

DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO, PARA MECÁNICA DE
SÓLIDOS Y DISEÑO DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA, UTILIZANDO LOS KITS
ACTOBOTICS

IVÁN CAMILO SOLANO COLLAZOS

JEISON FABIAN YATE BOCANEGRA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

BOGOTÁ D. C., 2022

DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO, PARA MECÁNICA DE
SÓLIDOS Y DISEÑO DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA, UTILIZANDO LOS KITS
ACTOBOTICS

IVÁN CAMILO SOLANO COLLAZOS

JEISON FABIAN YATE BOCANEGRA

Proyecto de trabajo de grado en la modalidad de solución a un problema de ingeniería, para
optar al título de Ingeniero Mecánico

Director

Ing. Andrés Gerardo Clavijo Vargas

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
BOGOTÁ D. C., 2021

Nota de aceptación:

Firma Jurado

Firma Jurado

Firma Director

Bogotá D.C, 22/09/2022

Dedicatoria

A nuestros padres, hermanos, por su dedicación, amor y entrega en todos estos años de crecimiento personal y profesional.

A nuestros amigos, los cuales nos han ayudado a llegar a este punto tan importante de nuestras vidas.

Agradecimientos

A mis padres y todos los familiares, que han confiado en nosotros; como también a nuestros diferentes docentes, los cuales han influido en este proceso profesional.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	6
1. LISTA DE TABLAS	10
2. LISTA DE FIGURAS	11
3. LISTA DE ANEXOS	12
4. RESUMEN	13
5. INTRODUCCIÓN	14
6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
7. OBJETIVOS	17
7.1 OBJETIVO GENERAL	17
7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
8. MARCO REFERENCIAL	18
8.1 MARCO CONCEPTUAL	18
8.1.1 Constructivismo	18
8.1.2 Enseñanza	18
8.1.3 Aprendizaje	18
8.1.4 Educación	19
8.1.5 Proceso Enseñanza-aprendizaje	19
8.1.6 Didáctica	19
8.1.7 Kits didácticos	19
8.1.8 Diseño CAD	19
8.1.9 Equilibrio estático	19
8.1.10 Segunda ley de Newton	19
8.1.11 Carga	20
8.2 MARCO TEÓRICO	20
8.2.1 El enfoque conductista	20
8.2.2 El enfoque cognitivista	21
8.2.3 El enfoque constructivista	21

8.2.4 Competencias profesionales:.....	21
8.2.4.1 Competencias básicas:.....	22
8.2.4.2 Competencias genéricas:	22
8.2.4.3 Competencias específicas:	22
8.2.5 Modelo educativo por competencias centrado en el aprendizaje:.....	22
8.2.5.1 Filosófico:.....	22
8.2.5.2 Conceptual:.....	22
8.2.5.3 Psicopedagógico:	23
8.2.5.4 Metodológico	23
8.2.6 Modelo educativo de aprendizaje cooperativo	23
8.2.6.1 Características del aprendizaje cooperativo	24
8.2.7 LEGO	24
8.2.8 LEGO MINDSTORM EV3	25
8.2.9 MECCANO	25
8.2.10 Estrategias de Formación:	25
8.2.10.1 CDIO:.....	25
8.2.10.2 ABET:	26
8.2.10.3 PEI:	26
8.2.7 Servomotor.	26
8.2.8 Gripper	26
8.2.9 Motor DC	27
8.2.10 Servo Hub	27
9. METODOLOGIA DE DISEÑO	28
9.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	28
9.2 CARACTERÍSTICAS A TENER EN CUENTA EN LA ELABORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO	28
9.3 CARACTERÍSTICAS A TENER A CUENTA PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE APRENDIZAJE	31
9.3.1 Competencias del Ingeniero Mecánico Tomasino	33
9.5 ESTADO DEL ARTE	35

9.5.1 PANDEO DE BARRAS – SERIE WP 120	36
9.5.2 EQUIPO COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS DE TENSIÓN – SERIE WP 130	37
9.5.3 EMBRAGUE DE DISCOS MÚLTIPLES – SERIE GL 300.08	38
9.5.4 PATRÓN AGUJEROS, COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LOS KITS	39
9.5.5 BRAZO ROBÓTICO	39
9.5.6 ACTOBITTY 2	40
9.5.7 THE MANTIS 4WD ROVER.....	41
9.5.8 ACTUADOR	43
9.5.9 GRÚA CON SERVOBLOCK.....	43
9.6 PROPUESTAS.....	45
9.6.1 Grúa	45
9.6.2 Montacarga.....	48
9.7 MATERIALES Y PARTES	49
9.8 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA.....	54
9.8.1 GRÚA.....	54
9.8.2 MONTACARGA	55
9.8.3 VERIFICACIÓN DE TEÓRICA DE LA GRÚA.....	55
9.8.3.1 Sumatoria de fuerzas en el eje x:.....	56
9.8.3.2 Sumatoria de fuerzas en el eje y	56
9.8.3.3 Sumatoria de momentos en el punto A	56
9.8.3.4 Calculo centro de gravedad viga	58
9.8.3.5 Calculo momento inercia viga horizontal.....	60
9.8.3.6 Carga unitaria máxima P_{cr}	63
9.8.4 VERIFICACIÓN DE TEÓRICA DEL MONTACARGA.....	63
9.8 ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	66
9.8.1 ANÁLISIS DE LAS GUÍAS POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES.....	66
10. CONCLUSIONES.....	71
11. RECOMENDACIONES.....	72

12.	ANEXOS	73
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	106

1. LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Elementos Kits Actobotics.....	29
Tabla 2. Partes – Grúa.....	49
Tabla 3. Partes – Montacarga.....	51
Tabla 4. Módulo de Elasticidad y esfuerzo a fluencia del Aluminio.....	62
Tabla 5. Respuestas pregunta 5, encuesta acerca de mejorar la calidad en el aprendizaje por medio de los Kits Actobotics en el pregrado de Ingeniería mecánica de la universidad Santo Tomás.....	69

2. LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Instrumento de prueba para el efecto de pandeo WP120 Pandeo de Barras.	36
Figura 2. Instrumento de prueba para la comprobación de pruebas de hipótesis de tensión WP 130.....	37
Figura 3. Funcionamiento, equipo comprobación de hipótesis de tensión.	38
Figura 4. Instrumento de Embrague de discos múltiples.	38
Figura 5. Patrón de agujeros de los componentes estructurales de los Kits.....	39
Figura 6. Brazo robótico.	40
Figura 7. ActoBitty 2.	41
Figura 8. The mantis 4wd Rover.....	42
Figura 9. Linear actuador.	43
Figura 10. ServoBlock.	44
Figura 11. Grúa con ServoBlock. Kits Actobotics.....	44
Figura 12. Prototipo Grúa 1.	46
Figura 13. Prototipo Grúa 2.	46
Figura 14. Prototipo final Grúa.	47
Figura 15. Prototipo final Montacarga.	49
Figura 16. Diagrama de fuerzas y momentos de la viga.	55
Figura 17. Diagrama de fuerzas y momentos de la viga vertical.	57
Figura 18. Sección transversal - Canal U.....	58
Figura 19. Sección transversal- Canal en U, dimensiones.	58
Figura 20. Sección transversal - Canal en U, dimensiones. Plano coordinado.	59
Figura 21. Líneas de falla para diferentes condiciones de extremo.	62
Figura 22. Dimensiones principales de cuerdas estándares Acme.....	64
Figura 23. Gráfico pregunta 1.	66
Figura 24. Gráfico pregunta 2.	67
Figura 25. Gráfico pregunta 3.	68
Figura 26. Gráfico pregunta 4.	69

3. LISTA DE ANEXOS

ANEXO A	73
ANEXO B.....	75
ANEXO C	77
ANEXO D	78
ANEXO E.....	80
ANEXO F	83
ANEXO G	86
ANEXO H	97

4. RESUMEN

El objetivo del presente proyecto de grado es el desarrollo de prácticas de laboratorio utilizando los Kits adquiridos por parte de la universidad. El mismo es pensado en tres diferentes enfoques como: la clasificación de diferentes modelos de aprendizaje para que cada uno de los estudiantes cuenten con una mejor comprensión del concepto aprendido, el diseño de dos prácticas en las que sea empleada la parte creativa y la adaptación de los conceptos adquiridos en los diferentes espacios de clase y por último, la elaboración de manuales y guías.

De esta manera fue establecida una ruta de indagación e investigación, en temas conceptuales y teóricos relacionados con las prácticas de laboratorio a realizar, con el fin de generar claridad en el concepto aprendido, a la forma y estructura de como plantear las prácticas para los estudiantes. Gracias a la información adquirida se plantea una metodología de diseño que comprende los siguientes pilares: Definición de problema, características a tener en cuenta al desarrollar las prácticas, lista de partes (con la que cuenta la universidad) y un estudio del estado del arte.

Con la información recolectada, y antes de dar inicio al desarrollo de las prácticas, se procede a clasificar algunos modelos de aprendizaje para poder adaptarlos en el desarrollo de las prácticas de laboratorio. Ahora, se proponen dos modelos: Una grúa y un montacarga, en cada una de ellas se establece diferentes opciones de diseño, en donde se clasifica una a una, teniendo en cuenta su ensamblaje con componentes físicos, electrónicos, portabilidad, funcionalidad y estabilidad.

Con las propuestas funcionales se desarrolla las prácticas de laboratorio, manuales y guías con las que el estudiante podrá evaluar componentes, a partir de la matemática aplicada a las áreas del diseño en las asignaturas de la mecánica de sólidos y transmisión de potencia, además, a la programación de componentes electrónicos como: Arduino, al pensamiento crítico y capacidad de toma de decisiones a partir de las competencias que necesita tener un Ingeniero mecánico egresado de la Universidad Santo Tomás.

5. INTRODUCCIÓN

Los Kits utilizados en este proyecto consisten en una serie de elementos mecánicos como canales de aluminio extruido, engranajes, ejes de precisión y rodamientos de bolas, entre otros, que permite la construcción de prototipos electromecánicos o proyectos terminados [48]. De esta forma, se busca aprovechar este potencial en el ámbito académico para llevar a cabo prácticas de laboratorio en donde ilustren modelos a escala de máquinas de uso industrial. Para ello, en este proyecto se desarrollan guías de enseñanza, planos, cálculos, análisis de fenómenos, etc. Todo esto, con el fin de generar y fortalecer el proceso de enseñanza en ambientes de aprendizaje ejecutando etapas estrechamente relacionadas que le permitan a los estudiantes, realizar acciones psicomotoras y sociales a través del trabajo colaborativo, establecer comunicación entre las diversas fuentes de información, interactuar con equipos e instrumentos y abordar la solución de los problemas desde un enfoque interdisciplinar-profesional [50], encaminado al desarrollo académico de los estudiantes de diversos semestres de la Universidad Santo Tomás.

