una mayor capacidad de aprendizaje y adquisición de nuevo conocimiento. Cuando se trabaja en un ambiente no agradable, las cosas que se desarrollan no siempre son correctas, en cambio al lograr que nuestro trabajo sea divertido las cosas pueden fluir de manera significativa y obtener mejores resultados.
10. Iterar, Ramírez [41].	Reconocer que el insistir y repetir constantemente en la búsqueda de soluciones es deseable y altamente recomendable para poder crear cada vez mejores ideas que mejoren a las creadas anteriormente.
11. Validar, Ramírez [41].	Capacidad propia para reconocer y comprobar la calidad, robustez y firmeza de lo resultados generados.
12. Agilidad, Ramírez [41].	Lograr de manera pronta y expedita los resultados esperados a un problema de diseño.
13. Flexibilidad, Ramírez [41].	Capacidad de adaptarse y transformarse rápidamente, para resolver nuevos problemas y enfrentar los nuevos retos y oportunidades de éxito.
14. Razonar, Ramírez [41].	Reconocer que el éxito en la generación de una buena solución no es producto de la coincidencia sino de discurrir, ordenando ideas en la mente para llegar a una conclusión útil o inútil.
15. Perspicacia, Ramírez [41].	Habilidad para entender lo que se estudia con rapidez y claridad, es decir, en Diseño es recomendable tener la capacidad de penetración de ingenio o entendimiento de un problema para lograr buenas alternativas de solución.

Tabla (3.2). Habilidades propuestas por French y Ramírez.

Capítulo 4.

PROYECTO CARRO TRANSPORTADOR DE VASOS DE AGUA.

El presente proyecto pretende introducir a estudiantes al ámbito de diseñar, mediante la conjunción de tres habilidades las cuales son: intuición, diversión y perspicacia. Con este proyecto se logra verificar el alcance de los estudiantes sin la necesidad de requerir metodologías de diseño, y demostrando que diseñar también puede ser divertido, así se crea un impacto en los estudiantes sobre su capacidad de respuesta al enfrentar problemas. La figura (4.1), representa la etapa 2, que considera este ejercicio didáctico.

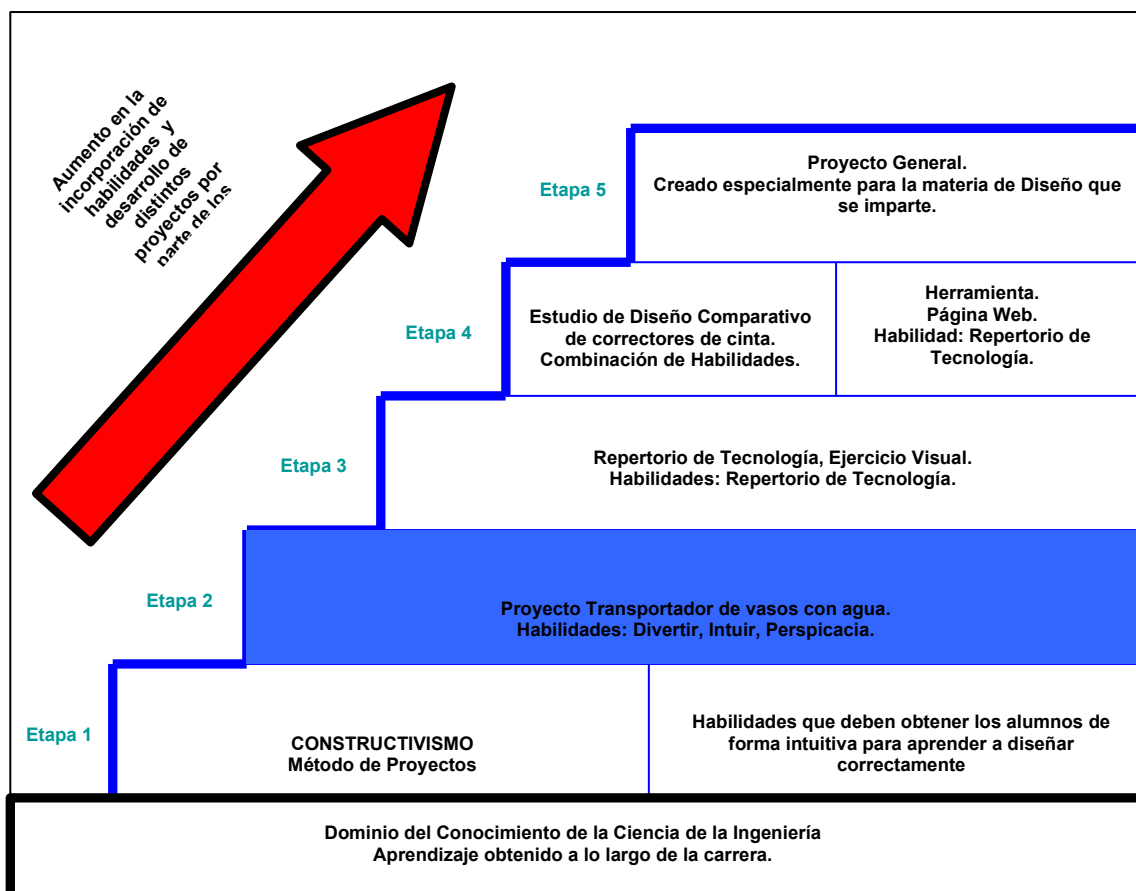


Figura (4.1). Etapas del proceso de enseñanza por el método de proyectos. Etapa 2.

Con la realización de este ejercicio se pueden asimilar las habilidades de intuición, divertir y perspicacia las cuales se definen en la tabla (3.2).

4.1) Ejercicio didáctico.

Se debe diseñar un carro con materiales específicos que logre soportar 4 vasos de plástico de 150ml., llenos de agua y que pueda recorrer la mayor distancia sin que exista derrame de líquido. La elaboración del diseño y su construcción se realiza por equipos. El ejercicio se visualiza como una competencia, de tal manera que el vehículo del equipo que recorra la mayor distancia soportando la carga y sin tirar líquido es el ganador.

- **Material que puede emplearse para la construcción.**
 1. Palos de madera de distintos tamaños.
 2. Cartón o papel cascaron.
 3. Ligas de diferentes tamaños.
 4. Cinta adhesiva.
 5. Silicón.
 6. Algunos tornillos, tuercas, rondanas, etc. Elementos de sujeción.
 7. Vasos de plástico.

El carro debe ser construido solo con los elementos mencionados en la lista anterior, no se podrá usar ningún otro material.

4.2) Ejemplo de la elaboración del carro.

Para lograr apreciar la elaboración de este ejercicio se ha tomado un caso práctico que muestra la creatividad de los estudiantes para encontrar una solución a pesar de conocer muy poco acerca de diseñar. La solución obtenida por un equipo es la siguiente.

Diseño del carro Vetravag

1. Descripción general.

El vetravag (vehículo transportador de vasos con agua) se diseño para trasladar 4 vasos transparentes de plástico completamente llenos de

agua, sin que exista el derrame de su contenido, figura (4.2), el cual presenta las siguientes cualidades:

- La configuración geométrica de su estructura es muy ligera, además de que brinda una gran rigidez; lo que permite que la energía suministrada por el sistema de propulsión se traduzca en el desplazamiento de los vasos.
- La distribución de vasos permite que el peso se reparta equitativamente entre sus ejes y el centro de gravedad se conserve entre los mismos; otorgando al vehículo estabilidad.
- La forma circular de los depósitos para contener los vasos evita el movimiento de estos, logrando una buena sujeción.
- La película de silicón que envuelve las ruedas del vehículo, aumenta considerablemente la tracción.
- Las modificaciones realizadas a los materiales ocupados para su construcción son escasas, por lo que su manufactura y ensamble no son complicadas.

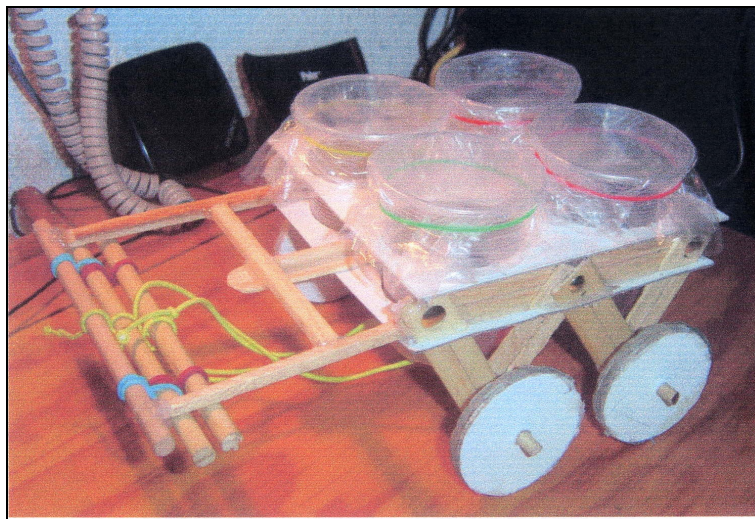


Figura (4.2). Vehículo vetrabag.

2. *Materiales Empleados en la construcción del vetravag.*

- 10 ligas.
- 7 abate lenguas.
- 6 tachuelas.
- 5 rondanas.
- 4 vasos transparentes de plástico llenos de agua.

- 4 palos de madera de sección circular de 7.5 [mm] de diámetro y 145 [mm] de largo.
- 3 palos de madera de sección cuadrada de 6 [mm] de lado y 110 [mm] de largo
- 2 palos de madera de sección circular de 5.0 [mm] de diámetro y 450 [mm] de largo
- 1 barra de silicón.
- 1 bolsa de plástico transparente.
- 1 cinta adhesiva.
- 1 cordón elástico amarillo de 1 [m] de longitud.
- 1/8 de papel cascarón.

3. Descripción de sistema de soporte de los vasos.

El sistema de soporte fue uno de los primeros problemas planteados para la solución. Los vasos utilizados en el proyecto son ligeros, sin embargo, al ser llenados con agua, aumentan considerablemente su peso y con ello es necesario planificar el diseño de un soporte adecuado que evite en lo mayor posible vibraciones, las cuales puedan provocar derramamiento de agua y con ello la pérdida del objetivo.

Se analizó a partir del material disponible la estructura que puede ser construida, la cual permita soportar el peso de los vasos y también adaptarse a otros sistemas, que en conjunto con el soporte permita lograr el movimiento deseado, optimizando las condiciones de funcionamiento.

La primera estructura elegida consiste en colocar tres capas de papel cascarón cortadas cada una al tamaño adecuado pero con características distintas, la primera de ellas se encuentra en la parte superior del vaso, tomando la medida del diámetro necesario para generar cuatro circunferencias, al ser recortadas nos permiten introducir los vasos; lo mismo se realizó en la segunda capa, sin embargo, para este caso fue necesario disminuir el radio de las circunferencias ya que la forma del vaso es cónica, por lo que el diámetro disminuye de la parte superior a la

inferior y finalmente la tercera capa se coloca en la parte inferior para reforzar el sistema.

Al colocar las primeras dos capas, se tomó la decisión de que la tercera capa es innecesaria ya que con las dos primeras se tiene un soporte adecuado. Como siguiente paso se reforzó la capa superior de papel, ya que esta presenta una tendencia a curvarse en la parte central, se logró satisfacer añadiendo un abate lenguas en la parte central del papel cascarón, adherido con silicón. La figura (4.3), muestra el soporte de los vasos con agua.

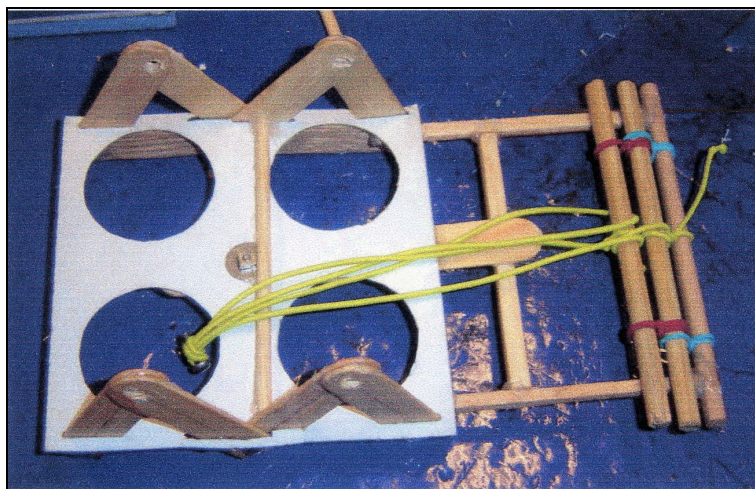


Figura (4.3). Base para soportar los cuatro vasos con agua.

4. Descripción del sistema de ejes y ruedas.

El sistema de ejes debe cumplir con dos funciones, el primero soportar los ejes de las ruedas y el segundo fijarlas al sistema de soporte, para lograrlo es necesario idear una estructura que sea ligera y que soporte los esfuerzos creados en la misma al impulsar las ruedas. Por lo tanto la solución obtenida consiste en un abate lenguas horizontal al cual se le fijan cuatro mitades de abate lenguas en forma triangular para aumentar la resistencia, estos triángulos tienen uno de sus lados conformado por el abate lenguas horizontal. Para fijar las partes entre sí, se utilizaron tachuelas que con facilidad logran atravesar la madera con una pequeña presión. Para colocar el eje en la estructura, los triángulos se perforaron en su parte inferior de acuerdo al diámetro de los ejes, teniendo en cuenta que la perforación sea adecuada para que el eje gire con facilidad,

disminuyendo de esta forma la fricción. Para unir la estructura que soporta los vasos y la estructura que soporta la base y los ejes se realizaron cortes en el papel cascarón y se atravesó por estas la base formada por los abate lenguas, obteniendo de esta forma una mejor estabilidad entre estos dos soportes.

El principal objetivo del sistema de ruedas es facilitar el desplazamiento, sin embargo, existen diversos factores a considerar, entre ellos destacan el facilitar el rodamiento, además de considerar que las ruedas también trabajan como soporte de la estructura, por lo que el material con lo que se elaboran debe ser capaz de soportar el peso de los cuatro vasos con agua y el de la estructura con los demás aditamentos.

Se generó una solución para este fin, se utilizaron las circunferencias extraídas de las capas de papel cascarón. Para facilitar el rodamiento, se procuró mantener la curvatura lo mejor posible. Al obtener las circunferencias, se pegaron cuatro ruedas del mismo papel cascarón para generar las ruedas, ya que con ello se aumenta la resistencia. Posteriormente para lograr adaptarlas a los ejes, las cuatro ruedas se perforaron con un taladro de acuerdo a los diámetros de los palos de madera que se utilizaron como ejes. Una vez colocadas las ruedas, fue necesario evitar que estas patinaran cuando son impulsadas por lo que se decidió colocar en el perímetro una capa de silicón uniformemente. En la figura (4.4), se puede observar el soporte de los ejes y una de las ruedas del vehículo.

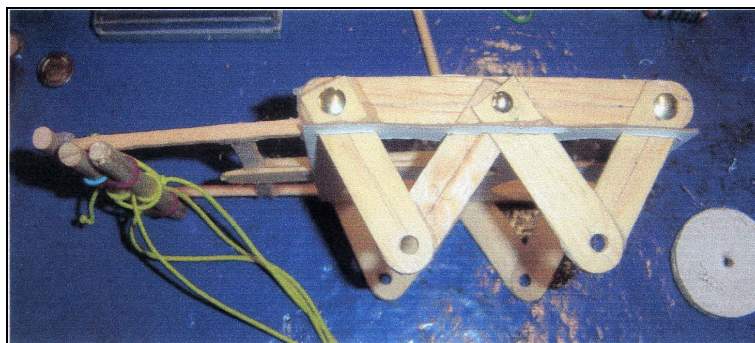


Figura (4.4). Soporte para los ejes del vehículo y una de las llantas.

5. Descripción del sistema de propulsión.

El vehículo debe ser el que recorra la mayor distancia, además de no tirar agua, para ganar la competencia. Para cumplir este objetivo es necesario idear un sistema capaz de almacenar la mayor energía posible la cual se pueda aprovechar en forma de par en uno de los ejes del vehículo. Mayor cantidad de energía almacenada transformada en una fuerza significa mayor distancia recorrida, si se logra transferir a la flecha de tracción de forma eficiente.

El sistema desarrollado consiste en tres barras de madera interconectadas por ligas. La primera barra se encuentra fija en uno de los extremos del vehículo, mientras que las otras dos se encuentran suspendidas, estando sujetas únicamente por las ligas. Posteriormente se fija una liga lo suficientemente elástica (cordón elástico), a la primera barra cruzando a las otras dos y quedando siempre libre. La mitad del extremo del cordón que queda libre se sujeta al eje de tracción, mientras que el resto de la cinta se sujeta firmemente a la tercera barra, el sistema queda como lo muestra la figura (4.5).

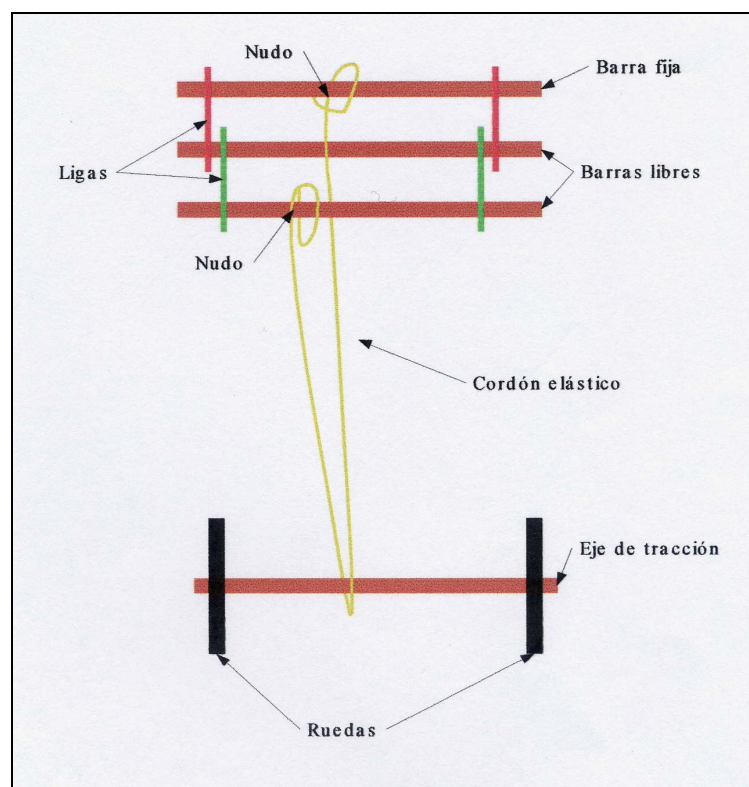


Figura (4.5). Sistema de propulsión.

Para lograr almacenar la energía que se utiliza para poner en marcha el vehículo, se debe hacer girar el eje de tracción en sentido contrario al que se mueve el carro, de tal forma que la cinta elástica se enrolle alrededor del eje. La energía se almacena en dos lugares, en la cinta elástica, la cual tiende a regresar a su estado original cuando es estirada y en las ligas que sujetan a las barras libres, ya que cuando la cinta elástica termina de ser enrollada y se sigue girando al eje de tracción, las barras libres son jaladas y por este motivo estiran las ligas que las sujetan. El sistema se puede observar en la figura (4.6).

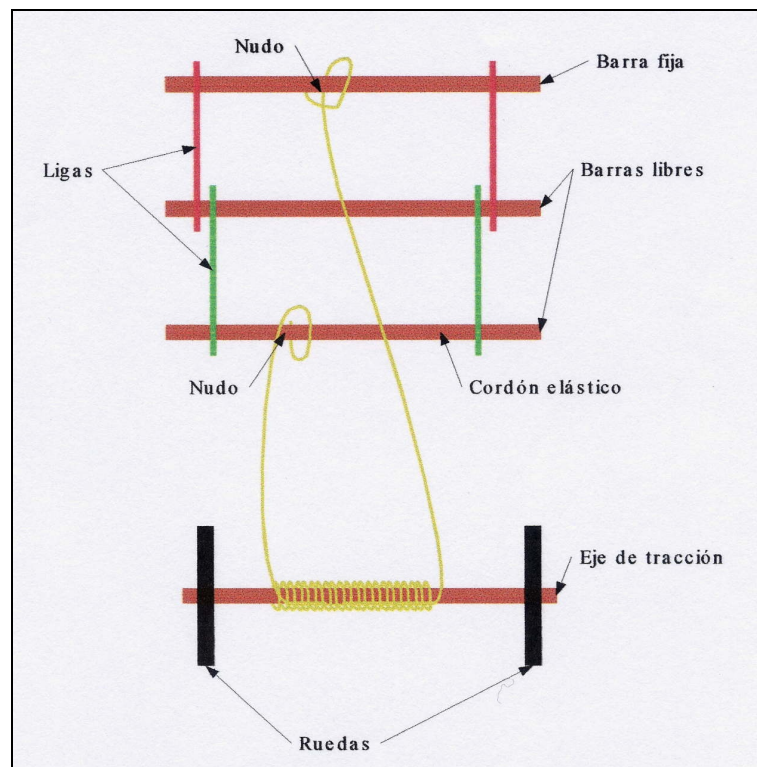


Figura (4.6). Almacenamiento de energía en el sistema de propulsión.

De esta forma al liberar el vehículo la cinta elástica tiende a recuperar su forma original, mientras las ligas jalan a las barras libres. Estos dos efectos logran que el cordón se desenrolle del eje haciendo que gire según el par proporcionado.

El presente ejercicio se ha resuelto por un grupo de estudiantes de Diseño, cada equipo elaboró su propio diseño logrando satisfacer las tres

habilidades que representan este capítulo, a continuación se pueden observar una serie de fotografías, las cuales muestran algunos de los vehículos diseñados por los alumnos.

Las fotografías (4.7) y (4.8) muestran a dos equipos durante el proceso de construcción de su vehículo, con el material propuesto que solo debe utilizarse. En lo correspondiente a las fotografías (4.9) a la (4.15), se puede apreciar a cada uno de los grupos de trabajo exhibiendo la conclusión del desarrollo del diseño del vehículo transportador de vasos de agua. Sin embargo las fotografías (4.16) y (4.17) muestran el funcionamiento de dos vehículos diseñados durante el concurso. La ultima fotografía (4.18), muestra un equipo de trabajo que opto por cambiar de estado el líquido a sólido, permitiendo de esta forma que no existan derrames, lo cual no estaba establecido en las reglas del concurso y es completamente valido para la solución del problema.



Figura (4.7). Equipo de diseño construyendo el vehículo con el material que se puede utilizar.



Figura (4.8). Integrantes de un equipo en la construcción del vehículo.



Figura (4.9). Equipo 1, presentación de vehículo.



Figura (4.10). Equipo 2, presentación de vehículo.



Figura (4.11). Equipo 3, presentación de vehículo.



Figura (4.12). Equipo 4, presentación de vehículo.



Figura (4.13). Equipo 5, presentación de vehículo.



Figura (4.14). Equipo 6, presentación de vehículo.



Figura (4.15). Equipo 7, presentación de vehículo.



Figura (4.16). Distancia recorrida por el vehículo.



Figura (4.17). Equipo muestra el funcionamiento de su vehículo diseñado.



Figura (4.18). El funcionamiento de un vehículo con el líquido congelado, para evitar derrames.

Capítulo 5.

PROYECTO REPERTORIO DE TECNOLOGÍA.

Para diseñar una máquina es necesario juntar diversos conocimientos, además de conocer elementos mecánicos que permitan satisfacer ciertos objetivos, estos elementos pueden ser ejes, resortes y muelles, rodamientos y elementos flexibles, sin embargo se sabe que cada uno de estos dispositivos a su vez se clasifican en más elementos, por lo que el alumno, no siempre está familiarizado con todos ellos. El presente ejercicio pone en énfasis el desarrollo de la habilidad repertorio de tecnología e intuición, permitiendo visualizar los distintos elementos de máquinas que es necesario que conozcan los estudiantes de diseño. La figura (5.1), representa la etapa 3, que considera este ejercicio didáctico.

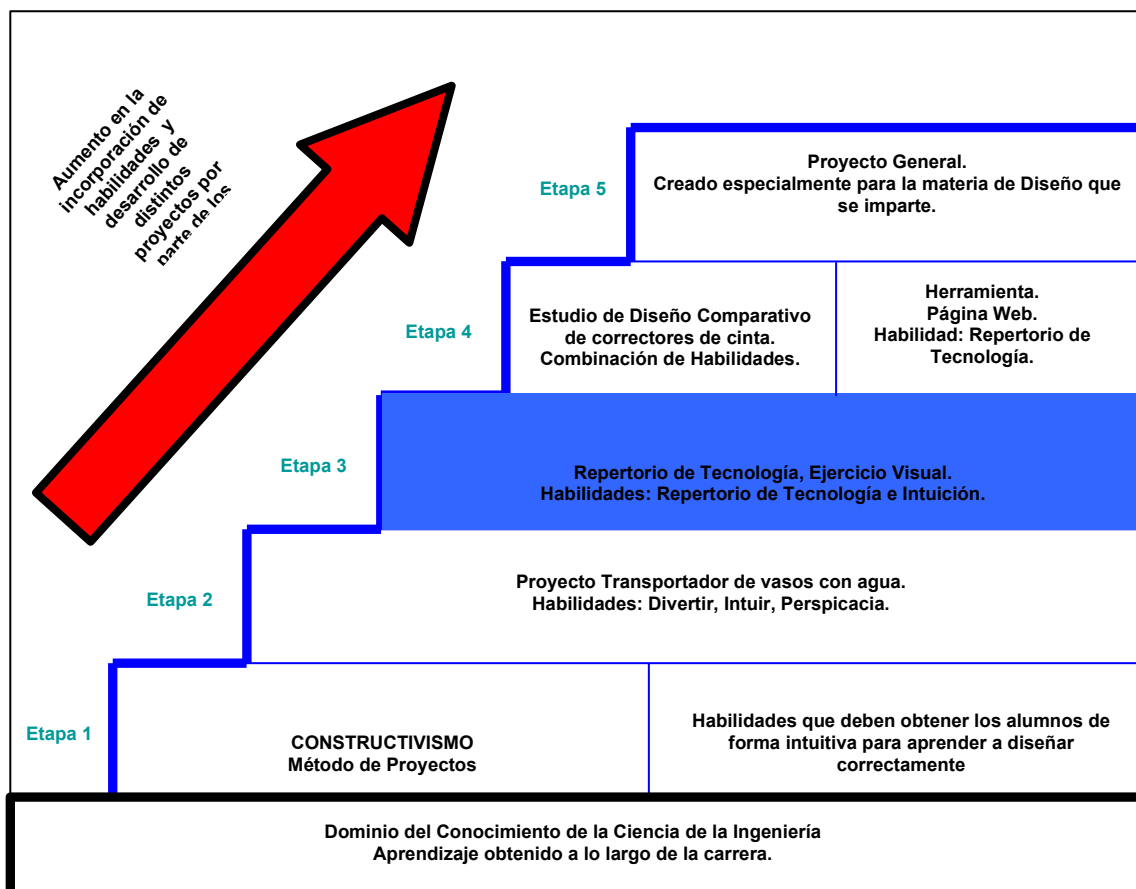


Figura (5.1). Etapas del proceso de enseñanza por el método de proyectos. Etapa 3.

5.1) Ejercicio Didáctico.

Es importante saber que este ejercicio didáctico es presentado al inicio de un curso, ya que solamente se pretende que los estudiantes conozcan elementos mecánicos los cuales son necesarios al diseñar máquinas. A continuación se presenta las siguientes etapas para su realización:

- **Primera Etapa**

Primeramente se realizó un documento que contiene una breve y sencilla explicación de elementos mecánicos principales, además de algunos tipos de fallas que les afectan (la cual se presenta más adelante en este capítulo, la presentada a los estudiantes no contiene ilustraciones). De esta forma los alumnos conocen la descripción del elemento.

- **Segunda Etapa**

Posteriormente se presenta al grupo una basta cantidad de elementos de máquinas enumerados de tal forma que puedan observarlos detalladamente.

- **Tercera Etapa**

Al tener los dispositivos físicamente y con el previo estudio del documento, es decir, las definiciones presentadas, el alumno puede relacionarlos y de esta forma saber las correspondencias, en otras palabras, identifica visualmente los componentes.

- **Cuarta Etapa**

Una vez que se ha logrado su identificación, se dispone a que los estudiantes analicen los componentes, igualmente de una forma visual y propongan según su propio criterio e intuitivamente las fallas a las que pueden estar sometidos los dispositivos. Para poder realizar la tercera y cuarta etapa se realizó una tabla, la cual contiene los elementos mecánicos del lado izquierdo y en la intersección los tipos de fractura siguientes: Fractura Frágil, Fractura Dúctil, Deformación elástica, Deformación permanente, Fatiga, Desgaste y Corrosión. Esta es llenada por los alumnos indicando el número de la pieza mecánica y señalando en la intersección el tipo de fractura a la que imagina esta sujeta, la tabla (5.1), en su totalidad se puede verificar a continuación.

	Factura Frágil	Fractura Dúctil	Deformación elástica	Deformación Permanente	Fatiga	Desgaste	Corrosión
Árbol							
Banda dentada							
Banda Plana							
Banda síncrona							
Banda V							
base rodamiento auto alineable							
Cadena de rodillos							
Cadena doble de rodillos							
Catarina inyectada							
Catarina troquelada							
Cojinete							
Cojinete auto alineado							
Cople flexible							
Cremallera							
Eje							
Embrague							
Engrane helicoidal							
Engrane recto							
Flecha							
Grasa							
Lubricante							
Lubricante solido							
Muelle							
Perno							
Piñón							
Remache							
Resorte helicoidal cilíndricos de compresión							
Resorte helicoidal cilíndricos de tensión							
resortes de torsión							
Resortes planos							
Rodamiento de bolas axial							
Rodamiento de bolas radial auto alineado							
Rodamiento de bolas radial							
Rodamiento de rodillos							
Rodamiento de rodillos cónicos							
Rodamiento lineal							
Rondana de seguridad							
Tornillo helicoidal							
Zapata							

Figura (5.1). Tabla que muestra la relación entre Identificación de componentes de máquinas y tipos de fallas.

- Quinta Etapa

El profesor muestra aquellos elementos que no fueron identificados y además explica las dudas resultantes del estudio, evitando de esta forma confusiones, ver figura (5.29). Con este ejercicio se tiene un aprendizaje preeliminar para comenzar con el estudio del diseño, además de que el estudiante tiene una visión clara de los elementos mecánicos que puede utilizar en el desarrollo de un diseño. La figura (5.2), muestra la estructura del ejercicio de forma resumida.

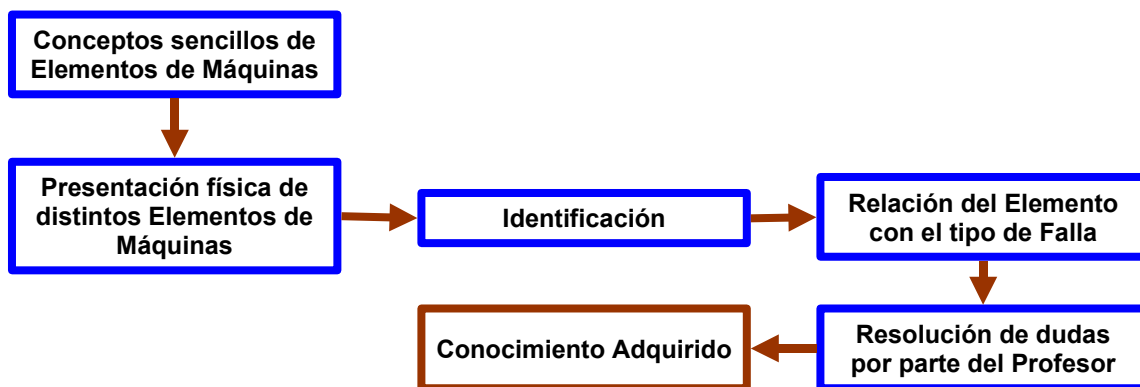


Figura (5.2). Muestra las etapas en forma resumida para la aplicación del ejercicio didáctico.

Al final del capítulo, se puede ver una serie de fotografías que muestran a los estudiantes en el proceso de visualización de los elementos de máquinas. La figura (5.10), muestra un dispositivo con el cual es posible visualizar esfuerzos al aplicarle una fuerza. Para la figura (5.11), se utiliza un proyector de acetatos, con el propósito de proyectar la imagen del concentrador de esfuerzos y de esta forma tener una mayor visión.

En las siguientes figuras (5.12, 5.13, 5.14, 5.16, 5.17, 5.18 y 5.19), se presenta a algunos de los estudiantes realizando esquemas (dibujos), de los elementos de mecánicos estudiados. Para el caso de las figuras (5.15, 5.20, 5.21, 5.22, 5.23, 5.24, 5.25, 5.26, 5.27 y 5.28), se puede verificar a distintos estudiantes durante la realización del ejercicio, donde cada uno de ellos observa y visualiza los distintos componentes mostrados.

A continuación se muestran de forma detallada los conceptos presentados a los alumnos, en esta lista en particular se pueden visualizar algunos de los elementos utilizados, ya que, en la lista que se entrega a los alumnos para la realización del ejercicio, no intervienen las figuras aquí mostradas. Nuevamente cabe aclarar que es un ejercicio de introducción y los conceptos son sencillos para su fácil entendimiento.

5.1.1) Clasificación de Elementos Importantes de Máquinas.

- **Árbol de Transmisión**

Normalmente se le llama árbol de transmisión a un elemento giratorio que transmite un momento de torsión. En ocasiones y, según la aplicación, se le llama caja o eje de transmisión, para simplificarlo.

- **Eje**

Un eje es un elemento que se emplea como soporte de piezas giratorias pero no transmite ningún esfuerzo de torsión, a diferencia del árbol de transmisión. En la figura (5.3), se muestran algunos ejemplos de ejes y árboles de transmisión.



Figura (5.3). Algunos árboles de transmisión y ejes.

- **Bandas**

Es un elemento mecánico muy flexible utilizado para transmitir potencia cuando existen poleas unidas a flechas o ejes. Su apariencia es la de una línea unida extremo con extremo y además con una sección trasversal que varía según sea su tipo.

- **Banda Plana**

Es la más simple, casi siempre se fabrica de piel o de tela recubierta con hule. La superficie de la polea acanalada también es plana y lisa, por lo tanto, la fuerza impulsora se da por la fricción entre la banda y la polea.

- **Banda Dentada**

Cuando se necesita una transmisión flexible lo más exacta posible y que esté libre de patinajes se recurre a la banda dentada, muy utilizada cuando hay engranes unidos a las flechas o ejes. Sus dientes se acoplan perfectamente a los engranes por lo que no patinan, pero existe el riesgo de perderlos si se encuentran demasiado tensas. Son muy utilizadas en situaciones donde debe existir sincronización como es el caso del árbol de levas y el cigüeñal en los automóviles. También se le conoce como banda de sincronización.

- **Banda en V Dentada**

Semejante a la anterior, pero con la ventaja de que ayuda a evitar ruidos en mayor medida y patinajes pronunciados con el cambio de temperatura.

- **Banda V**

Es menos propensa a patinar que la banda plana, se utiliza con poleas acanaladas y ajustables. Las que se encuentran en los automóviles son de caucho con alambres y protección de fibra. Además de ser ampliamente utilizada en la industria mecánica, también se le encuentra en la electrónica como en el caso, por ejemplo, de las videograbadoras o en las casseteras.

- **Banda en V Ajustable**

Cuando una banda está sujeta a trabajo rudo e intenso la mayor de las veces no se daña toda completa, sino por secciones, debido a esto existen bandas ajustables ó que están formadas por secciones pequeñas que quedan unidas con una grapa ó remache removible para adaptarlas

más fácilmente a las condiciones de trabajo y a la distancia que existe entre poleas. Es como armar pieza por pieza, pero tiene la desventaja de que los elementos de unión se deterioran más que las secciones elaboradas en caucho. Se les encuentra en máquinas de trabajo rudo y en ambientes extremos como en las minas. La figura (5.4), muestra algunos diferentes tipos de bandas.

- **Polea**

Una polea, también llamada garrucha, carrucha, trocla, trócola o carrillo, es una máquina simple. Se trata de una rueda, generalmente maciza y acanalada en su borde, en la cual una cuerda o cable se hace pasar por el canal, se usa como elemento de transmisión en máquinas y mecanismos para cambiar la dirección del movimiento o su velocidad.



Figura (5.4). Distintos tipos de bandas.

- **Cadena de Rodillos**

Elemento mecánico para transmitir potencia mediante engranes nombrados piñones de cadena. Esta compuesta por rodillos separados entre si por una cierta distancia y en este espacio que se forma es donde tiene cabida el piñón. La figura (5.5), muestra algunos diferentes tipos de cadenas.



Figura (5.5). Diferentes tipos de cadenas.

- **Engranés**

Se le llama engrane o rueda dentada al mecanismo utilizado para transmitir potencia mecánica entre las distintas partes de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales a la mayor se le denomina corona y el menor piñón. Una de las aplicaciones más importantes de los engranes es la transmisión del movimiento desde el eje de una fuente de energía, como puede ser un motor de combustión interna o un motor eléctrico, hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo. Si el sistema está compuesto por más de un par de ruedas dentadas, se denomina tren de engranes.

- **Piñón de Cadena**

Un piñón es un elemento mecánico, también llamado rueda dentada, utilizada para transmitir potencia mediante una cadena. La figura (5.6), enseña algunos tipos diferentes de piñones de cadena, así mismo como de engranes.



Figura (5.6). Distintos tipos de engranes y piñones de cadena.

- **Resortes**

Se conoce como muelle o resorte a un elemento elástico, que puede ser de distintos materiales, el cual es capaz de almacenar energía y desprenderse de ella sin sufrir deformación permanente cuando retira el esfuerzo al que se le somete.

- **Resortes de tracción**

Estos resortes están sometidos a esfuerzos de tracción y se caracterizan por tener un gancho en sus extremos. Estos ganchos permiten montar los resortes de tracción en todas las posiciones imaginables.

- **Resortes de compresión**

Estos resortes están sometidos a esfuerzos de compresión y pueden ser cilíndricos, cónicos, de paso fijo o cambiante. Estos resortes se pueden observar en la figura (5.7).



Figura (5.7). Distintos tipos de resortes.

- **Rodamiento**

Un rodamiento, también denominado cojinete o balero, es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste, sirviéndole de apoyo y facilitando su desplazamiento.

- **Rodamiento Rígido de bolas**

Son usados en una gran variedad de aplicaciones, estos elementos son capaces de operar en altas velocidades y requieren poca atención o mantenimiento en servicio. Estas características y además su ventaja en el precio, hacen a estos rodamientos los más populares de todos los rodamientos.