Por este motivo se reúne información de autores respecto al tema, donde se busca asemejar el funcionamiento de casos como grúas de construcción de uso común y montacargas mecánicos. Para después emular y controlar el movimiento característico de los mismos, se utilizan Arduinos uno, [49]; además se realiza la conexión eléctrica respectiva del control con los actuadores como lo son servomotores y motorreductores incluidos en los Kits Actobotics a disposición.

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El programa académico de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomás, busca tener un balance entre el contenido teórico y aplicativo [36]. Por este motivo es necesario la implementación de las nuevas herramientas tanto digitales como laboratorios físicos (cada vez más comunes y accesibles), con el fin de ayudar a los estudiantes a superar las dificultades y vacíos académicos que se generan en los procesos de enseñanza-aprendizaje y se logre reconstruir los conceptos de una manera más apropiada [35].

La falta de tiempo y la estructura convencional del programa académico limita su puesta en práctica, lo que conlleva a que no se fortalezca de manera adecuada el contenido teórico con prácticas lúdicas o de aplicación. Esto puede traer como consecuencia, algunos vacíos en el conocimiento aprendido que pueden mejorarse si se complementan de manera adecuada, evitando fallas en el proceso educativo que pudieran manifestarse posteriormente en la vida profesional [1].

Por ende, la Universidad Santo Tomás realizó la adquisición de unos Kits de laboratorio que buscan complementar los conceptos teóricos mencionados a lo largo de los espacios académicos brindados por la universidad. Este juego de componentes va desde simples cajas de herramientas, a mecanismos especiales, configurables y adaptables, lo que lo convierte en un valor agregado en la enseñanza formal gracias a su modularidad y aplicabilidad en conceptos de ingeniería [2].

Originalmente pensado para espacios académicos como “Proyecto integrador” o para “Proyectos de grado”, estos Kits ofrecen una gran flexibilidad para el montaje de prototipos funcionales que buscan verificar conceptos de aplicación, tales como los desarrollos e investigaciones de la Universidad del Quindío y de la Universidad del Valle de Colombia, donde realizaron el montaje de una base de cámara móvil [3]. Mientras que en la Universidad Técnica de Ecuador se diseñó un Gripper con un grado de libertad para un prototipo de brazo robótico educativo [4]. Por otro lado, la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil estudió, diseñó, construyó y programó dos robots Hexápodos de exploración de 18 grados de libertad [5].

De esta manera, la tendencia de varias Universidades a nivel mundial, son sacar el máximo provecho de todas las herramientas que se tienen a disposición y, desarrollar proyectos y prácticas de laboratorio que ayuden a potenciar las aplicaciones de los conceptos teóricos aprendidos. Teniendo en cuenta estas inclinaciones de aprendizaje los Kits ayudan a desarrollar una serie de prácticas particulares donde se aproveche el potencial de los mismos.

Por lo tanto, se generarán mecanismos de fácil montaje y desmontaje en donde el estudiante los utilizará, armará y pondrá a funcionar de acuerdo al tema del syllabus que se desee explorar.

7. OBJETIVOS

7.1 OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar prácticas de laboratorio utilizando los Kits comerciales, para los cursos de mecánica de sólidos y diseño de transmisión potencia del programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomás.

7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Clasificar los modelos pedagógicos de enseñanza-aprendizaje a partir del uso e implementación de elementos mecánicos físicos que complementen el aprendizaje tradicional para desarrollo de las prácticas de laboratorio.
- Diseñar las prácticas de laboratorio en función de los modelos pedagógicos utilizando los elementos mecánicos físicos.
- Elaborar los manuales y guías de las prácticas de laboratorio a partir de los elementos mecánicos físicos y los modelos pedagógicos.

8. MARCO REFERENCIAL

8.1 MARCO CONCEPTUAL

En el desarrollo del proyecto, un punto muy importante es la sistematización y exposición de los conceptos fundamentales, con el fin de identificar y orientar la metodología, proyectada y realizada a largo del proyecto. De esta forma, se van a explorar conceptos relacionados hacia la pedagogía y enseñanza, además de términos y métodos ingenieriles.

8.1.1 Constructivismo: es una corriente pedagógica que brinda las herramientas al alumno para que sea capaz de construir su propio conocimiento, resultado de las experiencias anteriores obtenidas en el medio que le rodea. Es decir, el alumno interpreta la información, las conductas, las actitudes o las habilidades adquiridas previamente para lograr un aprendizaje significativo, que surge de su motivación y compromiso por aprender [51]. Además, aboga por el pensamiento crítico, la prioridad del aprendizaje sobre la enseñanza, el empoderamiento de los aprendices como responsables de su propio proceso, y especialmente por el sentido que se otorga a la nueva información que se recibe permanentemente del entorno próximo y remoto. Igualmente, dirige su interés a la manera como se filtra, procesa o reactiva la información a partir de lo que ya se sabe para construir y reconstruir conocimiento, atribuirle significados, y para integrarla como propia y enraizarla en los conocimientos previos [9].

8.1.2 Enseñanza: es la transmisión de información mediante la comunicación directa o soportada en medios auxiliares, que presentan un mayor o menor grado de complejidad y costo. Como resultado de su acción, debe quedar una huella en el individuo, un reflejo de la realidad objetiva, del mundo circundante que, en forma de conocimiento, habilidades y capacidades, le permitan enfrentarse a situaciones nuevas con una actitud creadora, adaptativa y de apropiación. El proceso de enseñanza produce un conjunto de transformaciones sistemáticas en los individuos, una serie de cambios graduales cuyas etapas se suceden en orden ascendente. Es, por tanto, un proceso progresivo, dinámico y transformador. Como consecuencia del proceso de enseñanza, ocurren cambios sucesivos e ininterrumpidos en la actividad cognoscitiva del individuo (alumno) [10].

8.1.3 Aprendizaje: es un proceso de naturaleza extremadamente compleja, cuya esencia es la adquisición de un nuevo conocimiento, habilidad o capacidad. Para que dicho proceso pueda considerarse realmente como aprendizaje, en lugar de una simple huella o retención pasajera, debe poder manifestarse en un tiempo futuro y contribuir, además, a la solución de

problemas concretos, incluso diferentes en su esencia a los que motivaron inicialmente el desarrollo del conocimiento, habilidad o capacidad [10].

8.1.4 Educación: es el objeto de estudio de la pedagogía. Los principios teóricos son investigados para lograr una mejora en el fenómeno educativo. La educación, es la aplicación de las teorías que emanan de la pedagogía también con el mismo objetivo de mejora [11].

8.1.5 Proceso Enseñanza-aprendizaje: es la manera en cómo se aplica la didáctica para que los estudiantes aprendan significativamente y puedan obtener una educación de calidad. Ya que no siempre que se enseña se aprende [11].

8.1.6 Didáctica: es la rama de la pedagogía que se encarga de buscar métodos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir saber explicar y enseñar con diversos recursos para que de esta manera los estudiantes aprendan significativamente [11].

8.1.7 Kits didácticos: permiten desarrollar mejores procesos activos de enseñanza aprendizaje de la ciencia, logran que los estudiantes se motiven y mejoren sus actitudes hacia la ciencia, construyan modelos explicativos [12].

8.1.8 Diseño CAD: el término CAD (Computer Aided Design o Diseño Asistido por Ordenador) hace referencia a una herramienta software que, mediante el uso del ordenador, permite crear, modificar, analizar y optimizar planos y modelos en dos y tres dimensiones, y manipular de una manera fácil elementos geométricos sencillos. Se trata de herramientas que van más allá del concepto de “dibujo” o representación gráfica [13].

8.1.9 Equilibrio estático: la condición necesaria y suficiente para que una partícula permanezca en equilibrio (en reposo) es que la resultante de las fuerzas que actúan sobre ella sea cero Naturalmente con esta condición la partícula podría también moverse con velocidad constante, pero si está inicialmente en reposo la anterior es una condición necesaria y suficiente [14].

8.1.10 Segunda ley de Newton: define la relación exacta entre fuerza y aceleración matemáticamente. La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la suma de todas las fuerzas que actúan sobre él e inversamente proporcional a la masa del objeto, Masa es la cantidad de materia que el objeto tiene. Entre más masa tenga el objeto, más difícil es hacer que el objeto cambie su dirección o rapidez, ya sea que este en reposo o en movimiento de forma recta y a un paso constante. Por ejemplo: un elefante tiene mucha más masa que un ratón así que es más difícil empujar a un elefante que a un ratón. También es más difícil parar a un elefante que a un ratón porque el elefante tiene más inercia que el ratón. Inercia y masa son dos maneras diferentes de referirse al mismo concepto [15].

8.1.11 Carga: es la fuerza exterior que actúa sobre los diferentes elementos. Se pueden diferenciar tres tipos de cargas, como son: la carga estática, la carga dinámica y la carga cíclica [16].

8.2 MARCO TEÓRICO

La ingeniería es una profesión dedicada a idear soluciones a problemas del mundo real. Las prácticas de laboratorio, como parte integral de la educación en ingeniería y tecnología, preparan a los estudiantes para aplicar los conocimientos teóricos en la práctica y extraer los datos necesarios para un diseño, evaluar un nuevo dispositivo o descubrir nuevos conocimientos. Los objetivos fundamentales de una práctica de laboratorio son el aprendizaje cognitivo (integración de la teoría con la práctica), el aprendizaje inquisitivo (desarrollo de hipótesis, diseño de experimentos y metodología, y evaluación de datos, resultados y hallazgos), aprendizaje vocacional (conocimiento de la práctica actual e inculcación), de ética profesional) y aprendizaje de la comunicación (comunicación, presentación, redacción de informes y habilidades de trabajo en equipo) [17].

Por otra parte, existen teorías del diseño instructivo, las cuales están enfocadas a abordar o a resolver problemas educativos, describiendo situaciones específicas y externas a los estudiantes, para facilitar el proceso de aprendizaje, en lugar de abocarse a describir los procesos internos, como pretenden hacerlo las teorías del aprendizaje. Estas teorías instruccionales están orientadas a la práctica. Así mismo estas teorías presentan métodos e indicaciones para el proceso de elaboración que a su vez contemplan componentes detallados de cada uno de ellos, para hacer que el aprendizaje sea más fácil, así como situaciones en las que debería o no usarse cada uno de estos métodos. Dichos métodos a su vez son probabilísticos ya que buscan aumentar las posibilidades de conseguir resultados favorables en el aprendizaje más que la consecución de los mismos, a través de causas que aumenten las posibilidades de conseguir los efectos deseados [18]. De estos se desprenden diversos enfoques, los cuales ayudan a conducir el aprendizaje:

8.2.1 El enfoque conductista:

Tiene sus bases en la psicología y está orientado a la predicción y control de la conducta, tratando solo los eventos observables que pudieran definirse en términos de estímulos y respuestas; siendo éstas predecibles, manipulables y controlables [19]. Para los conductistas, las características innatas son irrelevantes, solo se dan conexiones o asociaciones a través de los estímulos provenientes del medio, por lo que es a través de éstas que se desarrolla el sujeto [20]. Su aporte a la educación se fundamenta en la importancia de controlar y manipular los eventos del proceso educativo para lograr en el alumno la adquisición o la

modificación de conductas a través de la manipulación del ambiente; dichos cambios conductuales son el aprendizaje de conductas, habilidades o actitudes [21].