- **Rodamiento de Rodillos Cilíndricos**

El rodamiento de rodillos cilíndricos tiene guiados sus rodillos por pestañas en uno de los aros, el otro aro, esta libre, generalmente no tiene pestañas. Esta configuración presenta la ventaja de permitir que el eje se desplace axialmente dentro de ciertos límites, con respecto al soporte. Este rodamiento es adecuado para cargas radiales relativamente grandes y puede soportar altas velocidades.

- **Rodamiento de Agujas**

Son rodamientos con rodillos cilíndricos muy delgados y largos en comparación con su diámetro. A pesar de su pequeña sección, estos rodamientos tienen una gran capacidad de carga y son apropiados para las aplicaciones donde el espacio es limitado.

- **Rodamiento de Rodillos Cónicos**

El rodamiento de rodillos cónicos es especialmente adecuado para resistir cargas radiales y axiales simultáneas. Este rodamiento debe montarse en oposición con otro rodamiento capaz de soportar los esfuerzos axiales en sentido contrario. El rodamiento es desmontable; el aro interior con sus rodillos y el aro exterior se montan cada uno separadamente. Distintos tipos de rodamiento se ilustran en la figura (5.8).



Figura (5.8). Distintos tipos de rodamientos.

Finalmente, a manera de ilustración para los estudiantes se muestran algunos dispositivos que emplean distintos elementos de máquinas conjuntamente, como los que se presentan en la figura (5.9).



Figura (5.9). Diferentes aplicaciones de algunos elementos de máquinas.

5.1.2) Conceptos acerca de Fallas.

- **Deformación Permanente**

La deformación permanente se da cuando un material excede su límite elástico, en otras palabras, cuando un objeto no recupera su forma inicial una vez que desaparece la carga. MES [34].

- *Deformación Elástica.*

Se produce deformación elástica cuando una carga cambia la forma de un objeto de forma apreciable, pero sin que queden deformaciones permanentes cuando desaparece la carga. MES [34].

- **Fractura**

Se puede definir de una forma práctica a la fractura, como la terminación del proceso de deformación plástica. En general, esta se manifiesta como la separación de un cuerpo sólido en dos o más partes bajo la acción de ciertas fuerzas.

- **Fractura Frágil.**

Es aquella fractura que logra propagarse con muy poca deformación plástica en el extremo de una grieta. Mecánica de Fracturas en estructuras Navales [33]

- **Fractura Dúctil.**

Es aquella que avanza como consecuencia de una intensa deformación plástica y que esta asociada al extremo de una grieta.

- **Fatiga**

La falla por fatiga es aquella que se presenta cuando una carga es aplicada repetidamente durante un periodo de tiempo hasta encontrar la fractura. Aguirre [35].

- **Desgaste**

El desgaste es la pérdida de material de la superficie como resultado de una acción mecánica, [38].

- **Corrosión**

La corrosión es un ataque químico y electroquímico gradual sobre un metal producido por la atmósfera, la humedad y otros agentes, [38].

A continuación se pueden observar una serie de fotografías obtenidas durante la realización del ejercicio por parte de los alumnos.

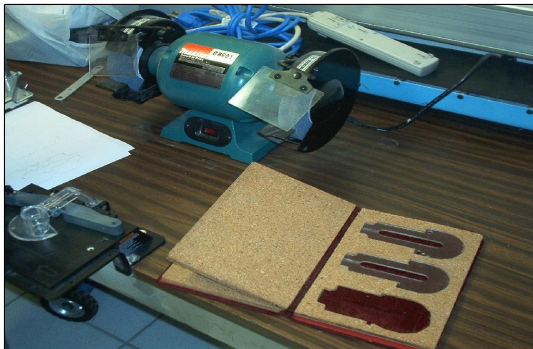


Figura (5.10). Elementos para el análisis de esfuerzos.



Figura (5.11). Análisis de esfuerzos reflejado por medio de la luz emitida.



Figura (5.12). Alumnos dibujando componentes para su identificación.



Figura (5.13). Identificación de componentes por medio de dibujos.



Figura (5.14). Identificación del uso de algunos componentes de máquinas.



Figura (5.15). Identificación de rodamientos.



Figura (5.16). Identificación del uso de componentes mecánicos



Figura (5.17). Análisis de componentes mecánicos en un dispositivo.

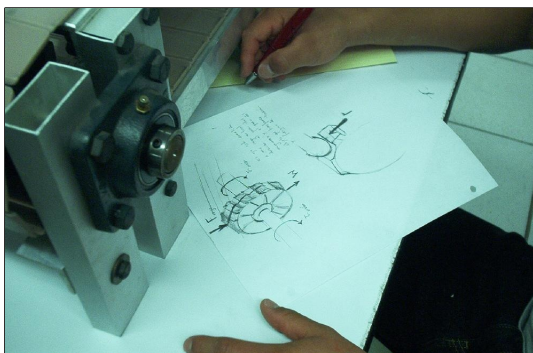


Figura (5.18). Análisis del funcionamiento de un engrane.



Figura (5.19). Análisis de detección de esfuerzos.



Figura (5.20). Distintos elementos de máquinas.



Figura (5.21). Trabajo en equipos.



Figura (5.22). Identificación de bandas.



Figura (5.23). Un equipo trabajando.



Figura (5.24). Distintos componentes analizados.



Figura (5.25). Análisis de componentes por equipos.



Figura (5.26). Identificación de un rodamiento de tamaño considerable.



Figura (5.27). Identificación de un dispositivo que utiliza algunos componentes de máquinas.



Figura (5.28). Diferentes componentes mostrados.



Figura (5.29). Resolución de dudas, en cuanto a la identificación de elementos, por parte del profesor.

Capítulo 6.

ESTUDIO DE DISEÑO COMPARATIVO DE CORRECTORES DE CINTA.

Este ejercicio de diseño en ingeniería, tiene como objetivo identificar los distintos aspectos que intervienen en el diseño de un objeto y la posibilidad de comprender guías y tendencias de diseño en un producto de uso cotidiano. Además logra agrupar distintas habilidades que son de suma importancia para los estudiantes de diseño mecánico. Por lo tanto el estudio tiene como propósito, el preparar a un grupo estudiantes para enfrentar un problema de mayor complejidad como por ejemplo el diseño de una máquina automática de producción. La figura (6.1), representa la etapa 4, que considera este ejercicio didáctico.

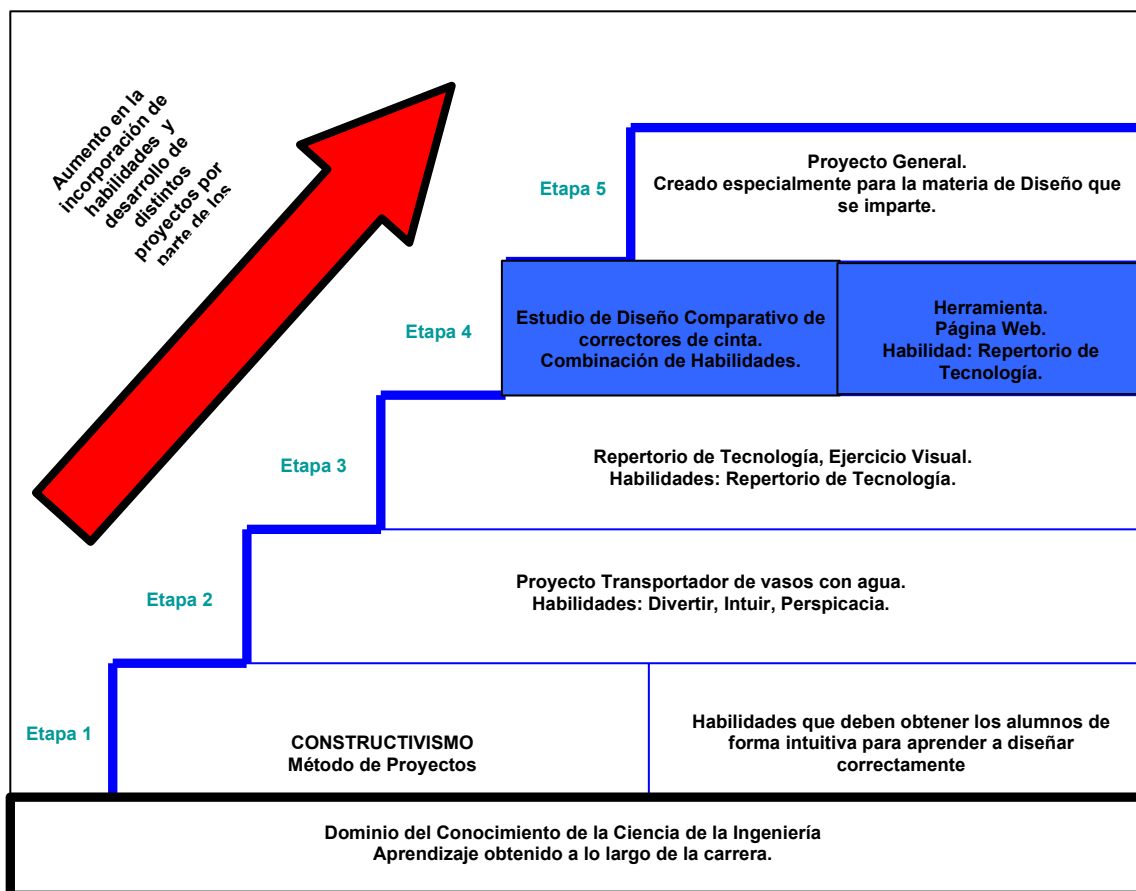


Figura (6.1). Etapas del proceso de enseñanza por el método de proyectos. Etapa 4.

6.1) Habilidades que se pueden adquirir con la realización del proyecto.

El presente proyecto presenta la conjunción de diversas habilidades, el alumno ahora se enfrenta a un proyecto mayor, en el cual puede satisfacer la asimilación de más habilidades importantes para su aprendizaje, las habilidades que puede desarrollar son:

- **Modelar la esencia del problema de diseño.**
- **Proceso de diseño.**
- **Argumentos propios de diseño.**
- **Sabiduría de diseño.**
- **Experimentación.**
- **Iterar.**
- **Validar.**
- **Agilidad.**
- **Razonar.**

La explicación de cada una de estas habilidades se puede verificar en la tabla (3.2).

6.2) Metodología de trabajo.

La metodología de análisis del diseño de un producto, esta dividida en cinco partes, como se puede ver en la figura (6.2), las cuales se presentan a continuación:

Parte Inicial.

Un estudio detallado en el funcionamiento de los correctores. Este estudio es de gran importancia, ya que se logra un conocimiento del funcionamiento de cada uno de los correctores y de aquellos aspectos importantes que los hacen diferentes entre si. En esta parte se pueden encontrar distintas habilidades como son el dominio del conocimiento de la ciencia de la ingeniería, experimentación, razonar y perspicacia.

Esta fase es totalmente inicial, de donde se parte con conocimiento del producto y de esta forma, adentrar en las siguientes partes del estudio.

Las siguientes fases son:

- 1. Un estudio de diseño comparativo entre los diferentes correctores de cinta, que esta basado en la metodología de diseño comparativo propuesta por Ramírez [22]. Los estudios de diseño comparativo son de gran ayuda para identificar y evaluar el uso de las guías y tendencias de diseño actuales. Esta fase 1 contiene tres habilidades las cuales son: argumentos propios de diseño, iterar y validar.**
- 2. Un análisis de la estructura funcional de un corrector típico, basado en la metodología de diseño de Pahl and Beitz [21]. Donde se verifica la habilidad de sabiduría de diseño.**
- 3. El desarrollo del diagrama funcional del producto (corrector de cinta), y su posterior optimización conceptual siguiendo la metodología de Pahl and Beitz [21] y Aguirre [8]. De igual forma mediante la utilización de la habilidad de sabiduría de diseño.**
- 4. Desarrollo de una tabla kernel, French [13, 14], que representa en forma simplificada las funciones principales y la estimación del espacio de soluciones. En esta sección se encuentran habilidades como son perspicacia, dominio del conocimiento de la ciencia de la ingeniería, sabiduría de diseño e intuición.**
- 5. La exploración, identificación del uso de principios de diseño en los correctores de cinta estudiados. En esta última parte se encuentra la habilidad de sabiduría de diseño.**

Cada una de las fases que representan la metodología de trabajo de este estudio esta enfocada en ayudar a los estudiantes de diseño mecánico, mediante la ejemplificación de las distintas habilidades necesarias para el correcto diseño de productos.

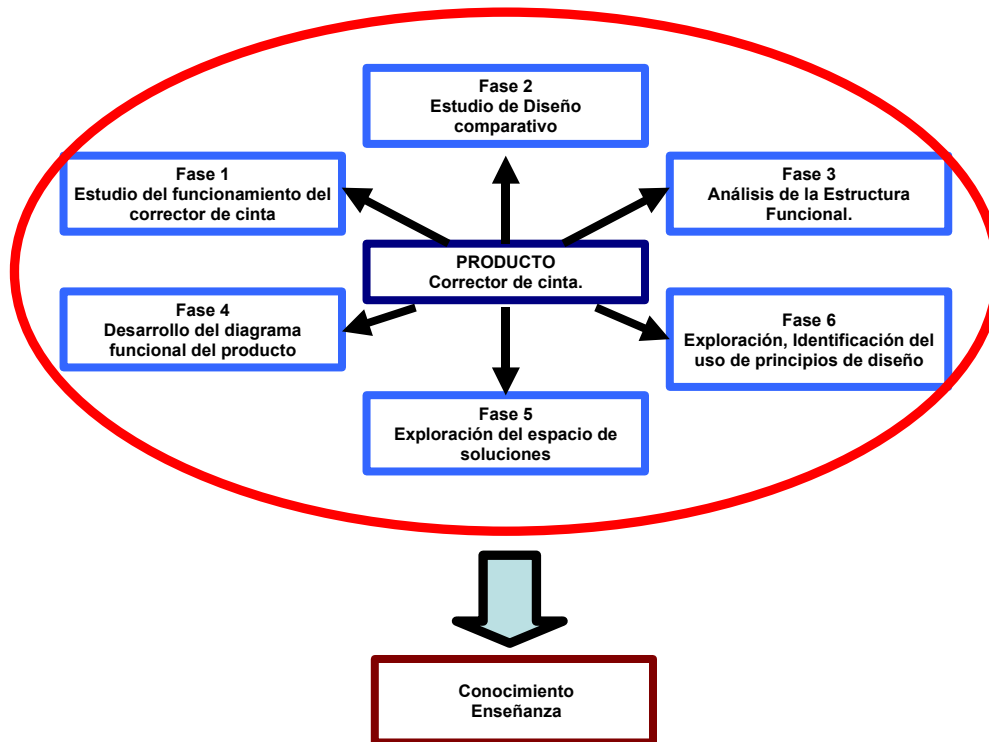


Figura (6.2). Diagrama de flujo correspondiente a la metodología de estudio de un corrector de cinta.

6.3) Producto estudiado.

Se escogió como caso de estudio, el corrector de cinta que es un producto del cual existen gran variedad de modelos y marcas en el mercado. Se identificaron y compraron 21 diferentes modelos de correctores de cinta, que pertenecen a 11 diferentes marcas, los cuales se pueden apreciar en la figura (A2.1), del anexo 2.

En resumen se eligió el estudio de este producto por las siguientes razones:

- Existe una gran variedad de correctores de cinta en el mercado, con distintos arreglos y elementos pero con una misma finalidad, la de imprimir sobre una hoja de papel una marca de cinta blanca.
- El costo reducido de los correctores es ideal para realizar un estudio comparativo de esta naturaleza, ya que permite adquirir una muestra representativa para el mismo.
- Se puede desarmar y visualizar cada componente, además de realizar pruebas funcionales de forma sencilla.

- El mecanismo y funcionamiento son simples y altamente didácticos para que alumnos de diseño mecánico aprendan una metodología de análisis.

6.4) Desarrollo del caso de estudio.

6.4.1) Parte inicial. Estudio del funcionamiento de diversos correctores de cinta.

Se ha realizado un estudio en el funcionamiento de los correctores de cinta y se puede encontrar diversas configuraciones, las cuales ofrecen distintas soluciones para el mismo propósito. Los aspectos identificados en este estudio son:

- Guía de la cinta.

Se puede constatar que los correctores cuentan con este tipo de guía en su aplicador, como se puede ver en la figura (6.3 (a)).

- Trinquete de la cinta.

Para lograr evitar que el corrector sea usado en sentido inverso, se identificaron dos tipos de seguros en el mecanismo, los cuales permiten que el giro sea únicamente en un solo sentido, la figura (6.3 (b)), muestra este aspecto estudiado.

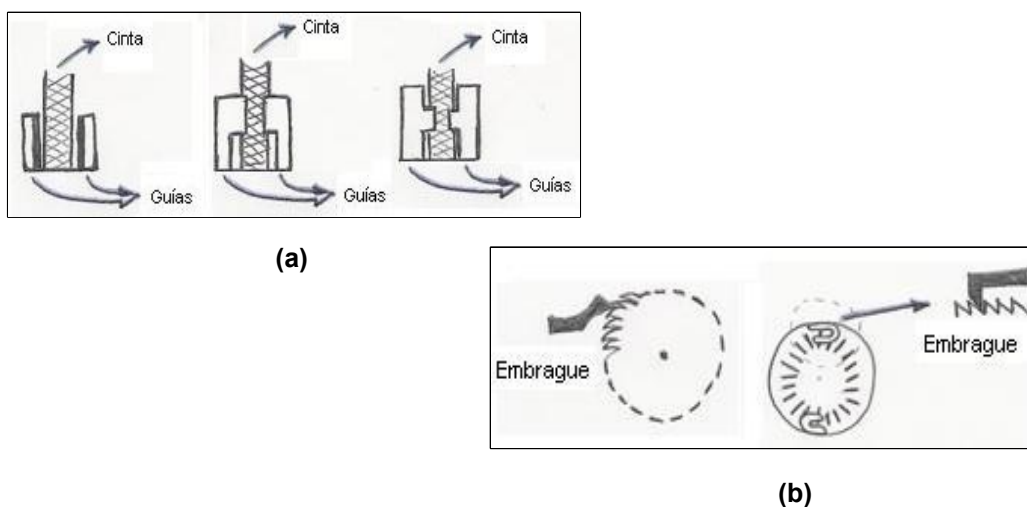


Figura (6.3). Se muestra: (a) Opciones de guías de cintas y (b) Trinquete de la cinta.

- **Mecanismos utilizados.**

Las siguientes configuraciones de mecanismos que se muestran corresponden a las básicas que se pueden encontrar en los correctores. Es de importancia su identificación, porque cada uno de estos es una solución viable para una sola finalidad, en este caso el corrector de cinta. Estos mecanismos son de engranes, doble carrete autodeslizante y de banda como se verifica en la figura (6.4 (a), (b), (c)) respectivamente.

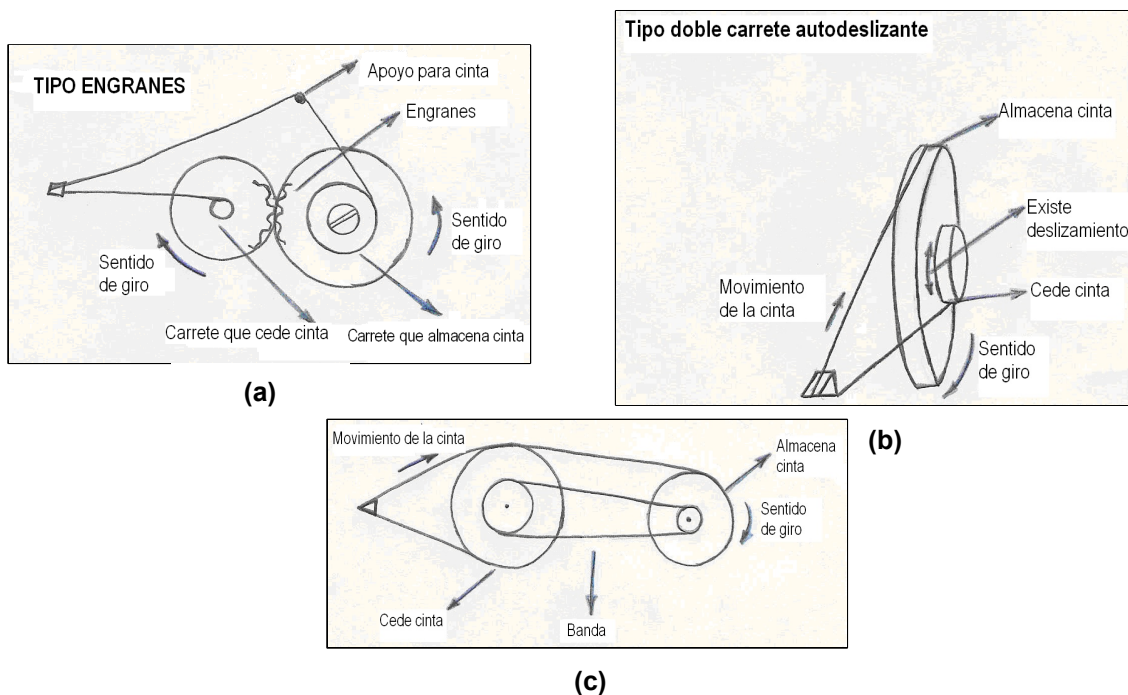


Figura (6.4). Se muestra: (a) Mecanismo de engranes, (b) Mecanismo de discos deslizantes y (c) Mecanismo de bandas.

6.4.2) Fase 1. Estudio de diseño comparativo.

En esta fase se puede medir y contabilizar ocho índices de diseño, los cuales son valores que permiten evaluar e indicar algún aspecto o un merito tecnológico para el conjunto de correctores estudiados. Cada uno de estos índices nos permite identificar de manera explícita ventajas y desventajas competitivas de cada corrector. En la tabla (6.1), se muestran los valores de los diferentes índices obtenidos para cada corrector. Con el desarrollo de gráficas de comparación entre los diversos índices de

diseño se logra obtener una mejor perspectiva sobre el grado en que cada diseño cumple con los objetivos del producto.

La primera estimación que se puede verificar es en las superficies totales y las superficies utilizadas por cada uno de los correctores. El índice de Compactibilidad es el cociente entre la superficie utilizada y la superficie total. Este índice logra dar una referencia sobre el grado de aprovechamiento del espacio disponible en cada corrector. Esto es, a mayor grado de Compactibilidad corresponde una mejor práctica del diseño, siendo por lo tanto el valor ideal igual a 1, porque no hay razones existentes que requieran la utilización de espacios muertos.

Modelo Correctores	Costos [\$]	Área Total [cm ²]	Área mecanismo [cm ²]	No. Inserciones	No Piezas	Peso [gr.]	η Área (eficiencia)
1	15	21.2	7.9	6	7	13	.37
2	10	27	13	11	9	17.5	.48
3	19.9	18	6.7	8	8	15	.38
4	33.9	26	15	5	7	16	.60
5	10	21	7.5	5	12	21	.35
6	24.25	25	8.1	7	8	16	.32
7	23	15	9	4	9	9.5	.58
8	32.9	22	11.6	9	7	15	.51
9	8	20	8.3	6	10	20	.40
10	10	25	13.4	11	8	19	.53
11	15	26	14.5	4	20	30	.56
12	10	32	18.4	7	7	27	.58
13	26.9	20	9.4	11	6	12	.47
14	8	20	8.3	5	8	16	.41
15	23	22	8.1	14	9	18	.37
16	8	24	8.2	6	11	16	.34
17	10	27	17.3	4	7	25	.65
18	15	23	11.2	5	9	17	.49
19	15	44	24.5	12	28	43	.56
20	29.9	30	16.6	6	7	19	.54
21	29.9	20	9	12	12	17	.45

Tabla (6.1). Tabla de los resultados obtenidos de los índices de diseño. Nomenclatura utilizada: η Índice de superficie.

Se puede identificar con el estudio, que el corrector que mejor cumple con el índice de compactibilidad es el modelo 17 gota, debido a que supera a los demás con un valor de 0.65. Se obtuvo un valor promedio para el índice de Compactibilidad de 0.44 por lo tanto, el conjunto de

correctores analizados tienen en promedio más de la mitad de su superficie sin utilizar, encontrando ahí un área de oportunidad de rediseño.

Analizando individualmente se verifica que 6 de los correctores logran tener un índice de Compactibilidad que supera el valor de 0.5 lo que nos permite observar que estos correctores poseen características de diseño competitivas, ver figura (6.5).

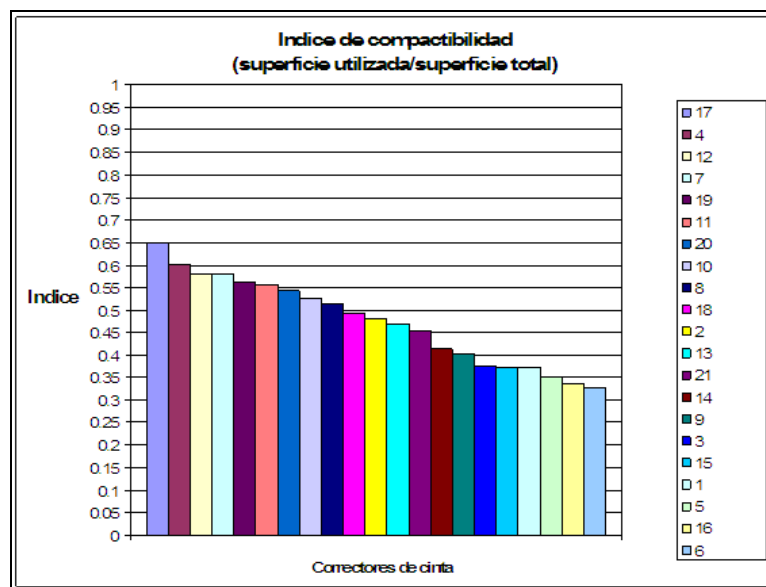


Figura (6.5). Índice de compactibilidad.

La figura (6.6), muestra una comparación entre los índices de peso, costo y número de partes. En el sistema de referencia propuesto, indica que en el eje de las abscisas se encuentra el índice de peso, en el eje de las ordenadas esta el índice de costo y además el tamaño de la burbuja representa otro índice el cual es el numero de partes.

Con el estudio de esta gráfica se puede encontrar una posición que satisface los requerimientos de manufactura, de ensamble y de margen de ganancia. Esto es que la burbuja se encuentre lo más cerca posible del origen en cuanto al índice de peso, debido a que afecta directamente los costos de manufactura en serie. Por otro lado en el índice de costo es conveniente que la burbuja este lo más alejada posible del origen, lo cual

indica un mayor margen de ganancia y en cuanto al tamaño de la burbuja se puede encontrar que entre mas pequeño sea representa menos partes y un producto mas sencillo. Por lo tanto se sabe que en esta gráfica para la muestra estudiada los correctores modelos 8 y 17 son los que mejor satisfacen la ubicación propuesta. Por otro lado los correctores 11 y 19 se encuentran en una ubicación distinta, ya que cuentan con un diseño demasiado robusto, (son modulares y por tal motivo, cuentan con un mayor número de partes y de funciones) y márgenes de ganancia pequeños.

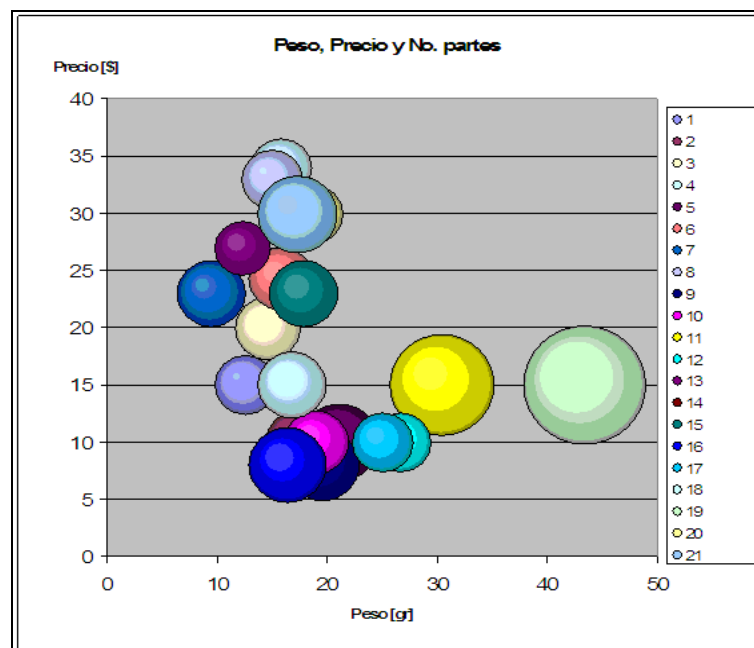


Figura (6.6). Índice de peso, precio y número de partes.

El índice precio/masa representa el grado del valor potencial de un producto, proceso o servicio. Para el presente análisis realizado, se encontró que aproximadamente la mitad de los correctores de cinta se ubican alrededor de medio peso por gramo y algunos correctores llegan a ser vendidos hasta en 2.5 pesos por gramo. Estos valores obtenidos para el índice precio/masa se justifican debido a que los correctores con un mayor valor en este índice ofrecen al consumidor un mayor valor agregado. Este comportamiento se muestra en la figura (6.7).

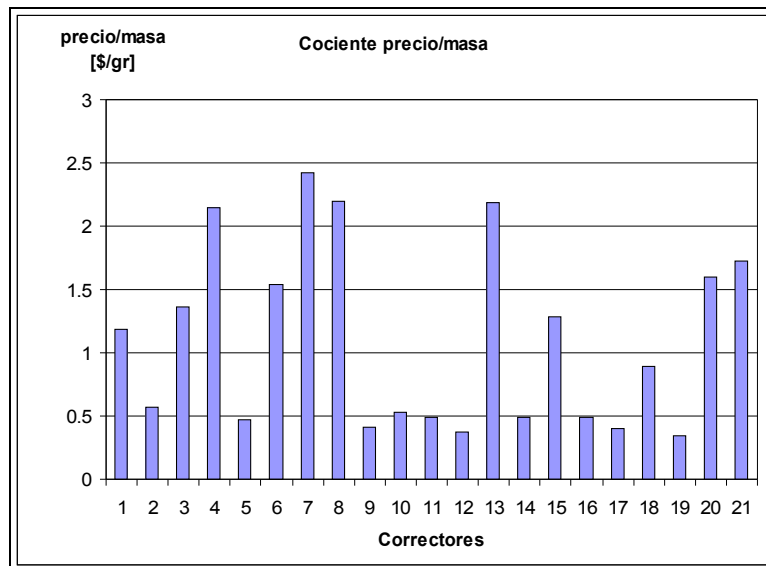


Figura (6.7). Índice del cociente de precio vs. masa

6.4.3) Fase 2. Análisis de la estructura funcional.

De acuerdo con los requerimientos de diseño se determina la función del sistema, es decir, en otras palabras se obtienen las relaciones entre las entradas y las salidas del sistema. Una vez que el problema ha sido propiamente formulado y que se han establecido los requerimientos de diseño, es posible establecer un diagrama de bloques basado en flujos de energía, material y señales para expresar las relaciones entre las entradas y las salidas de un sistema independiente de la solución al mismo.

En este caso de estudio del corrector de cinta, una determinada cantidad de cinta correctora es removida de un carrete y el problema es aplicar el sustrato corrector sobre una superficie de papel blanca de la manera más homogénea posible. El resultado en el sistema es un flujo de material con las funciones siguientes (como se muestra en la figura (6.8)):

- (2) Contener Material.
- (3) Transportar Material.
- (4) Conducir Material.
- (5) Transferir Material.
- (6) Prevenir el flujo del Material.
- (7) Contener Desecho.

De igual forma, también se tiene un flujo de energía (referirse a la figura (6.8)):

- (1) Transmitir Energía.
- (3) Transportar Material.
- (4) Conducir Material
- (5) Transferir Material.

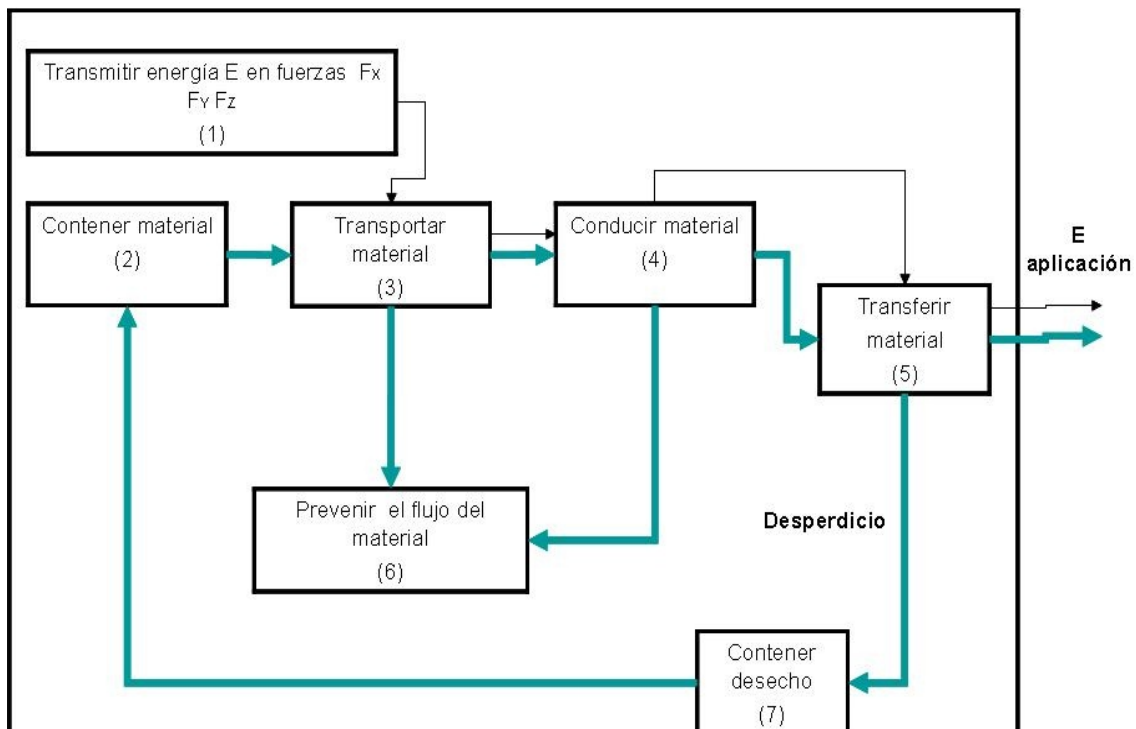


Figura (6.8). Diagrama funcional correspondiente a un corrector de cinta típico.

La división general de un sistema puede ser dividida en subfunciones en un paso posterior de la etapa de diseño. La combinación de subfunciones individuales da como resultado la estructura funcional que representa a la función general.

La figura (6.9), representa la estructura funcional de un corrector de cinta típico, la cual muestra los elementos del sistema, las funciones principales, las subfunciones correspondientes y las relaciones existentes entre ellas.

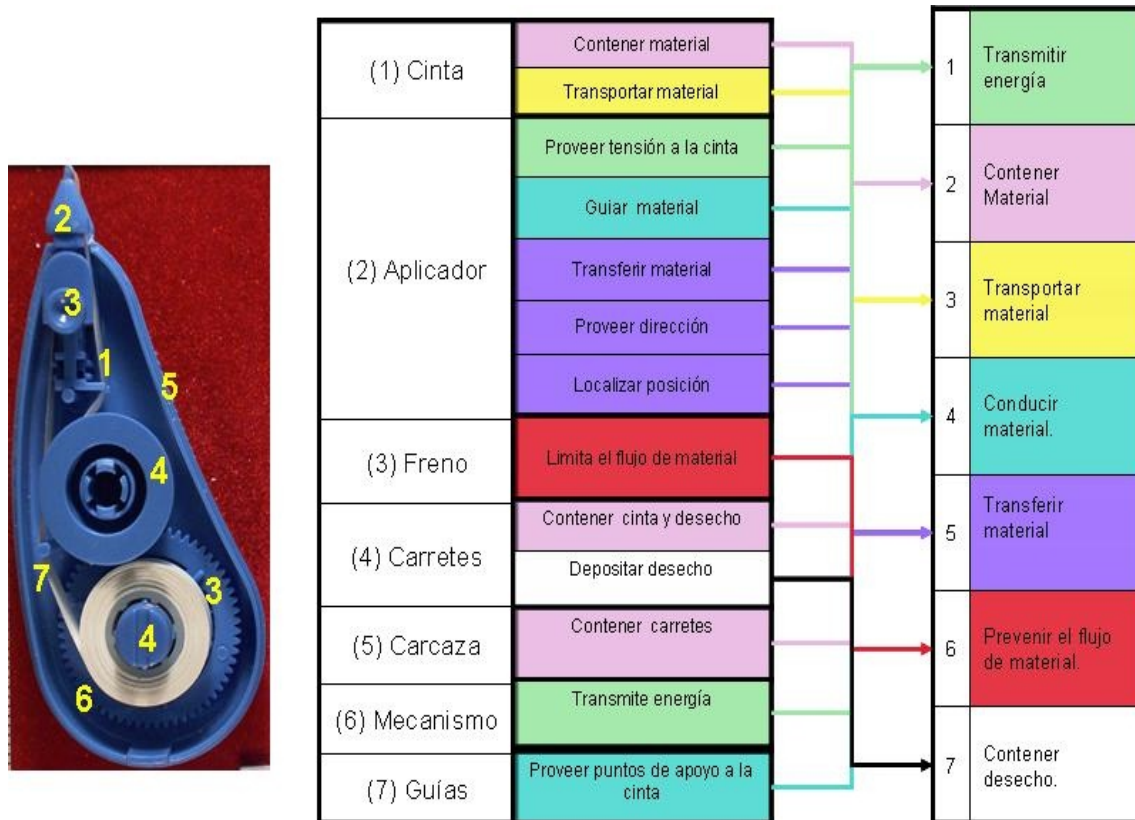


Figura (6.9). Estructura funcional correspondiente a un corrector de cinta típico.

De acuerdo con las especificaciones del problema, la estructura funcional puede ser modificada en lo correspondiente a sus subfunciones (adición, sustracción, o variación). Por este tipo de análisis es posible desarrollar sistemas modulares, agrupar funciones o simplificar funciones.

A continuación se muestran variantes de diagramas funcionales con los que se pueden adicionar, sustraer, o variar funciones en la búsqueda de soluciones más simples y económicas. Estos diagramas representan las gamas de soluciones del problema, donde hasta ahora son conocidos los correctores de cinta, tipo pluma, de brocha y esponja.

Este análisis es muy útil para desarrollar sistemas en los cuales al menos una solución con la apropiada estructura funcional es conocida, esto para el caso de diseños adaptativos, más que para diseños originales.

6.4.4) Fase 3. Desarrollo del diagrama funcional del producto.

El primer diagrama funcional mostrado corresponde a una solución cuyas funciones principales están por separado. Razón por la cual el problema puede ser simplificado en una etapa de rediseño posterior, figura (6.10).