8.2.2 El enfoque cognitivista:

Fija su atención e interés en los procesos internos de los individuos, estudia el proceso a través del cual se transforman los estímulos sensoriales reduciéndolos, elaborándolos, almacenándolos y recuperándolos. Esta corriente teórica toma del conductismo los estímulos y las respuestas por ser susceptibles de observación y medición, coincidiendo sus autores en señalar que hay procesos internos a través de los cuales se interpreta la información que luego es reflejada a través de conductas externas [19]. La enseñanza cognitiva comprende una serie de métodos educativos que orientan a los alumnos a memorizar y recordar los conocimientos, así como a entenderlos y desarrollar sus capacidades intelectuales [22]. En tal sentido, diversos autores hacen referencia al aprendizaje significativo en oposición al aprendizaje de información sin sentido y memorístico. Para ellos, el aprendizaje consiste en añadir significados para modificar las estructuras cognitivas, las cuales se definen como el conjunto de aprendizajes previos que tiene el individuo sobre su ambiente [19].

8.2.3 El enfoque constructivista:

Este enfoque se desprende de la perspectiva cognitivista, y plantea que el alumno puede construir su propio conocimiento a través de sus necesidades e intereses y según su ritmo particular para interactuar con el entorno. Según sus teóricos, el aprendizaje se realiza cuando el alumno ha elaborado activamente su propio conocimiento, el cual no necesariamente debe estar basado en el descubrimiento [23]. Esto se desprende de los aportes del psicólogo Suizo Jean Piaget, quien establece una franca relación entre los aspectos biológicos del individuo y el origen del conocimiento [24]. Para este autor, la característica fundamental de la inteligencia es la transformación que hace el individuo de los objetos que lo rodean, llegando a conocerlos sólo cuando ha realizado dicha transformación [25]. Para los teóricos constructivistas, el conocimiento se construye a través de una participación activa, por lo que éste no se reproduce; y va a depender de los aprendizajes previos y de la interpretación que el alumno haga de la información que recibe. Así mismo, el entorno en el que se adquiere el aprendizaje es de suma importancia, ya que éste permitirá en el alumno el pensamiento efectivo, el razonamiento, la solución de problemas y el desarrollo de las habilidades aprendidas [24].

8.2.4 Competencias profesionales:

Una competencia no es más que la capacidad que tiene un individuo para realizar o cumplir una tarea determinada. En cambio, las competencias profesionales es un conjunto de

capacidades conceptuales, procedimentales y actitudinales, todas ellas encaminadas a la profesión que uno ejerce [58].

El enfoque de una competencia profesional se consolida como una alternativa atractiva para impulsar la formación en una dirección que armonice las necesidades de las personas, las empresas y la sociedad en general. Las competencias profesionales se clasifican en:

- Competencias básicas.
- Competencias genéricas.
- Competencias específicas.

8.2.4.1 Competencias básicas: Se refieren a las capacidades intelectuales indispensables para el aprendizaje de una profesión; en ellas se encuentran las competencias cognitivas, técnicas y metodológicas [58].

8.2.4.2 Competencias genéricas: Son la base común de la profesión o se refieren a las situaciones concretas de la práctica profesional que requieren de respuestas complejas [58].

8.2.4.3 Competencias específicas: Son la base particular del ejercicio profesional y están vinculadas a condiciones específicas de ejecución [58].

8.2.5 Modelo educativo por competencias centrado en el aprendizaje:

El modelo educativo por competencias centrado en el aprendizaje, se desarrolla a través de sus cuatro componentes:

8.2.5.1 Filosófico: Se pretende la formación de sujetos integralmente desarrollados. Profesionistas que muestren desempeños competentes y pertinentes con la problemática social y productiva para que promuevan el desarrollo de la sociedad. Lo cual es distinto a formar sujetos que estén al servicio de la sociedad. Este modelo educativo, considera que todo ser humano tiene un gran potencial susceptible de ser desarrollado cuando muestra interés por aprender [58]; por lo que se sustenta en los cuatro pilares para la educación:

- Aprender a conocer.
- Aprender a hacer.
- Aprender a convivir.
- Aprender a ser.

8.2.5.2 Conceptual: El modelo educativo, se fundamenta en la teoría de la educación basada en competencias desde un enfoque global que enfatiza en el desarrollo constructivo de

habilidades, conocimientos y actitudes que permitan a los estudiantes insertarse adecuadamente en la estructura laboral y adaptarse a los cambios y reclamos sociales. De esta manera, las competencias se definen como un conjunto de actitudes, habilidades y conocimientos que se expresan mediante desempeños relevantes para dar solución a la problemática social [58], así como para generar necesidades de cambio y de transformación. Implican:

- Saber conocer.
- Saber hacer.
- Saber convivir.
- Saber ser.

8.2.5.3 Psicopedagógico: Este componente enfatiza en una práctica educativa centrada en el aprendizaje, la cual trasciende de la docencia centrada en el estudiante y en la enseñanza. El papel del estudiante y del docente cobra un nuevo sentido. El estudiante construye el aprendizaje a través de la interacción con la información; asumiendo una actitud crítica, creativa y reflexiva que le permite ir aplicando lo que aprende en los problemas cotidianos; por lo que se le considera autogestor de su propio aprendizaje. El docente por su parte es el responsable de propiciar los ambientes de aprendizaje que promueven actitudes abiertas [58].

8.2.5.4 Metodológico: Orienta el diseño y rediseño curricular por competencias desde una perspectiva abierta y flexible. Un currículo flexible se basa en el principio de que la educación debe centrarse en el aprendizaje, contando con la participación directa y activa del estudiante en el diseño de su plan de estudios y en los procesos formativos promoviendo el docente la investigación y el trabajo interdisciplinario como formas didácticas idóneas [58].

8.2.6 Modelo educativo de aprendizaje cooperativo:

El modelo educativo de aprendizaje cooperativo no es más que una estrategia que busca y promueve la participación colaborativa de los estudiantes en la realización de una tarea, teniendo como objetivo que los estudiantes se ayuden entre sí para alcanzar sus metas. Por otra parte, el docente pasa de ser un actor principal en la adquisición de conocimientos a ser un supervisor el proceso de construcción y transformación del conocimiento, así como a apoyar la interacción entre los miembros de los distintos grupos de estudio [58].

El aprendizaje cooperativo es un concepto del aprendizaje no competitivo ni individualista como lo es el método tradicional, sino un mecanismo colaborador que pretende desarrollar hábitos de trabajo en equipo, la solidaridad entre compañeros, y que los estudiantes intervengan autónomamente en su proceso de aprendizaje. El aprendizaje cooperativo busca

que cada miembro del grupo de trabajo desarrolle, comparta y contribuya con su comprensión del problema aportando sus reflexiones y soluciones [58].

8.2.6.1 Características del aprendizaje cooperativo: El aprendizaje cooperativo se caracteriza por el tamaño y la composición del grupo, sus objetivos y sus roles, su funcionamiento, sus normas y las destrezas sociales que lo crean, lo mantienen y lo mejoran, algunas de sus caracteriza por:

- Para un óptimo funcionamiento y de manera que todos los miembros del grupo de trabajo se involucren en encontrar la solución del problema bajo estudio, cada grupo debe estar integrado por un mínimo de tres integrantes y un máximo de cinco integrantes.
- El grado de participación de cada miembro del grupo de trabajo debe ser el mismo, con ello provocando un elevado grado de igualdad en la adquisición de nuevos conocimientos.
- Las actividades se estructuran de tal manera que los estudiantes se necesiten los unos a los otros para complementar sus tareas o actividades de aprendizaje comunes, por ello los estudiantes son positivamente interdependientes.
- Si bien el trabajo es realizado de manera conjunta por todos los miembros que integran el grupo de trabajo, la evaluación es realizada de manera individual buscando la responsabilidad personal para conseguir los objetivos del grupo y su propio aprendizaje.
- Se realiza una evaluación continua del grupo de trabajo para así mejorar la efectividad en futuras tareas designadas [58].

Por otro lado, desde los últimos años se ha implementado la utilización de Kits didácticos, los cuales décadas atrás estaban dirigidos hacia el entrenamiento del infante, pero gracias a la generación de nuevas técnicas de aprendizaje, donde la importancia del conocimiento práctico (de laboratorio) en la educación en ingeniería ha sido enfatizada fuertemente por el personal académico y bien reportada en la literatura. Algunos de los fabricantes más importantes y reconocidos de este proceso son:

8.2.7 LEGO: Nace en el año de 1932 por el Danés Ole Kirk Kristiansen quien fundó la empresa comercializadora de juguetes para niños con su hijo Godtfred Kirk Christiansen, dicho imperio nace con la fabricación de un pato de madera. Más adelante LEGO es la única empresa en adquirir una maquina inyectora de plástico para la posterior fabricación de los ladrillos (emblema de la empresa comercializadora de juguetes), dicha máquina tuvo un valor monetario de DKK30.000 [26], con el pasar del tiempo LEGO ha ido innovando su estructura para incursionar en el mundo de la robótica.

8.2.8 LEGO MINDSTORM EV3: Aparece en el mercado en el año de 1998 como una nueva extensión de la multinacional Danés en la que centra sus intereses en una nueva rama de producción con la aparición de juguetes electrónicos y componentes más complejos[27], este programa hizo parte de la categoría “3rd generation kits” es decir, aparición de nuevos componentes y piezas tecnológicas (para el desarrollo de nuevos juguetes más elaborados a nivel de tecnología) como lo son: Gran variedad de ladrillos, motores y sensores eléctricos [27].

8.2.9 MECCANO: A cargo del británico Frank Hornby en el año de 1989 empieza a crear juguetes con parte reciclables como: placas de metal, ejes metálicos, engranajes con eje adheridos y tornillos, con estas herramientas Frank Hornby creaba especies de grúas para la carga y posterior descarga (simulando este tipo de acción en el puerto de Liverpool) de barcos a pequeña escala. [28].

En el año de 1901 Frank Hornby patenta la compañía bajo el nombre de “Mechanics made Easy” empresa que centraba sus intereses en el diseño y fabricación de juguetes del orden metálico. En el periodo anual de 1907 la compañía es renombrada bajo el concepto de “meccano”. En sus comienzos esta compañía centraba su kit de juegos en, dependiendo del tamaño y del valor monetario a pagar, placas y barras metálicas que se dejaban atornillar, varillas, y para llantas. Estos kits en un comienzo fueron pensados y diseñados con el fin de crear puentes de tipo aéreo para aviones y posteriormente dejar volar la imaginación de los infantes en su proceso de desarrollo de sus capacidades cognitivas [29].

8.2.10 Estrategias de Formación:

Así mismo es importante identificar las diversas estrategias de formación, que no son más que un conjunto de acciones para conseguir un objetivo educativo. Al igual que un plan de marketing, también en la enseñanza se establecen acciones para lograr el éxito de la formación. Por tanto, los tutores deben enfocar el contenido y su forma de enseñar [59].

Existen diferentes estrategias de formación, dependiendo el contexto donde ira a ser aplicada, como también el resultado esperado; algunas de ellas son CDIO, ABET, PEI:

8.2.10.1 CDIO:

La iniciativa CDIO es un marco educativo innovador para la formación de ingenieras e ingenieros del siglo XXI. En el marco CDIO se proporciona a los estudiantes una enseñanza de los conceptos fundamentales de la ingeniería en un contexto de concepción, diseño, implementación y operación de sistemas y productos del mundo real. Se trata de generar un entorno próximo al ejercicio profesional de la ingeniería como contexto ideal para el

aprendizaje de la ingeniería. En todo el mundo, los centros colaboradores de la iniciativa CDIO la han adoptado como el marco de referencia para su planificación curricular y la evaluación basada en los resultados del aprendizaje [60].

CDIO nació en 2000 en el MIT con el objetivo de reducir la distancia existente entre el perfil de salida de sus ingenieros y las necesidades de la industria. Dado que este era un problema que afectaba a todos los estudios de ingeniería en todo el mundo, desde el principio se creó un grupo de trabajo internacional, inicialmente con las universidades suecas de Chalmers y Linköping y el KTH. A partir de cuestionarios y entrevistas con los agentes externos (empresas, ex-estudiantes y agencias de acreditación), en 2004 definen la lista de competencias más exhaustiva que se conoce, el CDIO Syllabus y una lista de 12 estándares [60].

8.2.10.2 ABET:

Los objetivos educativos del programa son declaraciones amplias que describen lo que se espera que logren los graduados unos años después de graduarse. Los objetivos educativos del programa se basan en las necesidades de los constituyentes del programa [61].

8.2.10.3 PEI:

Los Planes Estratégicos Institucionales (PEI), son el instrumento de planificación de las instituciones con una visión estratégica que establecen prioridades, estrategias, objetivos, resultados, indicadores [62].

Cada Kit didáctico, según la empresa de fabricación cuenta partes enfocadas al uso del cliente. Teniendo en cuenta la óptica de los Kits Actobotics, algunas piezas a utilizar para desarrollar el ensamble de las prácticas son:

8.2.7 Servomotor: un servomecanismo es un actuador mecánico generalmente un motor, aunque no exclusivamente, que posee los suficientes elementos de control como para que se puedan monitorizar los parámetros de su actuación mecánica, como su posición, velocidad, torque [30].

8.2.8 Gripper: es una pinza de agarre que puede retener un objeto mientras se ejecuta una operación concreta. Es la parte inferior de un brazo robótico industrial, y en su conjunto, se conoce también como un robot manipulador industrial [31].

8.2.9 Motor DC: motor de corriente continua, pertenece a la clase de los electromotores y sirve principalmente para transformar la energía eléctrica en energía mecánica. La mayoría de las formas de construcción del motor DC se basa en fuerzas magnéticas y dispone de mecanismos internos de tipo electrónico o electromecánico [32]

8.2.10 Servo Hub: el buje de servo proporciona un gran lugar para que un rodamiento se mueva, por lo tanto, soporta el eje y protege el servo de cargas radiales pesadas. La parte superior se extiende para proporcionar orificios roscados en el patrón de cubo para sujetar componentes [33].

9. METODOLOGIA DE DISEÑO

9.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El presente proyecto de grado está enfocado a la maximización y comprensión de los conceptos ya aprendidos en los espacios académicos por medio de la aplicación de Kits de manera didáctica. Por tal motivo se pretende buscar una metodología de aprendizaje para que los conocimientos impartidos en clase sean abstraídos en su totalidad (de manera eficaz) y posteriormente sean aplicados. Debido a esto la Universidad Santo Tomás compra unos kits didácticos en ingeniería, que, como primer paso cuentan con componentes mecánicos, electrónicos y de estructura, fáciles de ensamblar y manipular. Con el ensamblaje y manipulación del mismo se llegan a mecanismos y estructuras sencillas, hasta formas y funcionamientos más complejos en su elaboración. Esto procede a la conclusión que se pueden lograr un sin número de formas, mecanismos y estructuras que pueden ser estudiadas de manera teórica y práctica.

La elaboración de estos componentes a pequeña escala es similar a mecanismos que son utilizados en la cotidianidad como: grúas, elevadores, montacargas, morteros, entre otras. Tener estos mecanismos a pequeña escala, elaborados por medio de cada uno de los componentes que nos ofrece los Kits, permite comprender su comportamiento físico y cómo, por medio de la teoría de ingeniería, se puede lograr una mejor optimización.

9.2 CARACTERÍSTICAS A TENER EN CUENTA EN LA ELABORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Para el diseño de las prácticas de laboratorio, es necesario establecer cuáles son las características a tener en cuenta a partir de los componentes disponibles. Con la verificación de cada uno de ellos, se procede a plantear diferentes prácticas y seleccionar con base al grado de dificultad en el ensamblaje de cada práctica.

En este punto surgen elementos problemas que serán de suma importancia para el planteamiento de las prácticas de laboratorio, estos son:

1. Cada práctica planteada debe ser comprendida como objeto de estudio en las asignaturas que apadrina el núcleo de diseño (mecánica de sólidos y diseño de mecanismos)
2. Cada practica debe contener componentes mecánicos, estructurales y electrónicos.
3. Las prácticas deben ser mecanismos a pequeña escala de equipos mecánicos reales.

4. Los componentes mecánicos, electrónicos o estructurales que sean utilizados para la elaboración de los ejercicios deben ser tomados de la universidad.
5. Si algunos de los componentes mecánicos, electrónicos o estructurales que sea requerido para la elaboración de la práctica no hace parte de los elementos con los que cuenta la universidad, se procederá a la compra o fabricación del o los elementos mencionados.
6. Los elementos electrónicos que sean utilizadas deben ser elementos que funcionen con voltajes no mayores a 220 voltios.
7. Se debe contar con conocimientos básicos en programación en el lenguaje que es utilizado en el hardware de Arduino.

Dichas características nacen del desarrollo de las prácticas. Ensamblara cada uno de los materiales de manera efectiva, implementar componentes mecánicos, la fabricación de diferentes componentes para la funcionabilidad de cada uno de los modelos propuestos fueron características a tener en cuenta al momento de desarrollar las prácticas de laboratorio. Con las características a tener en cuenta en la elaboración de las prácticas de laboratorio ya identificados se procede a la recolectar la información de cuantas piezas, se cuentan para el diseño y elaboración de cada modelo. Los datos de las cotizaciones y compras de los Kits se recolectan de la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Santo Tomás de Aquino.

A continuación, se muestra de manera sistematizada cada uno de los componentes, que fueron adquiridos por la Universidad. Material de los componentes, precio y unidades.

Tabla 1. Elementos Kits Actobotics

Nombre de la pieza	Material	Cantidad
Tablero de control	Plástico, cable, bobinas	1
Servos	Plástico, cable, bobinas	4
Motorreductor de 8k	Aluminio, bobina	3
Canal en U, 23 agujeros	Aluminio	4
Canal en U, 15 agujeros	Aluminio	6
Placa de sujeción interna de canales	Aluminio	4
Soportes laterales de sujeción para canales	Aluminio	12
	Aluminio	6

Soporte interno de canal para la sujeción de servo		
Placa de soporte externa para servo	Aluminio	8
Placa de un agujero de soporte externo de agujero	Aluminio	6
Soportes exteriores que soportan el contra peso	Aluminio	32
Soporte de rodamiento de eje vertical de servo	Aluminio	2
Eje vertical de servo	Aluminio	20
Soporte de conexión entre canales y eje	Aluminio	2
Soporte inferior de servo conectado a eje	Aluminio	4
Canal en u de aluminio, 3 agujeros	Aluminio	4
Placa de aluminio de tren de subida	Aluminio	1
Soporte de sujeción entre soporte y carro	Aluminio	10
Placa de sujeción interna de canales	Aluminio	4
Canal en u aluminio, 1 agujero	Aluminio	8
Canal en U, 7 agujeros	Aluminio	6
Conexión dual	Aluminio	40
Suspensión	Aluminio, plástico	10
Placa de montura de motor	Aluminio	10
Llantas	Caucho	6

Fuente Servocity

Como se observa en la tabla anterior los Kits adquiridos cuentan con partes estructurales, de movimiento, electrónica y de hardware. De esta manera, se pueden aplicar los diferentes conceptos teóricos de cada uno de los núcleos de la facultad de Ingeniería mecánica.

9.3 CARACTERÍSTICAS A TENER A CUENTA PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE APRENDIZAJE

Con el fin de clasificar los modelos de aprendizaje y a su vez adaptarlos al desarrollo de las prácticas de laboratorio se tomaron algunos de los puntos de vista descritos en una entrevista hecha al profesor Ken Bain, rector jubilado de la Universidad del Distrito de Columbia.

¿Cómo ayudar al estudiante en su proceso de aprendizaje? Ken Bain realiza una reflexión sobre qué elementos pedagógicos se deben tener en cuenta para que el estudiante pueda tener un mejor proceso de aprendizaje en diferentes asignaturas y como se puede emplear las herramientas tecnológicas en pro a que el docente pueda guiar de manera efectiva el aprendizaje del alumno. En este orden de ideas Ken Bain plantea algunas preguntas que le asistan a proyectar la asignatura a estudiar teniendo un inicio en la parte final y yendo al inicio, es decir, se da inicio a lo que los docentes quieren que los estudiantes aprendan, con este punto cubierto se procede a utilizar la tecnología, adaptándola con el fin de alcanzar los objetivos. (65)

- ¿Qué quiero que mis estudiantes aprendan intelectual, emocional o físicamente al asistir a clase?
- ¿Cómo se puede ayudar o motivar a los estudiantes para que alcancen los objetivos?
- ¿Qué ejemplos tomados de la realidad se puede llevar al aula para desafiar el aprendizaje de los estudiantes, y cómo puedo ayudarles a que construyan tal desafío intelectual?
- ¿Cómo se debe afrontar la asignatura para que los estudiantes encuentren fascinante las habilidades y la información que se desea transmitir? ¿Qué preguntas u actividades que se puedan plantear suscitarán la curiosidad de los estudiantes y le harán replantearse sus pensamientos, así como examinar sus modelos mentales de la realidad?
- ¿Cómo se pueden ordenar las experiencias y vivencias de los estudiantes para fomentar el aprendizaje efectivo que se pretende de ellos?
- ¿Qué se puede hacer para entender el proceso de aprendizaje de mis alumnos, así como los progresos que se están haciendo?
- ¿En qué medida las nuevas tecnologías pueden ayudar a lograr todo lo que fue planteado?