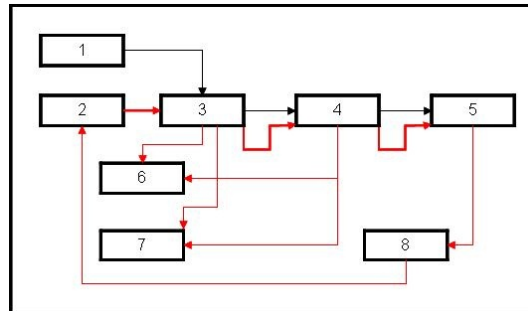


Figura (6.10). Propuesta de diagrama funcional número 1.

Para el siguiente diagrama funcional las funciones 2 y 3, y 6 y 7 se adicionan para buscar una nueva solución que cuente con un grado de claridad mayor al diagrama funcional número 1, ver figura (6.11).

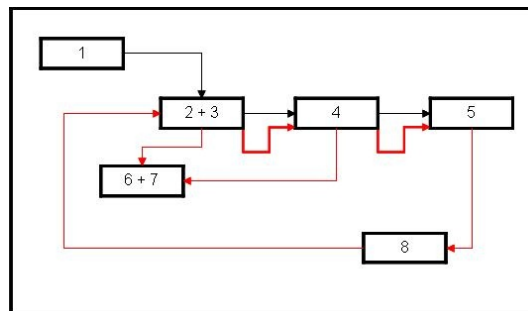


Figura (6.11). Propuesta de diagrama funcional número 2.

Para la tercera propuesta de diagrama funcional se mantiene la función 2 y se adicionan a las funciones 3 y 4, y 6 y 7. Con esta propuesta se logra otra alternativa de solución para el problema, como lo muestra la figura (6.12).

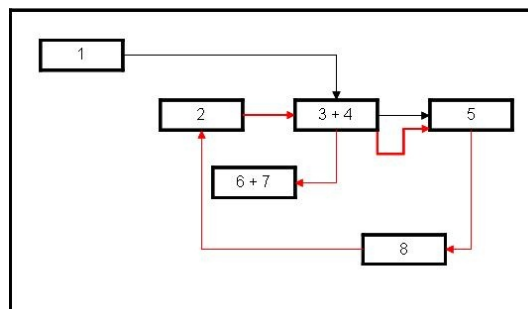


Figura (6.12). Propuesta de diagrama funcional número 3.

La cuarta propuesta de diagrama funcional, presenta funciones que han sido adicionadas hasta en bloques de tres y que originalmente se encontraban individualmente en serie (haciendo la analogía a los circuitos eléctricos). Sin embargo, se debe ser cuidadoso en este tipo de configuración pues se puede romper fácilmente el balance entre los elementos de la solución y las funciones que deben cubrir, ver figura (6.13).

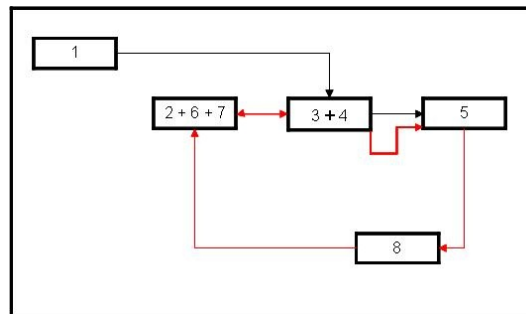


Figura (6.13). Propuesta de diagrama funcional número 4.

La quinta propuesta de diagrama funcional muestra una disposición de relaciones entre funciones abiertas, lo que plantea un sistema con un flujo transparente de materia y energía a través del sistema, ver figura (6.14).

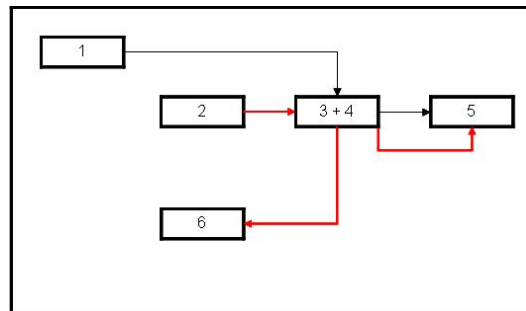


Figura (6.14). Propuesta de diagrama funcional número 5.

6.4.5) Fase 4. Exploración del espacio de soluciones.

El problema en cuestión a resolver cuenta con un espacio de soluciones muy grande. Para poder ubicarlo y estimarlo se puede desarrollar una Tabla Kernel, para con esto generar el número de soluciones posibles.

La tabla kernel se refiere a las funciones principales para resolver el problema y los correspondientes medios para lograrlo, los cuales a su vez se sub-dividen en mecanismos, material y procesos de manufactura.

Para la función “transmitir energía” se tienen 96 soluciones teóricas, sin embargo únicamente cuatro de los mecanismos, cuatro de los materiales y un proceso de manufactura son viables para dar solución a esta función, por lo que el número de soluciones para esta función es de 16 posibles soluciones reales, que representa el 17% de las soluciones teóricas. La tabla kernel (A2.2) correspondiente a este caso de estudio se muestra en el anexo 2.

A continuación se tiene la tabla (6.2), la cual muestra que existe en promedio el 40% de soluciones posibles en el espacio de soluciones.

Funciones principales	Soluciones teóricas	Soluciones reales	Porcentaje viable
Transmitir energía	96	16	17%
Contener material	80	25	31%
Transporte de material	2	2	100%
Conducir material	28	10	35%
Transferir material	56	20	35%
Prevenir flujo de material	84	20	23%
Soportar el corrector (estructural)	70	25	35%

Tabla (6.2). Espacio de soluciones.

6.4.6) Fase 5. Exploración, identificación del uso de principios de diseño.

Se pueden analizar los productos con el objeto de identificar principios de diseño que generalmente son usados por los diseñadores de forma rutinaria e inconsciente, en esta etapa del trabajo se busca identificar aspectos de diseño que se repiten en diferentes diseños y se tratan de enunciar o remarcar para resolver aspectos que muestran alguna mejora

en el desarrollo de los productos. Los principios de diseño que lograron visualizar en el corrector de cinta se mencionan a continuación.

1. Reducir el número de partes.

Para minimizar la oportunidad de obtener una parte defectuosa o un error de ensamble, para disminuir el costo total de fabricación y del ensamble del producto y también para mejorar las oportunidades de automatizar el proceso. Se ha notado para el caso particular de los correctores de cinta que se pueden tener dimensiones pequeñas, y reduciendo el número de partes se facilita el proceso de ensamble.

2. Diseña el ensamble a prueba de errores.

De modo que el proceso de ensamble sea preciso. Con este tipo de ensamble se logra tener cero posibilidades de errores. Se puede identificar que el corrector modelo 21 cuenta con este tipo de diseño.

3. Diseña para facilitar el ensamble.

Utilizando patrones simples de movimiento y minimizando los pasos de aseguramiento. Este principio de diseño aparece de manera sistemática en todo el conjunto de correctores analizados.

4. Transmite las cargas de la manera más directa y corta.

Se aprecia que los productos han evolucionado, de tal manera que se ha logrado pasar de el caso de manejar una mayor fuerza para hacer operar el sistema a fuerzas pequeñas que se transmiten en distancias cortas y de forma directa, es decir, en forma de una línea recta.

5. Prefiere elementos flexibles en lugar de pivotes.

El uso de pivotes en la punta de la cinta han venido evolucionando al caso de usar sistemas que utilizan una sola pieza pequeña de plástico que permite que se deforme al usarse, permitiendo tres grados de libertad en lugar de uno como originalmente se lograba.

6.5) Herramienta de apoyo.

Página web.

Para lograr la aplicación del Método de Proyectos y la solución de los mismos, es de suma importancia contar con grandes fuentes de información, lo que representa la habilidad de Repertorio de Tecnología, para cumplir este propósito se ha desarrollado una página web, la cual permite tener una comunicación entre alumnos y profesor. Es de primordial importancia la elección de la información que se presenta al estudiante de diseño, por este motivo se ha recopilado con mucho cuidado, de tal manera que el estudiante sea beneficiado en su consulta.

La información que se necesita en la mayoría de los casos para el desarrollo de proyectos requiere de un largo proceso de búsqueda lo que implica tiempo para lo alumnos, en la página se puede encontrar enlaces con distintas páginas que ofrecen piezas mecánicas, materiales, además, vínculos con presentaciones de temas relevantes, programas de cálculo para flechas, engranes y documentos donde se han aplicado procesos de diseño. Asimismo los estudiantes pueden tener un seguimiento de sus evaluaciones, las cuales pueden consultar y son controladas periódicamente.

6.5.1) La página web como medio de comunicación.

Un medio de comunicación es un sistema que permite poner en común ideas, pensamientos, información, sentimientos. Este sistema emplea un intercambio de mensajes, para poder lograrlo se necesitan dos partes las cuales son un código y un canal. Con el código empleamos elementos sensibles, signos o símbolos que representan contenidos de conocimiento emotivo o de razonamiento, que de acuerdo con algunas determinadas reglas los combinamos para realizar expresiones o mensajes. En cuanto al canal empleamos aspectos físicos como señales, colores, sonidos, imágenes y mecanismos que nos permiten transmitir los mensajes y hacerlos llegar de una persona a otra, desde un lado o espacio a otros, iteso [31].

6.5.2) Contenido de la página web.

Es de gran importancia conocer con que propósito se construye una página web, para conocer como debe ser su diseño y que debe contener. Para la enseñanza del diseño mecánico, el tema de la página a construir es completamente de ingeniería, por lo cual el contenido ha sido escogido minuciosamente y se asocia a distintas páginas secundarias, quedando de la siguiente forma:

- A. **Título: Diseño en ingeniería mecánica.**
- B. **Página principal:**
 - 1. **Temario de la asignatura.**
 - 2. **Aspectos de evaluación.**
 - 3. **Material didáctico.**
 - 4. **Proceso de diseño.**
 - 5. **Repertorio de componentes y tecnología.**
 - 6. **Proyecto carro de horno.**
 - 7. **Calificación final.**
 - 8. **Enlace a la página de la facultad de ingeniería.**
 - 9. **Enlace a la página de Universidad Nacional Autónoma de México.**
 - 10. **Enlace a video honda accord.**
- C. **Página dos. Aspectos de evaluación:**
 - 1. **Lista de asistencia.**
 - 2. **Lista de equipos.**
 - 3. **Lista de entregas.**
- D. **Página tres. Material didáctico:**
 - 1. **Diseño conceptual**
 - 2. **Ejemplo de diseño comparativo de correctores de cinta.**
 - 3. **Rodamientos.**
 - a. **Ejemplos de rodamientos.**
 - 4. **Ejemplo de una propuesta de diseño.**
 - 5. **Diseño funcional.**
 - 6. **Función y forma.**

7. **Presentación inicial del curso.**
 8. **Cojinetes.**
 9. **Diseño de ejes por fatiga.**
 10. **Engranés.**
 - a. **Face gear.**
 - b. **Gear theory**
 - c. **Programa para engranes.**
 - d. **Programa AGMA**
 - e. **Stock gears.**
 - f. **Miter gears.**
 - g. **Caso de diseño de engranes.**
 - h. **Plano de placa.**
- E. **Página cuatro: Proceso de diseño:**
1. **Innovación de producto.**
- F. **Página cinco: Repertorio de componentes y tecnología:**
1. **Diseño de resortes y muelles.**
 2. **Cálculo y selección de rodamientos.**
 - a. **<http://www.rbts.com/>**
 - b. **arnd54g1_demo.exe**
 - c. **http://www.engineersedge.com/friction/friction_calc_protected/shaft**
 - d. **<http://ki-direct.kingsbury.com/kingsbury/BearingSearch0.htm>**
 - e. **<http://sp.ggbearings.com/products.asp>**
 3. **Enlace a www.machinedesign.com**
 4. **Enlace a www.eurekamagazine.co.uk**
 5. **Enlace a www.designnews.com**
 6. **Enlace a www.memagazine.org**
 7. **Enlace a www.rim.com.mx**
 8. **Enlace a www.engineerlive.com**
 9. **Enlace a www.globalspec.com/**
 10. **Enlace a www.thomasnet.com/**
 11. **Enlace a www.kompass.com/**

12. **Enlace a www.yuk.es/**
13. **Enlace a www.renoldjeffrey.com**
14. **Enlace a www.warnerelectric.com**
15. **Enlace a www.rexnordantrieb.de**
16. **Enlace a www.nord-lock.com/**
17. **Enlace a www.dodge-pt.com/**
18. **Enlace a www.gates.com/**
19. **Enlace a www.smcyclo.com/**
20. **Enlace a www.baldor.com/**
21. **Enlace a www.martinsprocket.com/home.htm**
22. **Enlace a www.acerosfortuna.com.mx**
23. **Enlace a www.skf.com/**
24. **Enlace a www.uspto.gov/patft/**
25. **Enlace a www.european-patent-office.org/index.en.php**
26. **Enlace a <http://pergatory.mit.edu>**
27. **Enlace a www2.ing.puc.cl**
28. **Enlace a www.engineersedge.com**
29. **Enlace a <http://bidi.unam.mx>**
30. **Enlace a <http://cyclo.shi.co.jp>**
31. **Enlace a www.smcyclo.com**
32. **Enlace a www2.latech.edu**
33. **Enlace a www.tribology-abc.com/**
34. **Enlace a www.geocities.com/CapeCanaveral/1989/index.html**
35. **Enlace a www.hexagon.de/index.htm**
36. **Enlace a pergatory.mit.edu**
37. **Enlace a www.chempute.com**
38. **Enlace a www.mitcalc.com/**
39. **Enlace a www.sswt.com**

G. Página seis: Proyecto carro de horno:

1. **Apilación de canastilla.**
2. **Canastilla.**
3. **Canastilla tridimensional.**
4. **Carro.**
5. **Concentrado de imágenes.**

- 6. Diseño inicial.**
- 7. Información canastillas.**
- 8. Plano.**
- 9. Simulación 1.**
- 10. Simulación 2.**
- 11. Vista superior horno.**
- 12. Secuencia de operación gráfica.**

6.5.3) Visión y propósito de la página web.

En esta parte del trabajo se muestra de una forma clara y sencilla el diseño de la página, es decir, su aspecto visual de cada una de las páginas que integran al conjunto, desde la principal hasta cada una de las secundarias, en este sentido se puede especificar el medio con el cual se pretende ayudar a los estudiantes con la presentación de fuentes de información.

1. Página principal.

Diseño en Ingeniería Mecánica.

La intención de esta página principal en primera instancia, es lograr una impresión en el aspecto visual de los visitantes. Sin embargo, su propósito primordial es el de lograr una puerta para acceder en la totalidad de la página y su información, esta presenta temas clasificados y agrupados, además de un video de carácter curioso, el cual muestra distintos elementos de maquinas. Además enlaces a la UNAM y la Facultad de Ingeniería, figura (6.15).



Figura (6.15). Página principal.

2. Evaluación.

En esta página secundaria se enseña de forma práctica las evaluaciones que integran el curso, los equipos conformados, además de la asistencia del grupo a clases, como lo muestra la figura (6.16). Los enlaces conllevan a documentos de excel protegidos. Los alumnos pueden verificar el avance de sus calificaciones obtenidas, las cuales se controlan por periodos semanales.

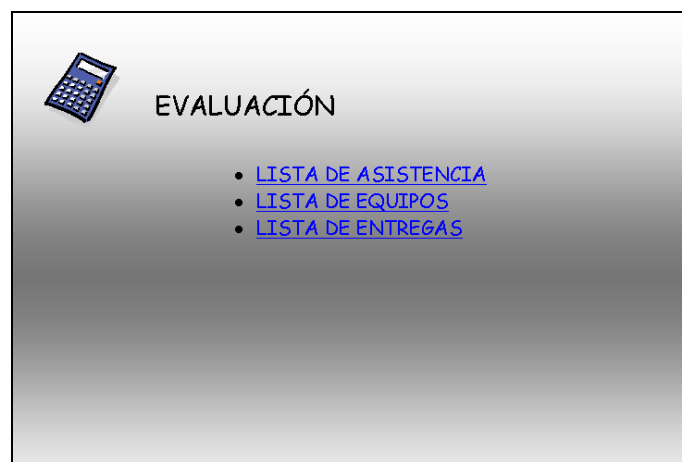


Figura (6.16). Página secundaria, evaluación.

3. Material didáctico.

Esta nueva página es de gran importancia, debido a que muestra una amplia información acerca de diseño, desde el enfoque conceptual hasta de elementos independientes de máquinas, para de esta forma interesar al alumno y además le sea de utilidad como ejemplo para aplicarlo probablemente en un proyecto de diseño, según sus propias necesidades, la figura (6.17) muestra esta página. En ella se puede ver documentos, artículos, presentaciones, programas de cálculo y figuras. El material didáctico que contiene esta página secundaria es primero la definición de diseño conceptual y un ejemplo de aplicación. Además se tiene diferentes presentaciones que involucran temas relevantes para el estudiante de diseño como son el ejemplo de una propuesta de diseño que ofrece un ejemplo de cómo se interactúa con la empresa cuando se trabaja en el diseño de un producto. Diseño funcional que permite el estudio de productos mediante el análisis de sus componentes. Función y forma en el cual se puede encontrar distintos ejemplos para el diseño de productos por este método. Diseño de ejes por fatiga, presenta un ejemplo del diseño de un eje para evitar fallas de forma detallada. Cojinetes muestra la definición de estos y varios ejemplos cuando están en uso. Por último en esta sección se enseñan rodamientos y distintos ejemplos de estos elementos en distintas formas de utilización. Cada uno de estos enlaces de la página esta dirigido a los alumnos que estudian diseño mecánico para que puedan conocer cosas que aun no identifican como elementos de máquinas y de igual forma para que aprendan diseño mediante ejemplos.

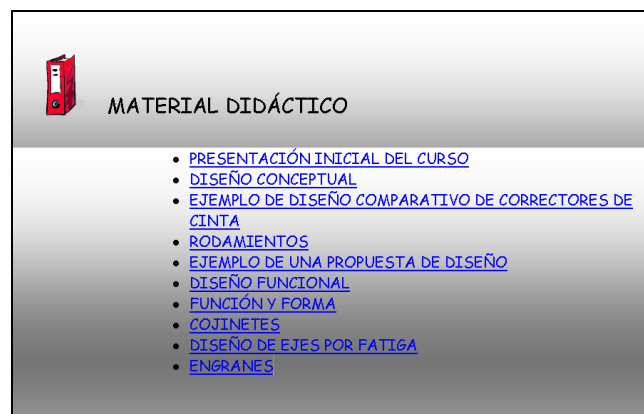


Figura (6.17). Página secundaria, material didáctico.

4. Proceso de diseño.

Esta hoja presenta un documento de una metodología de diseño para la innovación de productos para que el alumno logre conocer el procedimiento necesario para poder trabajar en el ámbito del diseño, mediante el comportamiento que deben adoptar las organizaciones o empresas, ver figura (6.18).

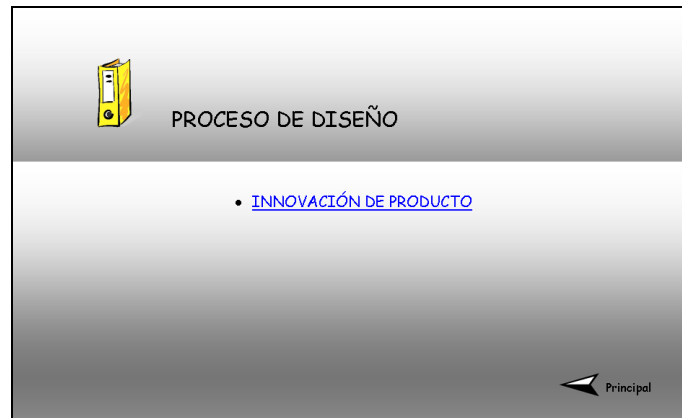


Figura (6.18). Página secundaria, proceso de diseño.

5. Repertorio de componentes.

En esta parte se ha logrado dar una basta información de los diferentes componentes que se pueden encontrar en el mercado. Se cuenta con enlaces a distintas páginas web acerca del tema, ver figuras (6.19) y (6.20). Primero se tiene diseño de resortes y muelles el cual es un enlace que permite encontrar distintos de estos componentes en la red y por otro lado en lo que se refiere a cálculo y selección de rodamientos, permite enlaces a distintos sitios que pueden ayudar al alumno a seleccionarlos, además de algún software para realizar cálculos.

La siguiente parte se refiere a componentes de máquinas, donde se han agrupado 15 páginas de la red que ofrecen componentes mecánicos, los cuales son de mucha importancia cuando se diseña una máquina. Estas páginas brindan rodamientos, engranes, cadenas, resortes y algunos materiales.



Figura (6.19). Página secundaria, repertorio de componentes



Figura (6.20). Página secundaria, repertorio de componentes. Componentes de máquinas.

6. Repertorio de tecnología.

Existe una diversidad de revistas de diseño, donde se exhiben proyectos novedosos y prácticos, son un buen instrumento para crear ideas en propios diseños, figura (6.21). Los enlaces son a distintas páginas de Internet como son la revista machine design y memagazine.

En esta sección se pretende que los alumnos puedan interactuar por este medio (revistas) con el mundo, hablando en términos de diseñar, de esta forma pueden conocer que se esta haciendo en otros países, además de la forma en como lo hacen y por tal motivo la información puede ayudar a satisfacer las necesidades de lo que realizan, como puede ser un proyecto de clase.



Figura (6.21). Página secundaria, repertorio de tecnología.

7. Patentes, cursos de elementos de máquinas en otras universidades y bases de datos de artículos técnicos.

Para lograr una investigación precisa de lo que interesa, se necesitan distintas fuentes de datos, como es el caso de las patentes ya que en muchas ocasiones para la realización de un diseño se debe recurrir a algunos diseños que tienen un propósito similar para colaborar en la creación de ideas. Además en esta sección se enseña como son impartidos cursos en distintas universidades para tener una amplia visión de cómo se enseña a diseñar en el exterior. Se dan enlaces a distintas páginas de internet, ver figura (6.22).

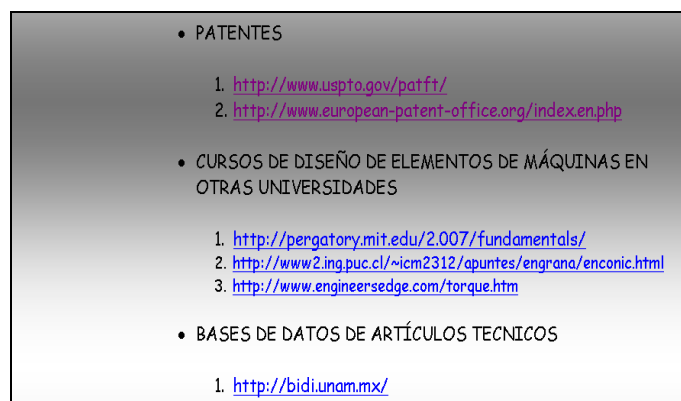


Figura (6.22). Página secundaria, patentes, cursos de elementos de máquinas en otras universidades y bases de datos de artículos técnicos.

8. Programas de cómputo para el diseño de elementos de máquinas.

Es de gran importancia saber como se realizan los cálculos para diseñar un componente, sin embargo, también es necesario saber utilizar programas que logren apoyar al diseñador, en esta sección se presentan

algunos programas importantes. Se logró enlazar con páginas en Internet, como se muestra en la figura (6.23).

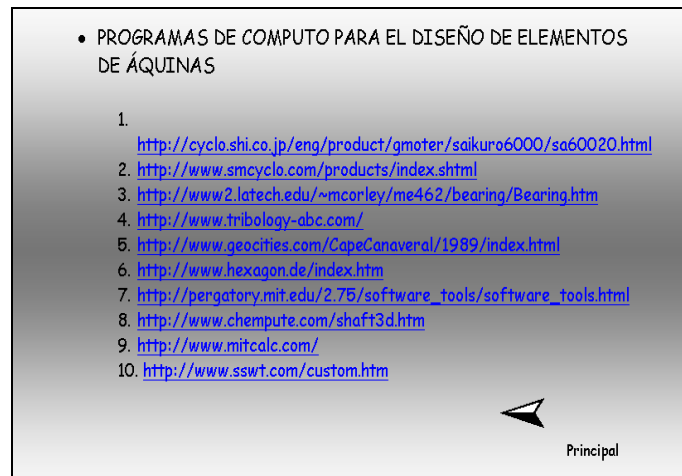


Figura (6.23). Página secundaria, programas de cómputo para el diseño de elementos de máquinas.

9. Proyecto de carro transportador de material para tratamiento térmico. Esta página puede ser de gran utilidad e importancia para los alumnos ya que en ella se puede encontrar toda la información y requerimientos para lograr realizar satisfactoriamente un proyecto semestral, en el caso de que el profesor decida llevar este proyecto. Contiene enlaces a documentos, imágenes y animaciones, como lo indica la figura (6.24). Se muestran los aspectos necesarios para conocer a detalle el problema, además de los requerimientos que el cliente proporciona para que los estudiantes cuenten con lo indispensable para desarrollar su propio diseño.

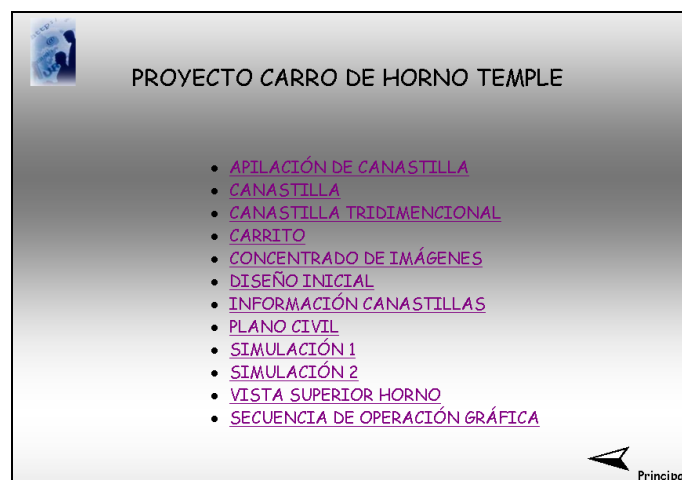


Figura (6.24). Página secundaria, proyecto de un carro transportador de material para tratamiento térmico.

Capítulo 7. PROYECTO GENERAL

El presente capítulo corresponde a la aplicación del proyecto general el cual involucra habilidades que complementan el aprendizaje de los alumnos, este proyecto se encuentra enfocado a la materia de diseño que se presenta y es elaborado por el profesor que imparte la materia.

Para esta parte el alumno ya conoce diversas habilidades y puede ocupar lo que ha logrado aprender en lo demás proyectos que ha realizado, con su respectiva herramienta.

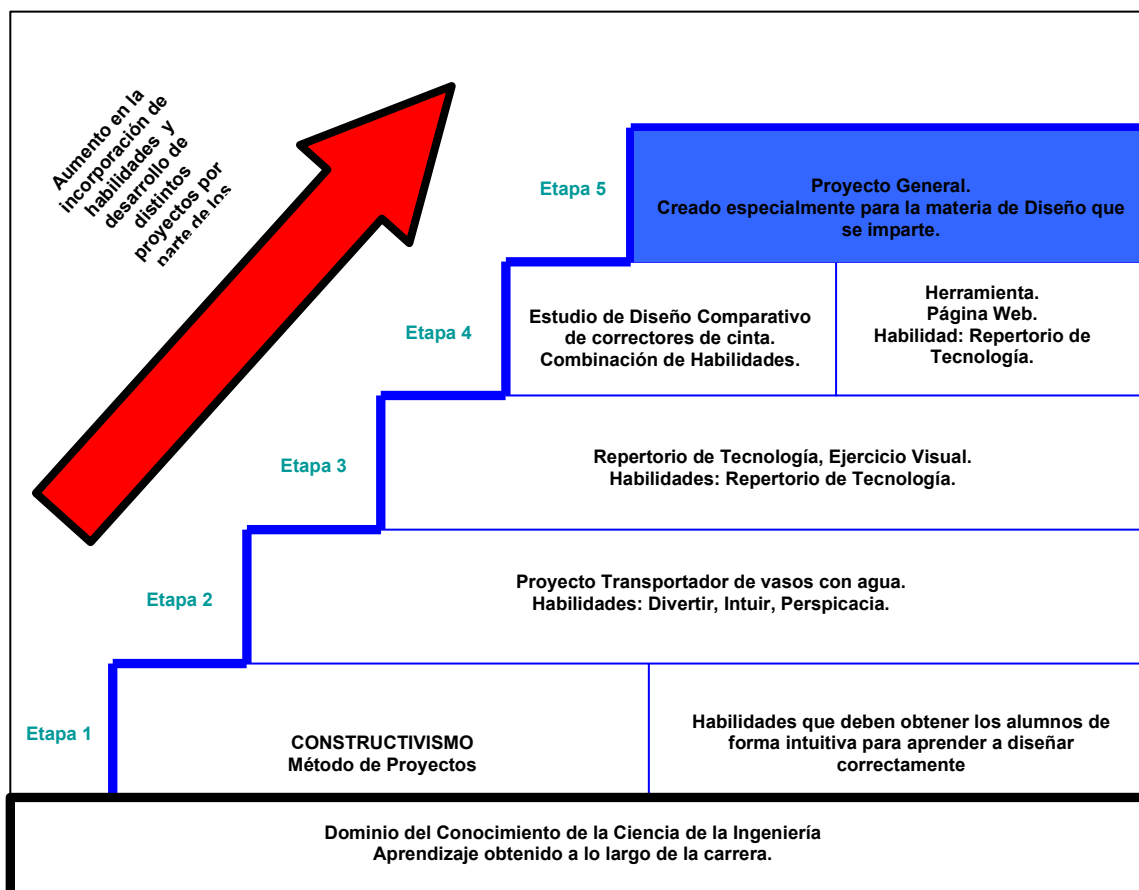


Figura (7.1). Etapas del proceso de enseñanza por el método de proyectos. Etapa 5.

En los dos últimos semestres, se ha integrado el método de proyectos a la materia de diseño de elementos de máquinas, es decir, un grupo en el semestre 2007-1 y otro en 2007-2, con la finalidad de que los alumnos aprendan adecuadamente a diseñar de una forma más práctica.

Con el propósito de satisfacer el método de proyectos, es decir la realización de un proyecto que abarque las habilidades deseables en los ingenieros de diseño, los estudiantes durante el semestre desarrollaron el diseño de un carro transportador de material para tratamiento térmico, el cual se presenta en este capítulo a manera de ejemplo para ilustrar un proyecto que es utilizado para alumnos de la materia de diseño de elementos de máquinas.

Con este trabajo se pueden aplicar los distintos temas que conforman el temario de la materia de diseño de elementos de máquinas, como son diseño de ejes, engranes, rodamientos, elementos flexibles, muelles y resortes y además criterios importantes de diseño, como es el caso de diseño conceptual y diseño de detalle.

Para su realización se formaron grupos de 3 personas y en algunos casos de 2, de un total de 68 alumnos para los dos semestres, por lo tanto se logró un total de 25 equipos. A continuación se muestra la realización del proyecto a manera de ejemplo.

7.1) Diseño de un vehículo transportador de material para tratamiento térmico.

- Necesidad

Transportar material de tratamiento térmico sobre una guía definida y situada en el suelo.

- Planteamiento del problema

Diseñar un vehículo que transporte material de tratamiento térmico y que soporte una carga mínima de 3,546 kg, con costo mínimo y nulo mantenimiento.

- Objetivos y alcances

Obtener un vehículo que soporte una carga mínima de 3,546 Kg. con bajo costo de manufactura, que no requiera mantenimiento y tenga una larga vida útil.

- Amplitud de problema

1. El vehículo se encuentra en reposo y recibe la carga, se mueve sobre la guía con el material y se detiene debajo del horno.
2. Después de que el elevador retira el material del vehículo, éste retrocede para situarse en su posición inicial.
3. Al término del tratamiento térmico, el vehículo avanza nuevamente para colocarse abajo del horno y recibir el material tratado.
4. El vehículo vuelve a trasladarse con el material a su posición inicial.

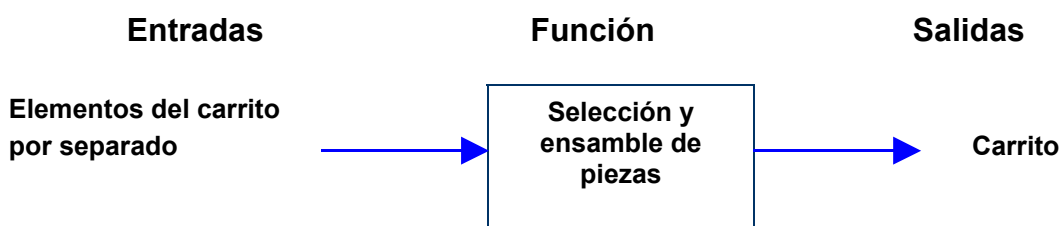


Figura (7.2). Diagrama de caja negra

Requerimientos

- **Tabla de requerimientos.**

Proyecto: Vehículo transportador de material de tratamiento térmico.	
No	Requerimiento
1	Fiable y funcional.
2	Soporte cargas de 3,546 kg.
3	Utilizar los rieles de las vías existentes.
4	Vida útil.
5	Fácil de operar.
6	Bajo costo de operación.
7	Rentable.
8	Nulo mantenimiento.
9	Eficaz
10	Respetar dimensiones establecidas.
11	Bajo costo de manufactura.
12	Estética

Tabla (7.1). Requerimientos.

- **Jerarquización de requerimientos.**

Proyecto: Vehículo transportador de material de tratamiento térmico.		
No	Requerimiento	Importancia
1	Fiable y funcional.	5
2	Soporte cargas de 3,546 kg.	5
3	Utilizar los rieles de las vías existentes.	4
4	Vida útil.	4
5	Fácil de operar.	5
6	Bajo costo de operación.	5
7	Rentable.	5
8	Nulo mantenimiento.	4
9	Eficaz	4
10	Respetar dimensiones establecidas.	5
11	Bajo costo de manufactura.	5
12	Estética	2

Tabla (7.2). Jerarquización de requerimientos.

Escala 1-5 donde
1 es el menor y
5 es el mayor

Especificaciones

- Hoja de especificaciones

Especificaciones del proyecto					
Nombre del proyecto: Vehículo transportador de material de tratamiento térmico					
	Especificación	observaciones	Cantidad	Tol.	Unidades
1	Físicas				
1.1	Dimensiones				
1.1.1	Largo		2880		mm
1.1.2	Ancho		1370		mm
1.1.3	Alto		700		mm
1.2	Peso aproximado				Kg.
2	Técnicas				
2.1	Periodos de operación anuales		12		mese s
2.2	Duración del periodo a la semana		6	+1	días
2.3	Duración del proceso		14		segu ndos
2.4	Tipo de alimentación		127		V
2.5	Vida útil del vehículo		35		años
2.6	Mantenimiento preventivo	Casi nulo			
2.7	Mantenimiento correctivo	Anual			
2.8	Velocidad		0.5		m/s
3	Condiciones de uso				
3.1	Humedad ambiental	Torreón			%
3.2	Temperatura de operación				
3.2	Tipo de control	On/off, dirección y botón de paro			
3.3	Movilidad	si			
5	Costos	Inversión: \$90,000.00			Peso s
5.1	Manufactura				\$
5.2	Materiales				\$
5.3	Piezas comerciales				\$
5.4	Instalación	No incluido			\$

Tabla (7.3). Hoja de Especificaciones.

Estructuras funcionales

- Funciones y estructuras

Tratando de encontrar la mejor solución de transporte de material de tratamiento térmico y respondiendo a las necesidades del cliente y especificaciones se ofrece la siguiente propuesta:

Un vehículo formado por elementos comerciales de fácil adquisición y al menor costo posible, pero en conjunto, con gran capacidad de carga y vida útil.

Nuestra propuesta contempla los siguientes sistemas: sistema de control, sistema motriz y sistema de transmisión.

- **Diagrama funcional**

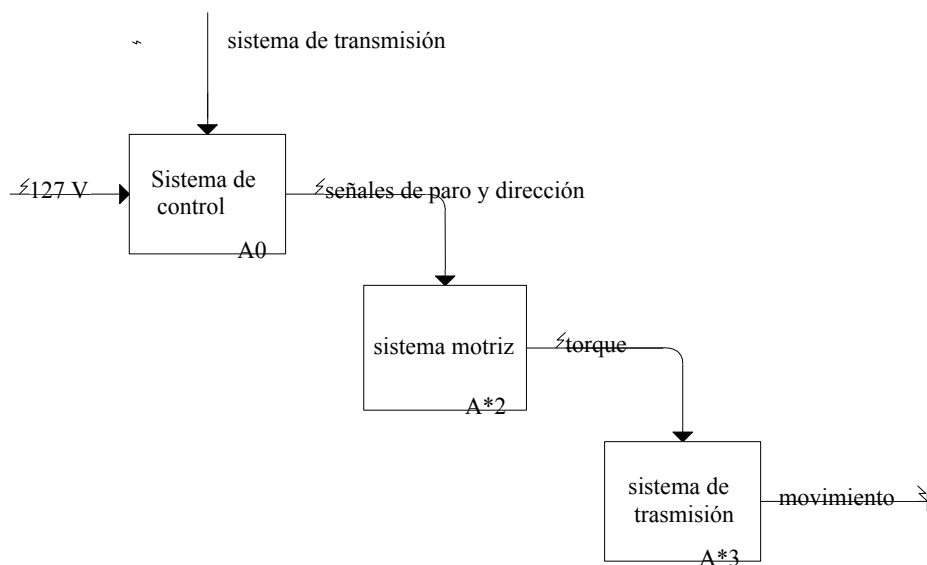


Figura (7.3). Diagrama funcional.

- **Descripción de funciones**

- **Sistema de control**

El sistema de control es la parte que regula la manera de operar de nuestro dispositivo, mediante interruptores o switches. El sistema contará con un interruptor de encendido y apagado, un interruptor que controle la dirección del sistema motriz y un dispositivo de paro de emergencia por si llegara a presentarse algún error que pudiera poner en riesgo tanto al operario como a la producción. Este sistema será alimentado por energía eléctrica convencional de 127 volts y su salida alimentará al sistema motriz.

- **Sistema motriz**

El sistema motriz es regulado directamente por el sistema de control, y su función es darle movimiento al sistema de transmisión. Este sistema es un motor monitoreado y alimentado por el sistema de control, se controlará su encendido, paro y sentido de giro.

- Sistema de transmisión

El sistema de transmisión cuenta con piezas mecánicas que gracias al movimiento proporcionado por el sistema motriz puede desplazar la carga a través de la guía. En esencia, el sistema de transmisión cuenta con elementos comerciales capaces de soportar y transportar grandes cargas.