- ¿Qué tecnología se debe usar?
- ¿Cómo se puede utilizar la tecnología de forma creativa y eficiente para potenciar el aprendizaje de los estudiantes?
- ¿Cómo se puede lograr que el estudiante se sienta propietario de su propio proceso de aprendizaje?

A partir de las preguntas citadas anteriormente, se procede evaluar cada una de estas y generar un cuestionario con la herramienta que provee Google y enviarlos a los diferentes estudiantes que cursan el programa de ingeniería mecánica de la Universidad Santo Tomás.

- ¿Considera qué es necesario tener prácticas de laboratorio en las asignaturas (mecánica de sólidos y diseño de transmisión de potencia) para que el conocimiento aprendido sea abstraído y entendido con mayor facilidad?
- ¿Considera que aparatos tecnológicos (Kits mecánicos, electrónicos, estructurales) deban ser usados puede ayudarle con su proceso de aprendizaje?
- ¿Considera que utilizar la tecnología de forma creativa y eficiente potencia su proceso de aprendizaje?
- ¿Considera que la realización de prácticas de laboratorio que están hechas con base de mecanismos tomados de la realidad potencia la comprensión de los temas teóricos aprendidos?

Para poder clasificar y relacionar los modelos de aprendizaje que fueron usados para el desarrollo y elaboración de las prácticas de laboratorio, se requiere explicar cómo fue el proceso creativo de las mismas. Todo nace de la necesidad de poder usar los kits que fueron adquiridos por parte de la Universidad para ser empleados en la práctica, es decir, en un principio abordar los temas teóricos de cada uno de los conceptos aprendidos en el aula de clase y posteriormente, disponer los Kits con el objetivo de la realización de prácticas pedagógicas, para que el concepto aprendido tenga una mejor aceptación, comprensión y relación. Con los conceptos teóricos impartidos en clase.

La importancia de que los conceptos sean adquiridos, comprendidos y empleados en la práctica, se hace con la finalidad de que los estudiantes de ingeniería tengan mayor cercanía a los problemas de ingeniería que tendrán que abordar más adelante, en la vida profesional. Ahora, para el desarrollo del proyecto de grado fue necesario establecer una ruta de diseño para poder realizar, elaborar y clasificar las prácticas de laboratorio, esta es:

- Realizar un inventario de cada una de las piezas que contaba la universidad.

- Organizar cada una de las piezas.
- Clasificar cada una de las piezas (tamaño, estructural, eléctrica, electrónica) y relacionarlas (en cuanto a ensamblaje entre piezas).
- Generar un proceso de ensamblaje de diferentes piezas, de diferente orden (estructurales, electrónicos, eléctricos, electrónico) y contrastarlos con máquinas que son utilizadas en la vida real.
- Plantear diferentes modelos a escala, producto del paso anterior.
- Evaluar cada uno de los modelos que fueron planteados en cuanto: Funcionalidad, ensamblaje, facilidad de transportabilidad, relación con maquinaria utilizada en el mundo profesional.
- Calcular variables en cada una de las prácticas que fueron aprobadas en el proceso de evaluación.
- Desarrollar guías de laboratorio a partir de los cálculos realizados y propuestos en el paso anterior.

9.3.1 Competencias del Ingeniero Mecánico Tomasino

Para el Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Santo Tomás se definieron las siguientes competencias específicas o profesionales:

- Aplicar conocimientos de matemáticas, ciencia en la solución de problemas de ingeniería.
- Comunicarse efectivamente mediante lengua materna, segunda lengua y expresión gráfica en ingeniería.
- Formular un problema de diseño de sistemas mecánicos, térmicos o hidráulicos a partir de una necesidad.
- Determinar la mejor alternativa de solución factible a un problema de diseño teniendo en cuenta requerimientos y restricciones.
- Realizar el diseño en detalle de un sistema mecánico, térmico o hidráulico realizando memorias de cálculo y documentación gráfica aplicando metodologías y normas de ingeniería.
- Seleccionar materiales a partir de requerimientos de diseño, manufactura, costos, impacto ambiental y normatividad aplicable.
- Seleccionar e implementar procesos de manufactura de elementos o sistemas observando requerimientos de calidad y productividad.
- Determinar los requerimientos y componentes necesarios para la automatización básica de una de un sistema mecánico, térmico o hidráulico.
- Formular y evaluar un proyecto mediante estudios de contexto y viabilidad económica.

- Actuar éticamente en el contexto de su ejercicio profesional y social.

A partir de las competencias con las que cuenta un ingeniero mecánico egresado de la Universidad Santo Tomás y el proyecto de grado presente podemos relacionar que: se busca aplicar los conceptos aprendidos en las asignaturas de mecánica de sólidos y diseño de transmisión de potencias en busca de soluciones de problemas de ingeniería. En este proceso se busca que en medio de las practicas halla comunicación asertiva y trabajo en equipo para poder seleccionar materiales a partir de requerimientos de ingeniería. Poder determinar los requerimientos y componentes para la fabricación de cada uno de los problemas planteados con anterioridad buscando la mejor forma de fomentar el aprendizaje.

9.4 CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE APRENDIZAJE

Comprendiendo la ruta de diseño utilizada para la realización, elaboración de las practicas se procede a calificar que modelo de aprendizaje este directamente relacionado con la ruta de aprendizaje que fue utilizada en el desarrollo de las prácticas de laboratorio. Por lo tanto, se sitúan tres diferentes modelos de aprendizaje que se proceden a evaluar y clasificar respectivamente, estos son: Modelo interactivo, modelo proyectivo, modelo situado.

En el modelo interactivo el estudiante se convierte en el actor principal del trabajo, pues se proponen diferentes alternativas donde el estudiante puede interactuar con su entorno y aprender por medio del “hacer”; para potenciar el uso de esta metodología, se usan entornos virtuales, modelajes tridimensionales, entre otros [54].

El modelo proyectivo, consta en una metodología basada en proyectos, en ésta se fomenta la búsqueda e investigación de un tema en específico por parte del estudiante, con el fin de desarrollar sus habilidades investigativas y que los conocimientos o conclusiones adquiridas sea a través de experiencias propias [55].

Por último, el modelo situado hace referencia al contexto sociocultural como pieza clave para el desarrollo de habilidades y adquisición de conocimientos; busca incentivar el trabajo en equipo a través de proyectos dirigidos a darle solución a necesidades que requieran el uso de métodos analíticos que fomenten trabajos de manera cooperativa [56].

9.5 ESTADO DEL ARTE

En la elaboración de este tipo de proyectos no existe un parámetro o estructura estandarizada para el desarrollo de prácticas de laboratorio, aunque se tienen en cuenta varios parámetros como lo son los modelos de aprendizaje, el contexto donde se utiliza las prácticas, que tienen como objetivo conseguir los resultados deseados. De esta manera, aunque no sea en gran medida, existen algunas investigaciones donde se desarrollan dicho proceso:

En primer lugar, está un proyecto desarrollado por la Universidad Santiago de Cali, el cual tiene como propósito la estandarización de las prácticas en el laboratorio. “La Dirección General de Laboratorios “DGL” quiere contribuir a establecer un estándar de operación en los laboratorios, viene trabajando de manera minuciosa conjuntamente con los Programas (y los profesores que regentan los respectivos cursos) en la elaboración de las guías de prácticas de laboratorios [64].

Por otro lado, en la Universidad Católica de Colombia, elaboraron guías de laboratorio de estructuras, en donde plantean diversas guías de enseñanza, a partir de la identificación de diversos materiales.

Así mismo, en el Campus Kennedy, diseñaron guías para prácticas de laboratorio en la carrera de Ingeniería Eléctrica, en donde para su elaboración partieron de las competencias profesionales, prosiguieron en identificar los modelos educativos y metodología, terminando en el diseño de cada practica dependiendo los temas pertinentes, además de realizar un análisis de encuesta, para observar si la implementación del proyecto es viable.

Teniendo en cuenta las diferentes pasos o criterios en el desarrollo de una práctica, los equipos e instrumentos de laboratorio, tienen y cuentan con un papel importante, ya que permite a los estudiantes realizar experimentos en lugar de solo leer sobre ellos. En lugar de tomar notas monótonas, pueden observar e identificar diversos fenómenos. Tal aprendizaje práctico a menudo facilita la comprensión de teorías y conceptos complejos. Como resultado, los estudiantes involucran más en lo tópico que están estudiando y desarrollan una apreciación más profunda de las ciencias.

Partiendo del conocimiento e identificación de los instrumentos de los Kits, como también el contexto, donde va hacer aplicado. Se van a explorar diferentes equipos que tienen ciertas características y funcionalidades, desarrollados con el fin de comprobar un fenómeno en particular de la ingeniería. Por otro lado, dispositivos, los cuales tienen, como característica fundamental el método de aprender jugando, ya que son armables y con movimiento programable.

9.5.1 PANDEO DE BARRAS – SERIE WP 120

El equipo WP 120 estudia el comportamiento de pandeo de barras expuestas a diferentes factores. Para poder estudiarlo de manera más profunda y acertada el equipo de laboratorio WP120 deja sujeto el eje a diferentes factores para el mejor estudio del mismo. El equipo funciona de la siguiente manera: se sostienen en ambos extremos en los equipos de ensayo, dependiendo el caso a estudiar, con un tipo de marco de carga de altura bastante variable y un husillo, se ejerce fuerza de compresión de forma manual, los soportes de los extremos evitan los esfuerzos de torsión en el eje de la probeta que se está estudiando.

Con ayuda de un cilindro hidráulico se mide la fuerza aplicada, que se lee en un dinamómetro. Un reloj de comparación indica la desviación lateral de la barra. En los ensayos se demuestra la influencia que tienen sobre el comportamiento de pandeo diferentes factores como la longitud de barra, los materiales y las formas de apoyo [34].

Algunos ensayos, los cuales se pueden realizar con este equipo son, el estudio del comportamiento de pandeo bajo la influencia, en casos como (de diversas formas de apoyo, sujeción, de diversas longitudes de barra, secciones, de diversos materiales, fuerza transversal adicional), además la verificación de la teoría de Euler, el pandeo en barras elásticas, el cálculo de la fuerza de pandeo esperable con la fórmula de Euler y el análisis gráfico del desplazamiento y de la fuerza [34].

Figura 1. Instrumento de prueba para el efecto de pandeo WP120 Pandeo de Barras.