Diseño conceptual

- Generación de alternativas funcionales
- Sistema motriz



<p>Concepto 1</p> 	<p>Descripción</p> <p>Motor dc: Tienen la ventaja de ser mas fáciles de controlar que los de alterna ya que solo hay que controlar la amplitud. Motores de imanes permanentes. Motor serie. Motor de excitación independiente. - grandes pares de arranque - alto margen de regulación de su velocidad - alimentación, y regulación de su velocidad sencillos y económicos.</p>
<p>Concepto 2</p>  <p>Serie I Serie S Serie RBC Serie DX</p>	<p>Motorreductor: En todo tipo de industria siempre se requiere de equipos, cuya función es variar las r.p.m. de entrada, que por lo general son mayores de 1200, entregando a la salida un menor número de r.p.m., sin sacrificar de manera notoria la potencia. Esto se logra por medio de los reductores y moterredutores de velocidad.</p>

Tabla (7.4). Generación de alternativas, Sistema motriz.

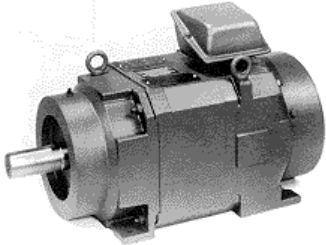
<p>Concepto 3</p> 	<p>Motor ac: Son más difíciles de controlar que los de continua ya que hay que controlar la frecuencia de la tensión de alimentación y la amplitud de esta tensión. En los motores de corriente alterna se pueden distinguir los siguientes tipos: Motor asíncrono. Motores asíncronos de anillos rozantes. Motores de jaula de ardilla Motor síncrono. Motor de reluctancia variable.</p>
--	--

Tabla (7.4). Continuación, generación de alternativas, sistema motriz

- **Sistema de transmisión**

<p>Concepto 1</p> 	<p>Descripción Transmisión por banda</p> <p>Medio económico para transmitir potencia de una flecha a otra, operan suave y silenciosamente y pueden absorber cargas de choque apreciables. No son tan durables o fuertes como las transmisiones por cadena o engranajes. Tipos de banda para transmisión de potencia: banda tipo listón, banda plana, bandas V, bandas sincronas.</p>
<p>Concepto 2</p> 	<p>Descripción Transmisión por cadena</p> <p>Pueden ser usadas con distancias entre centros arbitrarias, comparadas con los engranajes resultan más económicas y simples de instalar y operar, se prefieren en casos de servicio pesado. Las cadenas pueden clasificarse en precisas y no precisas.</p>

Tabla (7.5). Generación de alternativas, sistema de transmisión.

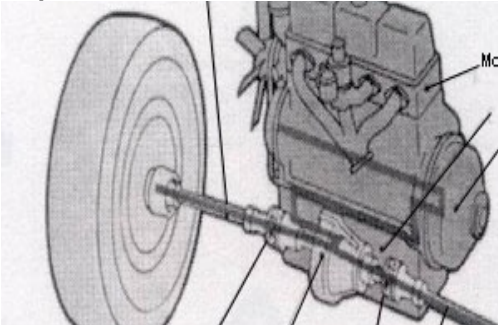

<p>Concepto 3</p> 	<p>Directa Al motor puede montarse transversalmente en la parte trasera o delantera. Sus ejes son paralelos al eje de las ruedas, por lo que no es preciso un engranaje. La reducción final se realiza mediante un reductor acoplado al motor.</p>
<p>Concepto 4</p> 	<p>Engranajes Constituyen el tipo más durable, robusto y eficiente. Constituyen asimismo el tipo más costoso. Forman transmisiones cuya relación de velocidad es normalmente fija, pero pueden lograrse un número limitado de cambios en la relación, intercambiando los engranes en contacto. Las transmisiones se clasifican de acuerdo a su aplicación en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Automotrices - Cajas de transferencia - Engranajes marinos - Mandos hidráulicos - Transmisiones industriales

Tabla (7.5). Continuación, generación de alternativas, sistema de transmisión.

• **Matriz de decisión**

Criterios de diseño	Sistema motriz	Sistema de transmisión
Costo	25	25
Fácil operar	15	15
Mantenimiento	20	20
Velocidad	10	10
Seguridad	15	15
Fácil manufactura	15	15
TOTAL	100	100

Tabla (7.6). Matriz de Decisión.

Diseño a detalle

- **Modelado**
- **Sistema motriz**

Debido a los resultados obtenidos se opto por un motorreductor corona sin fin para el sistema motriz, ya que es el más adecuado para cumplir con los requerimientos y nos permite transmitir directamente el movimiento. Los motorreductores conformados por un tren de reducción

tipo Sinfin-Corona, están contruidos en forma universal, el cual se aloja dentro de un cuerpo central (carcaza) y dos tapas laterales. Estos equipos se ofrecen para potencias desde 1/3 de Hp hasta 70 Hp con torques de salida que van desde 0.9 [Kg-m] hasta 1500 [Kg-m].

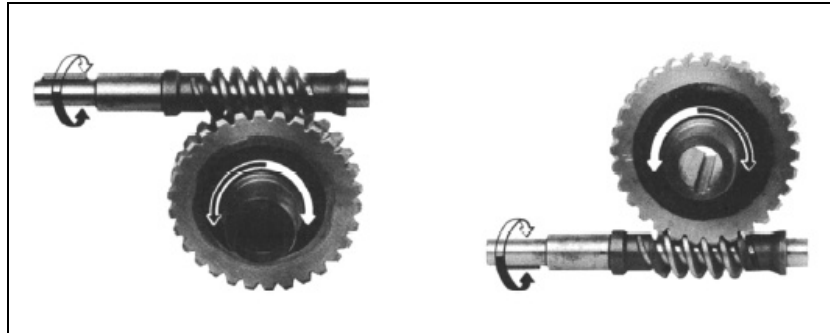


Figura (7.4). Funcionamiento del reductor corona sin fin.

Los Reductores ó Motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Las transmisiones de fuerza por correa, cadena o trenes de engranajes que aún se usan para la reducción de velocidad presentan ciertos inconvenientes.

Al emplear motorreductores se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Los motorreductores se suministran normalmente acoplado a la unidad reductora un motor eléctrico normalizado asincrónico tipo jaula de ardilla,

totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios y 60 Hz.

Para proteger eléctricamente el motor es indispensable colocar en la instalación de todo Motorreductor un guarda motor que limite la intensidad y un relé térmico de sobrecarga. Los valores de las corrientes nominales están grabados en las placas de identificación del motor.

Para seleccionar adecuadamente una unidad de reducción se tomó en cuenta la siguiente información básica:

- **Características de operación:**
 - **Potencia (HP tanto de entrada como de salida)**
 - **Velocidad (RPM de entrada como de salida)**
 - **Troqué (par) máximo a la salida en kg-m.**
 - **Relación de reducción (I).**

- **Características del trabajo a realizar.**
 - **Tipo de máquina motriz (motor eléctrico, a gasolina, etc.)**
 - **Tipo de acople entre máquina motriz y reductor.**
 - **Tipo de carga uniforme, con choque, continua, discontinua etc.**
 - **Duración de servicio horas/día.**
 - **Arranques por hora, inversión de marcha.**

- **Condiciones del ambiente**
 - **Humedad**
 - **Temperatura**

- **Ejecución del equipo**
 - **Ejes a 180°, ó, 90°.**
 - **Eje de salida horizontal, vertical, etc.**

Selección de potencia

Es difícil encontrar en la práctica, que una unidad de reducción realice su trabajo en condiciones ideales, por tanto, la potencia requerida por la máquina accionada, debe multiplicarse por un factor de servicio F_s , factor que tiene en cuenta las características específicas del trabajo a realizar y el resultado, llamado potencia de selección, es el que se emplea para determinar el tamaño del reductor en las tablas de selección.

Potencia de selección (P_n)= Potencia requerida (P_r) X F_s .

- Sistema de transmisión

Se seleccionó el concepto 3, ya que además de reducir los costos, es el más sencillo de implementar. La transmisión del movimiento será de manera directa hacia uno de los ejes del carrito que a su vez provocará el giro de las ruedas sobre los rieles. Por lo tanto, se enfocó al diseño del eje y la selección de los rodamientos o cojinetes de las ruedas y su lubricación, tomando en cuenta las especificaciones y los resultados obtenidos de los cálculos realizados.

Piezas seleccionadas

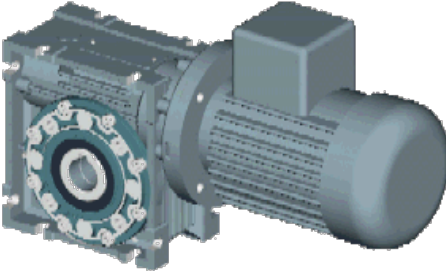
Pieza	Descripción
<p data-bbox="391 1377 582 1411">Motorreductor</p> 	<p data-bbox="774 1377 1260 1892"> Marca: Lentax Modelo: B100 Potencia mecánica [HP]: 1.54 Relación: 50.00 Velocidad de entrada [rmp]: 900 Velocidad de salida [rpm]: 18.00 Factor de seguridad: 1.54 Rendimiento: 0.60 Carga Radial adm. [DaN]: 710 Carga Axial adm. [DaN]: 331 Peso del reductor [Kg]: 22.00 Forma constructiva: 1 a b Potencia del motor [HP]/N polo: 1,00/8 Tamaño del motor: 100 Tipo del motor [Kg]: Stándar Peso del motor [Kg]: 30.00 Peso del conjunto [Kg]: 52.00 </p>

Tabla (7.7). Piezas seleccionadas.

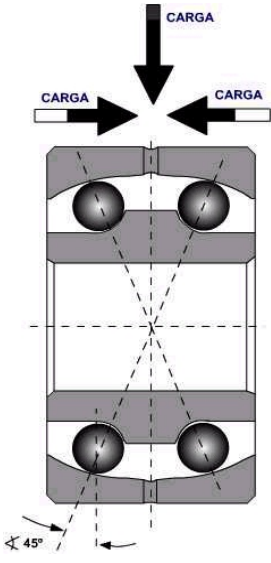

<p style="text-align: center;">Eje</p>	<p>Material: acero 4140 Diámetro [mm]:40 Longitud [mm]: 1000</p>
<p style="text-align: center;">Rodamientos</p> 	<p>Rodamientos oscilantes de bolas</p> <p>Son un rodamiento de doble hilera de bolas y con un camino de rodadura esférico-cóncavo en el aro exterior, de esta forma es autoalineable soporta fuertes cargas axiales y puede compensar errores de alineación, flexiones del eje y deformaciones del soporte.</p>
<p style="text-align: center;">Ruedas</p> 	<p>Pieza #: W-820-S-3/4 Disponibilidad: Entre 24 y 48 horas Descripción: Rueda de acero inoxidable Hamilton de 8" de diámetro x 2" de ancho.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Tipo: Acero Inoxidable. <input type="checkbox"/> Material: Acero Inoxidable. <input type="checkbox"/> Capacidad de balanceo: Alta <input type="checkbox"/> Capacidad relativa: Alta <input type="checkbox"/> Operaciones reservadas: No <input type="checkbox"/> Protección del piso: Pobre <input type="checkbox"/> Resistencia de amortiguador: Bajo <input type="checkbox"/> Resistencia al impacto: Media <input type="checkbox"/> Resistencia a la humedad: Alta <input type="checkbox"/> Resistencia a la abrasión: Alta

Tabla (7.7). Continuación, Piezas seleccionadas.

Como se puede ver en el ejemplo que se presenta, se utilizó el aprendizaje obtenido en cada una de las etapas anteriores, es decir, lo referente a los capítulos anteriores de esta Tesis, además de las habilidades requeridas. A continuación se muestra un estudio que permite observar lo que han logrado aprender y como lo ocuparon en su proyecto.

7.2) Experiencias.

7.2.1) Carro transportador de vasos de agua.

El proyecto carro transportador de vasos de agua ayuda al alumno en primera instancia en la elaboración del proyecto general, ya que permite enfrentar un problema de manera intuitiva y encontrar una solución. Por lo que los alumnos pueden avanzar y cada vez dar solución a problemas más complejos. En esta etapa se adquieren las habilidades de divertir, intuir y perspicacia, lo cual representa una primera enseñanza para lograr ser un buen diseñador mecánico.

7.2.2) Repertorio de tecnología.

La realización del ejercicio fue satisfactoria, la mayoría de los estudiantes asistieron a estas clases, durante el lapso de aplicación se aprecia un gran interés por parte de los alumnos en conocer e identificar componentes que no conocían y que son de gran utilidad para continuar con la teoría de la asignatura. En el transcurso de clases, cuando necesitaban entender el funcionamiento, diseño o selección de un componente, rápidamente lograban visualizar el elemento que les permite satisfacer el problema. De igual manera en el análisis del proyecto general se aprecia una correcta selección de componentes importantes para lograr el diseño. Esto representa que se ha logrado adquirir la habilidad de repertorio de tecnología para la materia de diseño de elementos de máquinas.

7.2.3) Estudio de diseño comparativo.

El proceso de diseño realizado para el carro transportador de material para tratamiento térmico involucró en su inicio la parte correspondiente al diseño conceptual, en la cual se detectó un estudio de funciones que implica una caja negra en la que se muestra una entrada y una salida, además de una función general que representa el problema, y también, como siguiente paso, una descomposición de funciones la cual ofrece una visión más exacta de lo que se necesita cumplir para lograr el diseño

del carro transportador. En esta etapa del proyecto los 25 equipos analizados realizaron el análisis de funciones, es decir, el 100% de los estudiantes.

El siguiente aspecto detectado fue la incorporación de una tabla kernel [13, 14], para mediante las funciones del sistema ampliar el espacio de soluciones al problema, la cual fue de bastante utilidad, ya que de esta manera tuvieron una visión de lo necesario para continuar con el desarrollo de su proyecto. Se observó por lo tanto, que la utilización de la tabla fue de 23 equipos y solamente 2 de ellos no lo hicieron, lo que representa un 92%.

La figura (7.5), representa cada una de las fases exhibidas en el estudio de diseño comparativo”, además de la cantidad de trabajos que contienen el uso de cada una de estas fases, con lo cual se puede verificar que predomina el estudio de funciones y la tabla kernel.

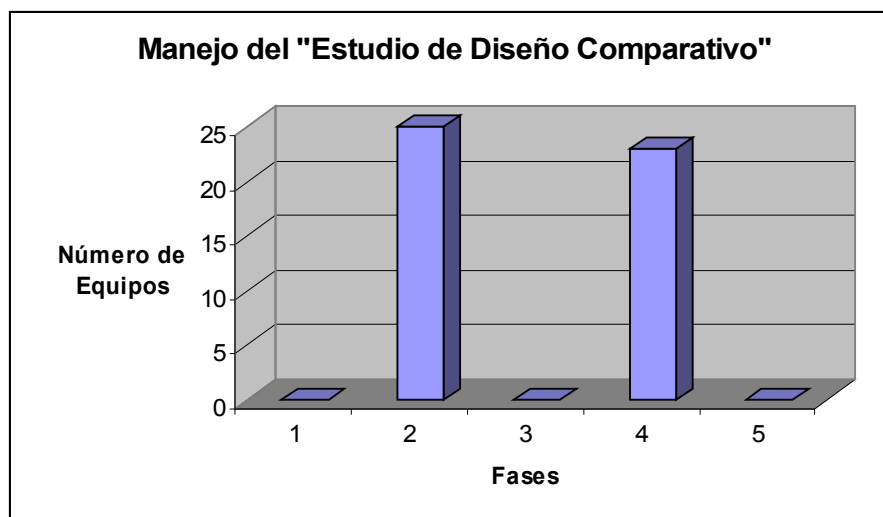


Figura (7.5). Gráfica que representa la cantidad de equipos que utilizaron las fases que representan el estudio de diseño comparativo.

Como se puede apreciar los alumnos han logrado aprender conceptos desde los primeros proyectos realizados, lo que ha servido significativamente para el desarrollo de las etapas iniciales (diseño conceptual), del proyecto de la materia diseño de elementos de máquinas. El estudio de diseño comparativo representa las habilidades necesarias

en los alumnos de diseño mecánico, por tal motivo es de gran utilidad para la elaboración de el proyecto general, es decir pueden aplicar los conocimientos adquiridos hasta esta etapa y tienen consigo las habilidades que los ayudan a realizarlo satisfactoriamente.

7.2.4) Página web.

La página web ha sido una herramienta muy utilizada en la asignatura y en la realización del proyecto general ya que representa un importante medio de comunicación entre el alumno y el profesor, además de una gran fuente de información. Un aspecto identificado es la utilización de enlaces que proporciona la página web a otras páginas relacionadas con la materia, ya que igualmente en el análisis del desarrollo de su proyecto, en el caso de selección de elementos comerciales, se ubicaron páginas que fueron proporcionadas, las cuales les permitieron comparar entre diversas características para su correcta elección. La figura (7.6), muestra el número de equipos que utilizaron los distintos enlaces de la página web para la elaboración de sus proyectos de clase.

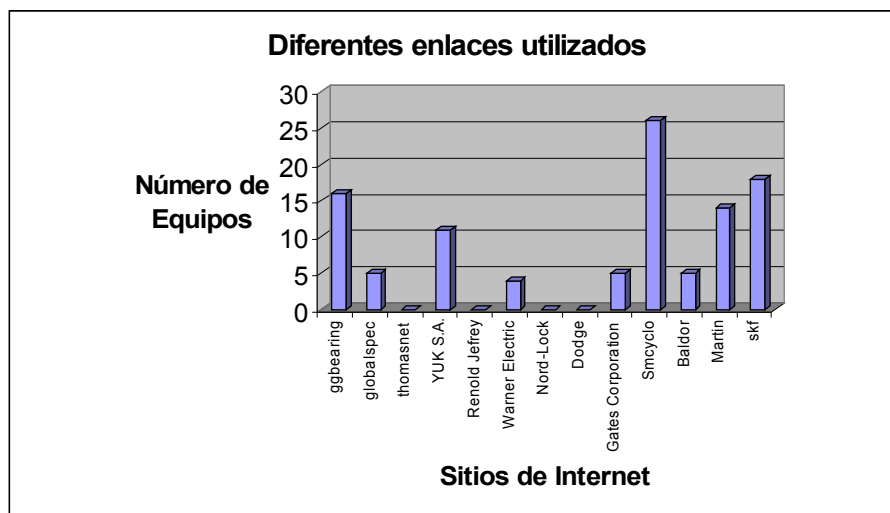


Figura (7.6). Gráfica que muestra sitios utilizados en la página web.

De igual manera se destaca el uso de algunos programas de apoyo para cálculo de ejes y elementos de máquinas que fueron utilizados como un medio de comparación con sus resultados obtenidos. La figura (7.7), muestra los sitios que más fueron utilizados.

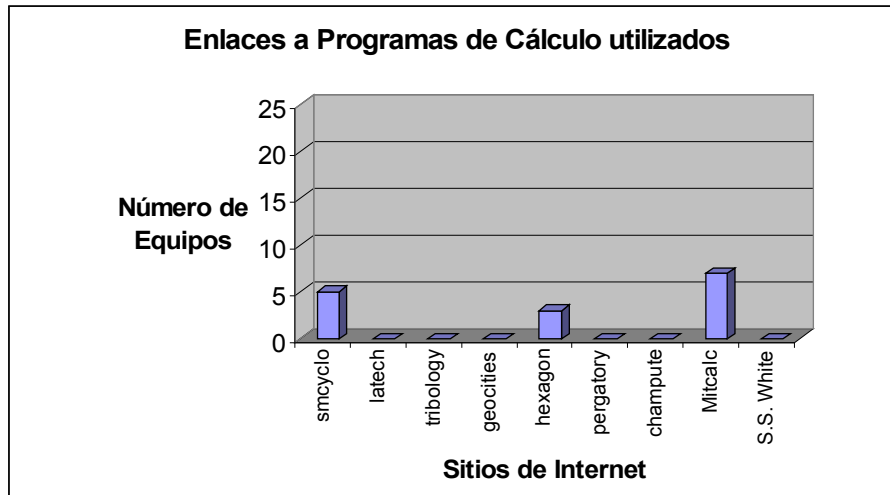


Figura (7.7). Enlaces programas de cálculo utilizados por los estudiantes.