Fuente Gunt Hamburg. Equipment for Engineering Education.

9.5.2 EQUIPO COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS DE Tensión – SERIE WP 130

Las hipótesis de tensiones se aplican en la resistencia de materiales cuando se calculan tensiones) comparativas en caso de esfuerzos desiguales compuestos.

En la práctica han probado ser eficaces las siguientes hipótesis de tensiones que tienen en cuenta las propiedades del material: hipótesis de tensiones normales, hipótesis de la deformación e hipótesis de tensiones de cizallamiento.

Con el equipo de ensayo WP 130 se comprueban estas hipótesis de tensiones de comparación en probetas de diferentes metales. Para ello se genera en un punto de la probeta un estado de cargas en varias direcciones y se mide la deformación que se produce. La probeta se fija por un lado en el bastidor fijo. En el otro lado se fija una placa de carga a la probeta. En el perímetro exterior de la placa se coloca un peso. Con un contrapeso se compensan el peso propio de la placa y del peso. De este modo sólo se presentan esfuerzos normales y de cizallamiento en un punto de la probeta y se evitan fuerzas transversales [34].

La placa de carga está graduada, por lo que las pesas se pueden fijar en escalones de 15° . Así se implementan momento flector y de torsión, así como la combinación de ambos. Para medir las deformaciones máximas, se han previsto, en la placa de carga, unos puntos diametralmente opuestos al de aplicación del peso [34].

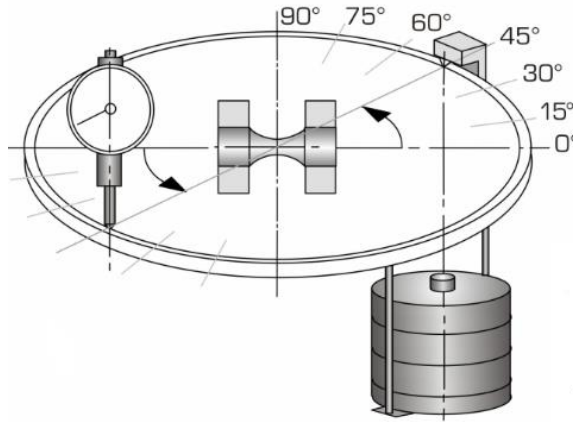
Figura 2. Instrumento de prueba para la comprobación de pruebas de hipótesis de tensión WP 130.



Fuente Gunt Hamburg. Equipment for Engineering Education.

Un ejemplo de funcionamiento del equipo comprobación de hipótesis de tensión, la probeta sujeta: 0° = flexión pura, 90° = torsión pura, todas las posiciones angulares intermedias = carga combinada.

Figura 3. Funcionamiento, equipo comprobación de hipótesis de tensión.



Fuente Gunt Hamburg. Equipment for Engineering Education.

9.5.3 EMBRAGUE DE DISCOS MÚLTIPLES – SERIE GL 300.08

De manera práctica y sencilla se pretende demostrar el funcionamiento de los elementos mecánicos de mayor complejidad, como lo es el acoplamiento de multidiscos, diferentes tipos de engranajes o el acoplamiento de un cojinete de eje [34].

Figura 4. Instrumento de Embrague de discos múltiples.



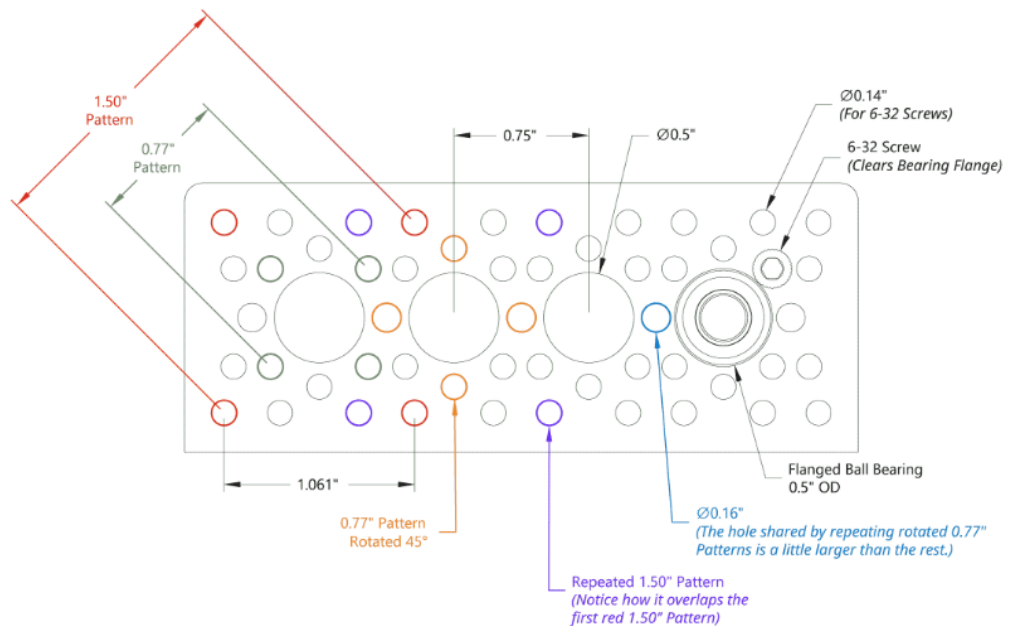
Autor Gunt Hamburg. Equipment for Engineering Education.

9.5.4 PATRÓN AGUJEROS, COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LOS KITS

Los diversos instrumentos mostrados anteriormente en las figuras 2,3,4, hacen referencia a pruebas de fenómenos mecánicos, en donde el punto central es identificar y conocer las diferentes causas del mismo, además de cómo se presentan.

Los Kits adquiridos por la Universidad, desde el punto de vista estructural, cuentan con unos componentes de aluminio y con sección transversal en “U”, a esto se le adiciona que cuentan con dos patrones de orificios estandarizados, como se puede observar en la Figura 6, que permite que la mayoría de, los componentes de los Kits se puedan conectar de forma intuitiva [37].

Figura 5. Patrón de agujeros de los componentes estructurales de los Kits.

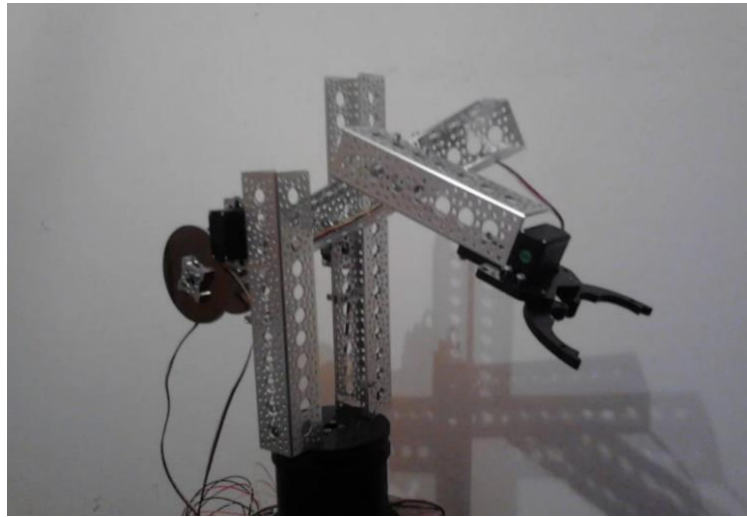


Fuente Servocity

9.5.5 BRAZO ROBÓTICO

La versatilidad de los kits permite que se encuentren desarrollos y ensamblajes de mecanismos como Manipuladores usando los componentes ofrecidos por la empresa. El ensamblaje está enfocado, en crear un manipulador resistente que se pueda usar para varios propósitos de la vida diaria, en su hogar, en el jardín. Para la operación del mismo se utiliza un Arduino como sistema de control del brazo [38].

Figura 6. Brazo robótico.



Fuente Instructables circuits. Actobotics Custom Robotic Arm.

En la fabricación del brazo robótico, se utilizan diversas piezas, como:

- Para la base se utiliza una base Servocity DDP155 Pan
- Un servo digital estándar Hitec HS-5485HB, con rotación de 180 grados o un servo estándar común de 90 grados para la base.
- 2 canales de aluminio Actobotics en U.
- 2 *ServoBlocks* con *Hub Shaft*.
- 2 servos estándar Hitec HS-311 para el movimiento.
- En cuanto a los brazos y la pinza se emplea canal de aluminio Actobotics y un kit de pinzas *ActoboticsStandard* [38].

9.5.6 ACTOBITTY 2

El ActoBitty 2, es un kit de robótica fácil de ensamblar, el cual consta de una estructura en forma de canal en U, además de dos ruedas, que, al ser ensamblado con los diversos elementos electrónicos, para su funcionamiento, es muy liviana y práctica. Estos dispositivos son fabricados con un fin individual, pero normalmente son utilizados en el ámbito académico, en donde el chasis de aluminio acepta todos los componentes de Actobotics como (Arduino, sensores), que, al ser programados, generan un movimiento controlado y practico.

Figura 7. ActoBitty 2.



Fuente Grobotronics. Actobotics Kit.

En la fabricación del ActoBitty 2, se utilizan diversas piezas, como:

- 2 ruedas de disco de precisión transparentes.
- 2 bujes de aluminio de 3 mm de diámetro.
- Canal de aluminio de 4.5 ".
- Micro motorreductores de 90 RPM.
- Arduino.
- Pilas AA.
- Montaje del sensor de acetal.
- Paquete de baterías AA de 4 celdas (baterías no incluidas).
- Montaje del paquete de baterías de acetal.
- 12 tornillos de cabeza hueca de 6-32 x 3/16".

9.5.7 THE MANTIS 4WD ROVER

El **Rover** 4WD Mantis, es un vehículo a escala de 4 ruedas, que permite desplazarse sin importar el tipo de terreno. La estructura está conformada por elementos Actobotics que le proveen de suficiente, robustez y resistencia. Los motores que trae por defecto el Kit, garantizan un torque suficiente superar cualquier obstáculo [52]. Por otro lado, desde el punto de vista comercial suele utilizarse en conjunto con una cámara GoPro, sensores o una IMU, puesto que la distribución de los componentes permite acomodar una gran variedad de módulos adicionales al Kit.

Figura 8. The mantis 4wd Rover.



Fuente Grobotronics. Actobotics Kit.

En la fabricación del The mantis 4wd Rover, se utilizan diversas piezas, como:

- 4 ruedas robóticas Revolver negras
- Placas conectoras de 4 canales
- 8 soportes de acero inoxidable tipo A (2x4)
- Adaptadores de rueda hexagonal tipo D de 6 x 12 mm con 6 mm
- 4 soportes de motor de engranajes planetarios tipo D
- 2 canales de aluminio de 457,2 mm
- 2 soportes de 342 mm
- 20 monturas dobles de 90° tipo D
- Amortiguadores de robot de aluminio de 4 x 130 mm
- Vigas de aluminio de 16 x 117,3 mm
- Neumáticos todoterreno de 4 x 137,2 mm
- Separadores roscados de 4 x 6-32 11,7 x 6,3 mm
- 6 arandelas de goma
- 4 x 313 rpm, motores de engranajes planetarios HD de 12 V
- Tornillos de cabeza hueca de 56 x 6-32 x 6,35 mm
- Tornillos de cabeza hueca de 8 x 6-32 x 11,1 mm
- Tornillos de cabeza hueca de 4 x 6-32 x 14,3 mm
- Tornillos de cabeza hueca de 32 x 6-32 x 22,2 mm
- 32 x 6-32 contratueras
- 8 arandelas n.º 6

- Arandelas estándar 64 x 6
- 36 arandelas de seguridad n.º 6
- 4 tapas de motor de engranajes HD
- Tornillos cónicos de cabeza Phillips de 16 x M3 x 8 mm

9.5.8 ACTUADOR

Los actuadores lineales convierten el movimiento rotativo de los motores en un movimiento de empuje/tracción que empujan y halan, además proporcionan una fuente fuerte y confiable de movimiento lineal. Se pueden operar con tan solo una batería y un interruptor [41]. Su funcionamiento mecánico se basa en un tornillo de potencia, que busca convertir un movimiento angular o de giro, en un movimiento de traslación o lineal, acompañado además de una transmisión de fuerza [53].

Figura 9. Linear actuator.



Fuente Servocity. How Linear Actuator Circuits Work.

9.5.9 GRÚA CON SERVOBLOCK

En el diseño de la grúa utilizando Kits Actoboticts el movimiento es generado por un servomotor, el cual consiste en un actuador rotativo o motor que permite un control preciso en términos de posición angular, aceleración y velocidad, capacidades que un motor normal no tiene [42], pero no cuenta con una estructura para soportar grandes cargas. De esta forma y con el fin de generar los resultados requeridos, se acopla a dicho motor un exoesqueleto o armazón llamado ServoBlock, lo que mejora en gran medida las cargas mecánicas soportadas.

De esta manera e identificando las características de un servomotor convencional y uno con el exosqueleto, conectado a la misma estructura de la grúa, se analizan y comprueban dos demostraciones (con y sin ServoBlock), en donde se usan el mismo servo (un Hitec HS-485HB). Por otro lado, el peso utilizado son latas de pintura que pesan aproximadamente 10,4 libras cada una. Además, el brazo de momento (desde donde cuelgan los mangos de la lata de pintura hasta la estría del servo) mide aproximadamente 8.5 pulgadas [42].

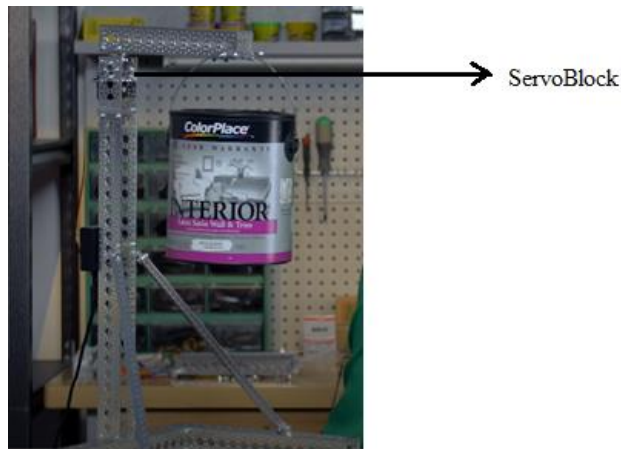
Al probar los servos, con y sin la estructura, se comprueba que el ServoBlock es más robusto y soporta una carga mayor, ya que estos ayudan a aislar la carga lateral de la estría y la caja del servo.

Figura 10. ServoBlock.



Fuente Servocity

Figura 11. Grúa con ServoBlock. Kits Actobotics.



Fuente Servocity. Why Use a ServoBlock

9.6 PROPUESTAS

Se plantearon como posibles prácticas, los diseños de una grúa y un montacarga, debido a que las dos, cumplen con los siguientes parámetros: su funcionamiento, parte de un fenómeno físico, estudiado a lo largo del pregrado de ingeniería mecánica. Su diseño, puede ser realizado a escala, gracias a la relación existente entre los componentes reales, con la de los Kits. Además, los principios mecánicos, que se pueden abordar dependiendo la práctica, como, por ejemplo, generación de movimiento a partir de un tornillo de potencia, equilibrio estático, pandeo y flexión.

Con la construcción de estos diseños a pequeña escala se pueden estudiar principios de la mecánica clásica hasta el nivel del diseño de mecanismos más complejos, comprendiendo los principios teóricos básicos y como, por medio de la fabricación y diseño, se pueden aplicar los conceptos aprendidos.

En un proceso de diseño en ingeniería, se busca satisfacer una necesidad específica con la finalidad de resolver un problema particular. En donde, si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse [43]. Así mismo después de la identificación de una necesidad y la decisión de resolverla, posteriormente de muchas iteraciones, termina con la presentación de los planes para satisfacerla.

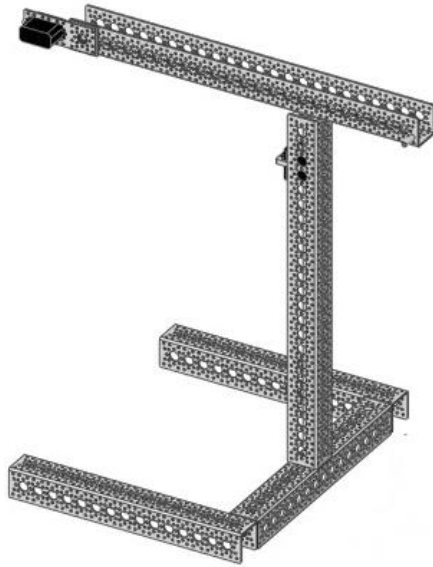
9.6.1 Grúa

En el diseño de las prácticas de laboratorio, se generaron varias opciones, buscando la manera de utilizar la mayoría de los componentes de los Kits. Una vez establecidos los modelos, se realiza un análisis que permita ejemplificar algún principio mecánico, además de ilustrar el funcionamiento y movimiento real del dispositivo.

El primer prototipo planteado es una grúa, de este se generaron 3 opciones, que utilizan el mismo principio, pero con algunas modificaciones estructurales. Uno de los puntos que se tiene en cuenta es el diseño de la base que puede ser uno de los factores más importantes para la seguridad de la grúa. En donde su función es proporcionar apoyo a todo el sistema; como también la de distribuir la carga de la grúa sobre un área lo suficientemente grande para que la grúa no se vuelque ni se vuelva inestable [44].

La primera de ella, consta con un canal de aluminio en U vertical, además de uno horizontal, los cuales están conectados a 4/6 de distancia, por un servomotor. El asiento, se compone por 3 canales en U, colocados en forma de C.

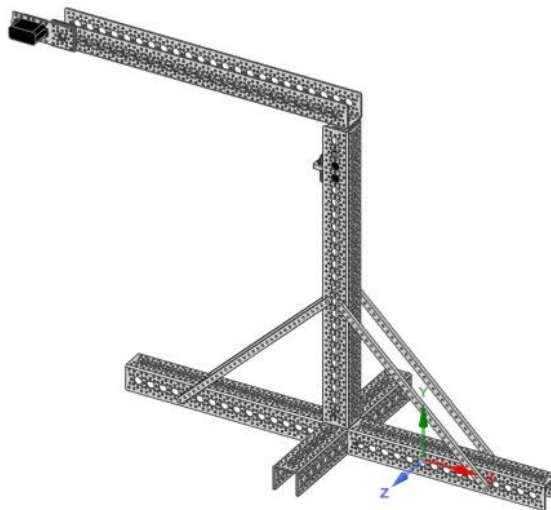
Figura 12. Prototipo Grúa 1.



Fuente Autor.

En el segundo la unión del servomotor con los canales en U, esta puesta en la intersección de ambos; por otro lado, la base utiliza una unión tipo de cruz, que permite conectar 4 sujetadores de aluminio, entre la base y el canal vertical en U, con la finalidad de obtener una mayor estabilidad en la estructura.

Figura 13. Prototipo Grúa 2.

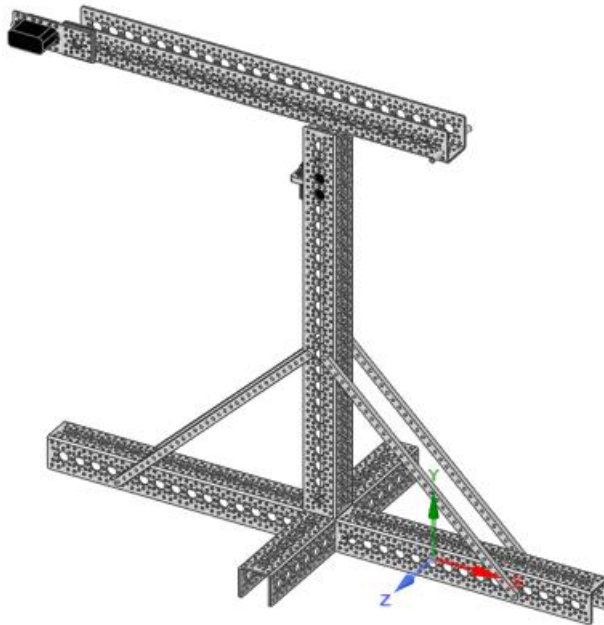


Fuente Autor.

En último lugar el modelo 3, tiene las mismas características físicas con el modelo 2, lo único que cambia es la posición del canal en U vertical con el servo (asemejándose con la posición de una grúa torre). Este prototipo es viable si se cuenta con un componente del kit que ofrece una conexión más robusta del servo con la estructura; llamada *Standard Hub Shaft ServoBlock*, este aumenta la capacidad de carga de en el motor, así mismo el marco de aluminio actúa como un exoesqueleto de servo, que mejora en gran medida las cargas mecánicas que puede soportar.

Teniendo en cuenta los 3 modelos propuestos, se elige construir y plantear la práctica de laboratorio, a partir del prototipo 3, ya que cumple con todos los parámetros planteados anteriormente, como también sus características son mejores para el uso requerido, que el de los otros 2.

Figura 14. Prototipo final Grúa.



Fuente Autor.