En la consulta de la página web se encuentran artículos, documentos e información importante de gran ayuda para el estudiante, de igual forma, se sabe que los estudiantes optaron por su utilización, en forma de ejemplo para facilitar el desarrollo de su proyecto. La figura (7.8), muestra la cantidad de equipos que utilizaron estos documentos.

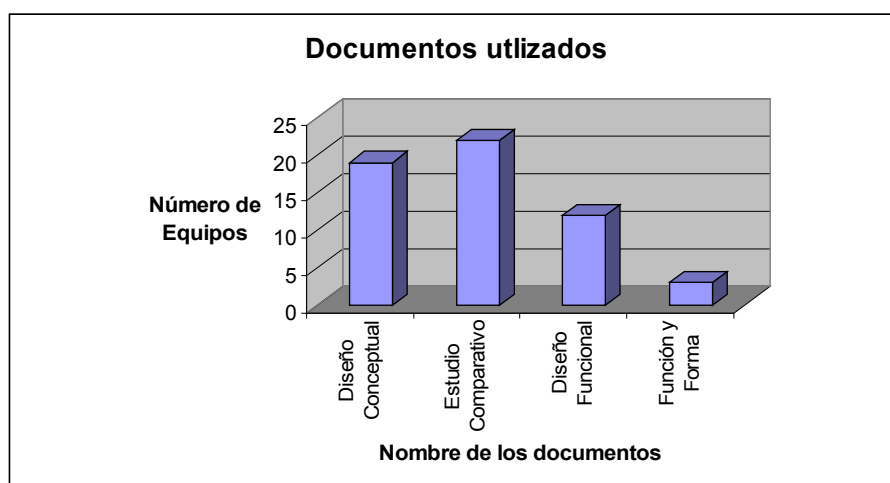


Figura (7.8). Documentos utilizados por lo estudiantes como ejemplo, para la realización de su proyecto de clase.

Por último en el análisis de trabajos finales se puede verificar el uso de enlaces a páginas donde pueden realizar una estimación de los diferentes materiales que existen en el mercado, además de considerar costos y realizar comparaciones entre las distintas compañías que se encuentran en este entorno, se sabe que la página más consultada para este propósito es la que corresponde a la compañía aceros fortuna.

Por lo mencionado se puede constatar que la totalidad de los alumnos consultaron la página web para diferentes actividades, lo que representa un 100 % de la población de estudiantes de los dos grupos estudiados. Cabe mencionar que es de gran importancia que los alumnos optaran por la utilización de esa herramienta ya que de esta forma también logran completar la habilidad de repertorio de tecnología.

Capítulo 8.

CONCLUSIONES.

Con la elaboración de este trabajo se ha logrado satisfacer la realización de una metodología que utiliza proyectos para colaborar en la enseñanza del diseño, es decir, se ha estructurado una metodología que utiliza la aplicación del método de proyectos. De esta forma se han logrado los siguientes resultados:

Se logró un ambiente de trabajo distinto al tradicional en el curso donde los alumnos trabajan por su propia cuenta y generan soluciones a los problemas mediante el enfrentamiento con estos, además de que el profesor se convierte en asesor, el cual también puede aprender de los estudiantes, fue un mediador, este logró aceptar sus errores y además buscó como solucionarlos. Trabajó sobre ellos.

Se logró crear contextos favorables para el aprendizaje de los estudiantes, mediante la realización de distintos proyectos, los cuales implican asimilación de conocimiento y a su vez de habilidades necesarias para el correcto aprendizaje del diseño mecánico.

A su vez la realización de estos proyectos llevó a diferentes soluciones validas, por lo que también se tomó en cuenta el contexto que utilizaron los estudiantes para obtenerlos, respetando de esta forma los resultados obtenidos, además por este medio se generó análisis para considerar las respuestas que cumplen mejor con la solución buscada.

Se logró trabajar sobre la realidad de los estudiantes, es decir, en primera instancia, a partir de los pocos conocimientos con los que se cuenta de diseño cuando se inicia uno de estos cursos, fue posible resolver problemas por sus propios medios; y a partir de la adquisición de

conocimiento y habilidades estos proyectos pudieron ser más significativos, de igual forma resueltos por ellos mismos, es decir, se estimuló el aprendizaje sobre las experiencias de los estudiantes, y se tomó en cuenta sus conocimientos previos.

Se logró aprovechar las dudas de los estudiantes para que el profesor generara discusión en el grupo, es decir, se estuvo atento para captarlas y usarlas para ampliar el conocimiento de los alumnos. Con esto se empleo la lógica del error constructivo, lo que significa que a partir de este se construyó un nuevo aprendizaje.

Se impulsó el aprendizaje significativo, es decir, se realizaron proyectos partiendo de lo que el alumno ya sabe, para que a partir de esto se pudiera adquirir nuevo conocimiento, a través de nuevos proyectos.

Mediante la realización de los proyectos se definieron equipos los cuales lograron obtener soluciones a distintos problemas planteados, lo que significa que se logró promover el trabajo grupal, una fase importante en el desarrollo de los estudiantes.

Se logró conocer y aplicar una forma distinta de llevar a cabo la enseñanza en un curso de ingeniería, es decir, de diseño mecánico.

Se logró elaborar proyectos distintos mediante mi propio trabajo individual de los cuales algunas cosas no se conocían su forma de elaboración, contribuyendo al aprendizaje de los alumnos. El contenido de este trabajo fue desarrollado individualmente por el autor, lo que implicó una dificultad para realizarlo, ya que es la primera vez que se enfrenta a este tipo de estudio.

Finalmente, se puede concluir que esta tesis constituye una aportación en la aplicación de un método distinto para las materias de diseño mecánico y que los ejercicios aquí mostrados han servido para el aprendizaje de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA.

- [1]. Divincenzi, G., Di Rado, R. y Segovia A. Implementación de herramientas didácticas interactivas para la enseñanza de Graduación en Ingeniería. Línea Temática 3. Tecnología Educativa. Brasil.

- [2]. Pérez, A. y López, V. El Enfoque Histórico Cultural una Alternativa Cosmopolita en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje. Universidad de Matanzas. Camilo Cienfuegos. 2000.

- [3]. Ruiz, V., Magallón J. y Muñoz, E. Herramientas de Aprendizaje Activo en las Asignaturas de Ingeniería Estructural. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia.

- [4]. Niedo, J. y Macedo, B. Las Orientaciones Metodológicas y para Evaluación. UNESCO. Santiago.

- [5]. Villarroel, C. y Herrera, C. Sobre la Posibilidad de aplicar la Metodología orientada al Proyecto, en la Enseñanza de la Ingeniería de la Universidad de Tarapacá-Chile. Revista Facultad de Ingeniería. Chile.

- [6]. Hernández, F. Representar la Función de la Escuela desde los proyectos de Trabajo. Revista Pedagógica. 1998.

- [7]. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo del Sistema. Virrección Académica. Las Técnicas Didácticas en el Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey. Monterrey. México. 2000.

- [8]. Aguirre, G. Evaluation of Design Systems at the Design Stage; Tesis de Doctorado, Cambridge, Inglaterra, 1992, 1a edición.
- [9]. Cheng, H. (2005). Patent No U.S. D509,248 S. USA. United States Design Patent.
- [10]. Cross N. (2003) .Métodos de Diseño. México. Limusa Wiley.
- [11]. Dieter G.E. (1991). Engineering Design 2a Ed. Mc Grall Hill. United States.
- [12]. Finger, S. and Dixon, J.R. A Review of Research in Mechanical Engineering Design. Parts I & II. Research in Engineering Design, Springer-Verlag, New York, 1989.
- [13]. French M. (1992). Form, Structure and Mechanism. Macmillan Education. Hong Kong.
- [14]. French M. (1999). Conceptual Design for Engineers. 3d. Ed. Springer. England.
- [15]. French, M.J., Conceptual Design for Engineers, The Design Council, Springer-Verlag, London, 1985, 2a edición.
- [16]. Glegg G.L. (1969). The Design of Design. Cambrige University Press. England.
- [17]. Glegg G.L. (1971). The Selection of Desing. Cambrige University Press. England.
- [18]. Horng. S. J. (1995). Patent No 5,472,560. United States Patent.
- [19]. Hubka, V., et al. Practical Studies in Systematic Design, Butterworths, London, 1988, 1a edición.

- [20]. Pahl G. y W. Beitz. (1986). Engineering Design; a Systematic Approach. 2nd ed. Berlin. Springer-Verlag. Alemania.
- [21]. Pahl, G. and Beitz, W., Engineering Design, The Design Council, Springer-Verlag, London, 1984.
- [22]. Ramírez, R. Comparative Design Study of Quarter Turn Pneumatic Valve actuators; Tesis de Doctorado, Lancaster Inglaterra, 1995, 1a edición.
- [23]. Sharpe. J.E.E. and Bracewell. R.H. (1995) The Use of Functional Reasoning for the Conceptual Desing of Interdisciplinaty Schemes. In 10th International Confetrence on Engineering Desing (ICED'95). Praha. Heurista, v2. pp 465-470.
- [24]. Stevens C. (1994). Patent No 5,393,368. United States Patent.
- [25]. Suh, N.P. The Principles of Design, Oxford University Press, Oxford, Gran Bretaña, 1988.
- [26]. U.S. Patent (1993). Patent No 5,178,717.
- [27]. U.S. Patent (1995). Patent No 5,393,368.
- [28]. Ullman G. David. The Mechanical Desings Process. Mc Graw Hill.
- [29]. Yoram, R. and Ziv-Av, A. A Framework for Optimal Product Concept Generation. Proceedings of DETC'03. ASME, Chicago II, USA, 2003.
- [30]. <http://www.redestudiantilpr.net>
- [31]. <http://iteso.mx>

- [32]. www.elprisma.com. Ingeniería Mecánica.
- [33]. www.revista.marina.cl. Mecánica de Fracturas en Estructuras Navales.
- [34]. <http://www.caesoft.es/>. MES. Mechanical Event Simulation.
- [35]. Aguirre G. Diseño de Elementos de Máquinas. México. Editorial Trillas. 1990.
- [36]. Brenson G. Constructivismo Criollo: una metodología facilitadora de la educación holista. Notas de clase de la diplomatura en facilitación del desarrollo y educación experiencial compilación teórica para fines educativos. Manizales: Cámara Junior de Colombia Funlibre Eje Cafetero. 2002.
- [37]. Beer F., Johnston E. y Dewolf J. Mecánica de Materiales. Tercera Edición. México. Mc Graw Hill.
- [38]. http://www.solomantenimiento.com/diccionario_mecanico.htm.
Diccionario Técnico Mecánico. Diccionario de Mecánica Industrial.
- [39]. French, M. Research in Engineering Design aimed at better Practice and better Teaching: some propels. University of Lancaster, England.
- [40]. Borja, V. Ramírez, A. Innovación de Producto. Cuadernos de Gestión de Tecnología. Premio Nacional de Tecnología. México. 2006.
- [41]. Ramírez, R. Práctica de campo.

ANEXO 1.**ÍNDICE DE FIGURAS.****Figuras.**

1) Etapas del proceso de enseñanza por el método de proyectos. Etapa 1._____	7
2) Constructivismo_____	8
3) William Heard Kilpatrick, uno de los personajes más reconocidos en el método de proyectos_____	11
4) Estimación de la recordación en función de diferentes actividades propias del aprendizaje_____	12
5) Etapas del proceso de enseñanza por el método de proyectos. Etapa 2_____	17
6) Vehículo vetrabag_____	19
7) Base para soportar los cuatro vasos con agua_____	21
8) Soporte para los ejes del vehículo y una de las llantas_____	22
9) Sistema de propulsión_____	23
10) Almacenamiento de energía en el sistema de propulsión_____	24
11) Equipo de diseño construyendo el vehículo con el material que se puede utilizar_____	25
12) Integrantes de un equipo en la construcción del vehículo_____	25
13) Equipo 1, presentación de vehículo_____	25
14) Equipo 2, presentación de vehículo_____	25
15) Equipo 3, presentación de vehículo_____	26
16) Equipo 4, presentación de vehículo_____	26
17) Equipo 5, presentación de vehículo_____	26
18) Equipo 6, presentación de vehículo_____	26
19) Equipo 7, presentación de vehículo_____	26
20) Distancia recorrida por el vehículo_____	26
21) Equipo muestra el funcionamiento de su vehículo diseñado_____	26
22) El funcionamiento de un vehículo con el líquido congelado, para evitar derrames_____	26
23) Etapas del proceso de enseñanza por el método de	

proyectos. Etapa 3	27
24) Muestra las etapas en forma resumida para la aplicación del ejercicio didáctico	30
25) Algunos árboles de transmisión y ejes	31
26) Distintos tipos de bandas	33
27) Diferentes tipos de cadenas	34
28) Distintos tipos de engranes y piñones de cadena	35
29) Distintos tipos de resortes	36
30) Distintos tipos de rodamientos	37
31) Diferentes aplicaciones de algunos elementos de máquinas	38
32) Elementos para el análisis de esfuerzos	39
33) Análisis de esfuerzos reflejado por medio de la luz emitida	39
34) Alumnos dibujando componentes para su identificación	39
35) Identificación de componentes por medio de dibujos	39
36) Identificación del uso de algunos componentes de Máquinas	40
37) Identificación de rodamientos	40
38) Identificación del uso de componentes mecánicos	40
39) Análisis de componentes mecánicos en un dispositivo	40
40) Análisis del funcionamiento de un engrane	40
41) Análisis de detección de esfuerzos	40
42) Distintos elementos de máquinas	40
43) Trabajo en equipos	40
44) Identificación de bandas	41
45) Un equipo trabajando	41
46) Distintos componentes analizados	41
47) Análisis de componentes por equipos	41
48) Identificación de un rodamiento de tamaño considerable	41
49) Identificación de un dispositivo que utiliza algunos componentes de máquinas	41
50) Diferentes componentes mostrados	41
51) Resolución de dudas, en cuanto a la identificación de elementos, por parte del profesor	41
52) Etapas del proceso de enseñanza por el método de	

proyectos. Etapa 4	42
53) Diagrama de flujo correspondiente a la metodología de estudio de un corrector de cinta	45
54) Se muestra: (a) Opciones de guías de cintas y (b) Trinquete de la cinta	46
55) Se muestra: (a) Mecanismo de engranes, (b) Mecanismo de discos deslizantes y (c) Mecanismo de bandas	47
56) Índice de compactibilidad	49
57) Índice de peso, precio y número de partes	50
58) Índice del cociente de precio vs. masa	51
59) Diagrama funcional correspondiente a un corrector de cinta típico	52
60) Estructura funcional correspondiente a un corrector de cinta típico	53
61) Propuesta de diagrama funcional número 1	54
62) Propuesta de diagrama funcional número 2	54
63) Propuesta de diagrama funcional número 3	54
64) Propuesta de diagrama funcional número 4	55
65) Propuesta de diagrama funcional número 5	55
66) Página principal	63
67) Página secundaria, evaluación	63
68) Página secundaria, material didáctico	64
69) Página secundaria, proceso de diseño	65
70) Página secundaria, repertorio de componentes	66
71) Página secundaria, repertorio de componentes. Componentes de máquinas	66
72) Página secundaria, repertorio de tecnología	67
73) Página secundaria, patentes, cursos de elementos de máquinas en otras universidades y bases de datos de artículos técnicos	67
74) Página secundaria, programas de cómputo para el diseño de elementos de máquinas	68
75) Página secundaria, proyecto de un carro transportador de material para tratamiento térmico	68

76) Etapas del proceso de enseñanza por el método de proyectos. Etapa 5	69
77) Diagrama de caja negra	71
78) Diagrama funcional	74
79) Funcionamiento del reductor corona sin fin	78
80) Gráfica que representa la cantidad de equipos que utilizaron las fases que representan el estudio de diseño comparativo	83
81) Gráfica que muestra sitios utilizados en la página web	84
82) Enlaces programas de cálculo utilizados por los estudiantes	85
83) Documentos utilizados por lo estudiantes como ejemplo, para la realización de su proyecto de clase	85
84) Correctores estudiados	97

Tablas.

1) Características de los docentes desde las diferentes teorías del aprendizaje, fuente Chadwick, B.C. Teorías del aprendizaje para el docente	9
2) Habilidades propuestas por French y Ramírez	16
3) Tabla que muestra la relación entre Identificación de componentes de máquinas y tipos de fallas	29
4) Tabla de los resultados obtenidos de los índices de diseño	48
5) Espacio de soluciones	56
6) Requerimientos	72
7) Jerarquización de requerimientos	72
8) Hoja de Especificaciones	73
9) Generación de alternativas, Sistema motriz	75
10) Generación de alternativas, sistema de transmisión	76
11) Matriz de Decisión	77
12) Piezas seleccionadas	80
13) Tabla Kernel para generar el número de soluciones posible	98

ANEXO 2.



Figura (A2.1). Correctores estudiados.

Funciones Principales	Medios		
1. Transmitir Energía	Mecanismos: 1. Engranés 2. Bandas 3. Cadenas 4. Discos deslizantes 5. Por gravedad 6. Capilaridad	Material: 1. PS 2. PVC 3. PET 4. PP 5. TiO2 6. Resina 7. Metales 8. POM	Procesos de Manufactura: 1. Inyección de plástico 2. Inyección de Aluminio.
2. Contener Material.	Carretes: 1. Cilindro simple 2. Cilindro con guía 3. cilindro con 2 guías 4. Tipo Rin 5. Tipo Tambor	Material: 1. PS 2. PVC 3. PET 4. PP 5. Resina 6. Metales 7. POM	Procesos de Manufactura: 1. Inyección de plástico 2. Inyección de Aluminio.
3. Transporte de Material.	Cinta: 1. Banda	Material: 1. Papel encerado 2. Plástico (PVC, PET, PP)	Procesos de Manufactura: 1. Extrusión.
4. Conducir Material.	Guías: 1. Barras simples 2. Barras compuestas	Material: 1. PS 2. PVC 3. PET 4. PP 5. Resina 6. Metales 7. POM	Procesos de Manufactura: 1. Inyección de plástico 2. Inyección de Aluminio.
5. Transferir Material.	Aplicador: 1. Espátula 2. Bolígrafo 3. Brocha 4. Esponja	Material: 1. PS 2. PVC 3. PET 4. PP 5. Resina 6. Metales 7. POM	Procesos de Manufactura: 1. Inyección de plástico 2. Inyección de Aluminio.
6. Prevenir Flujo de Material	Freno: 1. Embrague 2. Seguro 3. Dentado en carcasa 4. Dentado en carrete 5. Prisionero 6. Retractil	Material: 1. PS 2. PVC 3. PET 4. PP 5. Resina 6. Metales 7. POM	Procesos de Manufactura: 1. Inyección de plástico 2. Inyección de Aluminio.
7. Soportar el corrector (estructural)	Tipos: 1. Pluma 2. Gota 3. Gota con aplicador alineado al eje de ensamble 4. Zeppelin 5. Bala	Material: 1. PS 2. PVC 3. PET 4. PP 5. Resina 6. Metales 7. POM	Procesos de Manufactura: 1. Inyección de plástico 2. Inyección de Aluminio.

Tabla (A2.T). Tabla Kernel para generar el número de soluciones posible. Ramírez [22]. Nomenclatura utilizada: PS Poliéstireno, PVC Cloruro de Polivinilo, PET Teraptalato de Polietileno, PP Polipropileno, TiO2 Oxido de Titanio, POM Polioximetileno.