Así mismo la elección de este modelo es consecuente a factores como: su manera práctica de ensamble, la disposición de los servos, estabilidad del mecanismo completo y soporte de cargas. Al momento del ensamble se concluye que disponer de los canales en U en forma de cruz le daba mayor soporte a la estructura, debido a que esta se equilibraba en todo su apoyo, a partir de ahí se estableció los soportes laterales del canal de U vertical que le da mayor resistencia a la parte superior del mecanismo, funciona como un estabilizador de la estructura

superior, de ahí se adapta, el primer servo con una estructura de soporte, con el fin de que el servo pueda soportar mayor carga, de esta manera se establece el canal superior que va a tener diferentes apoyos en cada una de sus extremidades, en la parte posterior se adaptan dos cilindros que cumplen con la función de contra peso. En la parte contraria se adecúa el servomotor que recoge los materiales externos, la cual tienen esta posición debido a que, en ese punto, se puede cargar más peso, como también en este se genera un mayor momento, gracias a contar con una mayor distancia.

9.6.2 Montacarga

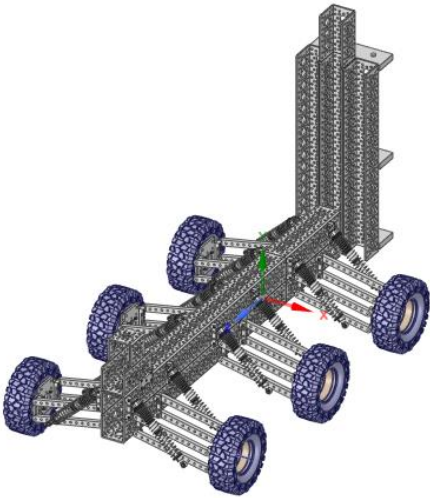
El segundo prototipo planteado es el montacarga, que utiliza un sistema de tornillo de potencia; para la elevación de la carga. En los equipos reales, el funcionamiento se debe a un mecanismo hidráulico, que se utiliza para realizar el levantamiento de la carga.

Para el diseño del chasis del montacarga, se debe tener en cuenta, el contrapeso que debe generar al sistema izamiento de la carga (tornillo de potencia). De esta forma, se plantea el desarrollo de un montacarga contrabalanceado, el cual se basa en los principios de balance y estabilidad [45], que dependerán de la forma de la estructura, de los apoyos y de la distribución de los pesos.

El planteamiento del montacarga es constituido por dos diferentes procesos, el carro y el sistema de levante. El vehículo ensamblado, es similar al "the mantis 4wd rover", con la diferencia, de contar con dos ruedas adicionales, los cuales generan más estabilidad y una mayor aceptación al peso del sistema de tornillo de potencia. por tal motivo fue requerido que el sistema de levante se adaptara al carro, de esta manera se adhiere otros dos canales en U para que se pueda unir los dos sistemas.

En cuanto, al número de ejes y su disposición, está diseñado, de la forma en que uno de ellos sea el eje transmisor (tornillo de potencia), que en la parte inferior se une a un cojinete, el cual reduce el rozamiento que se produce entre el eje y la placa sobre la que rota el tornillo; así mismo los otros dos, sirven para dar estabilidad en el sistema, además ayudan como rieles, para la cabina, encargada de elevar y bajar la carga.

Figura 15. Prototipo final Montacarga.

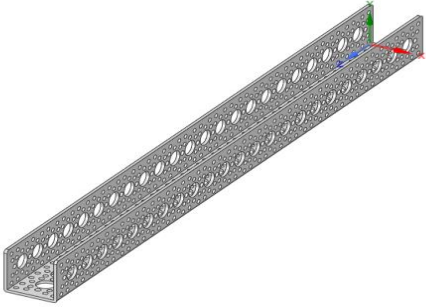


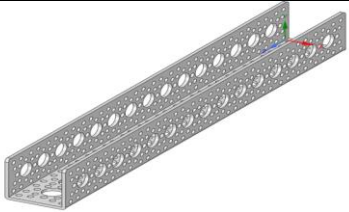
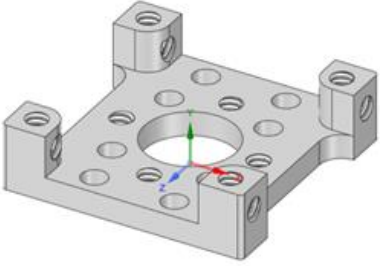
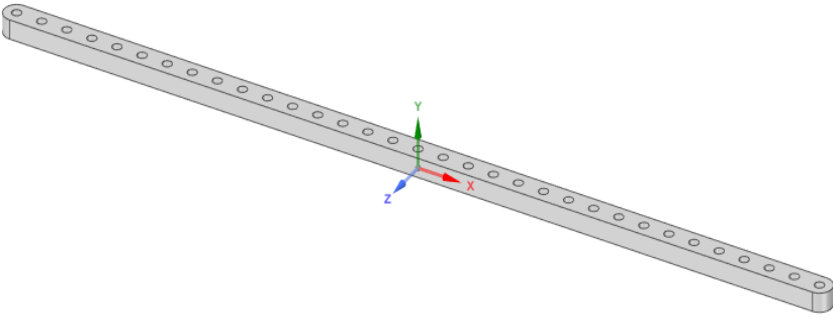
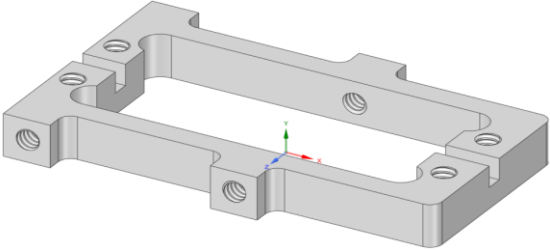
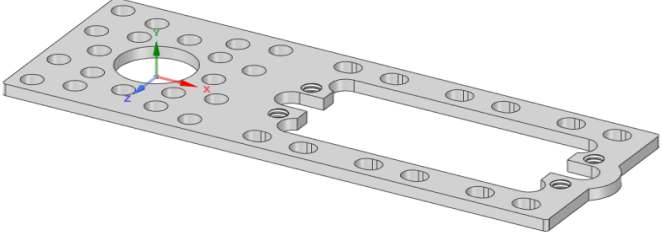
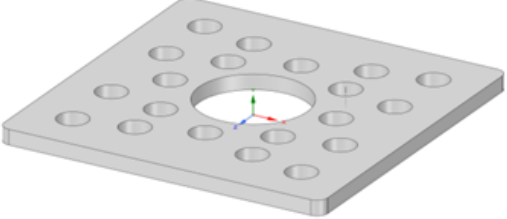
Fuente Autor.

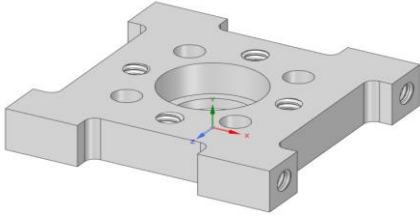
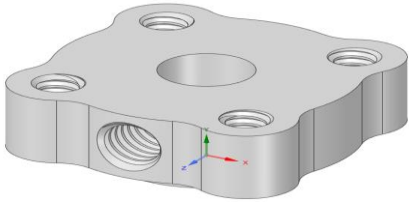
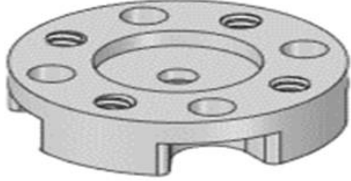
9.7 MATERIALES Y PARTES

Los diferentes componentes mecánicos de los Kits utilizados en el desarrollo de las prácticas de laboratorio, están fabricados en Aluminio, esto permite que la manipulación de las piezas y los ensamblajes obtenidos son ligeros y resistentes. A continuación, se muestran los componentes de los kits utilizados en el montaje de las prácticas de la Grúa y el Montacarga:

Tabla 2. Partes – Grúa

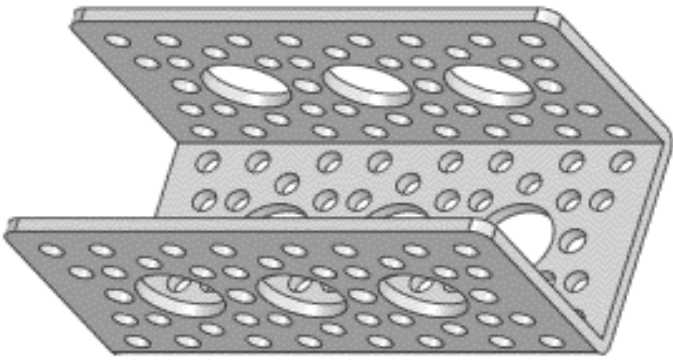
PIEZA	NOMBRE DE LA PARTE
	Canal en U, 23 agujeros

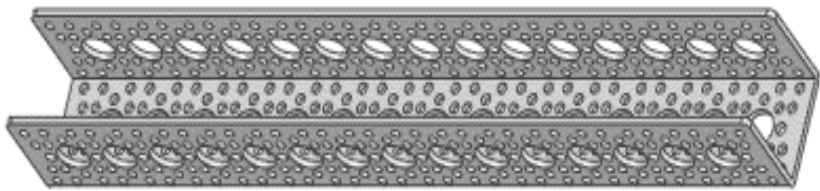
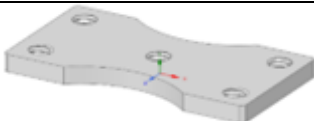
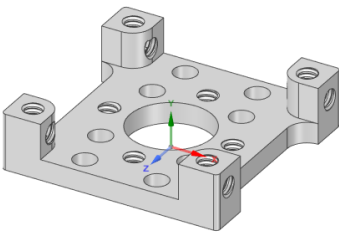
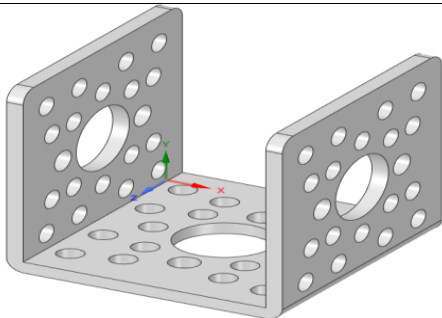
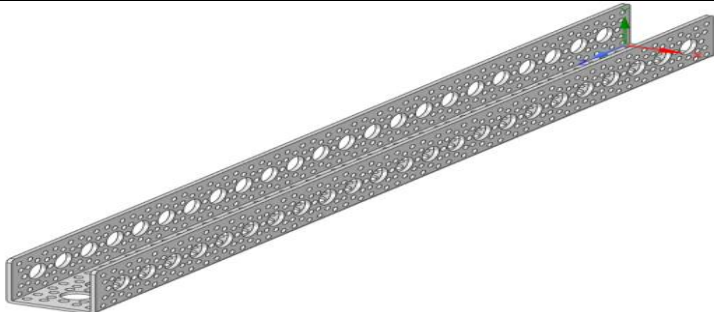
	Canal en U, 15 agujeros
	Placa de sujeción interna de canales
	Soportes laterales de sujeción para canales
	Soporte interno de canal para la sujeción de servo
	Placa de soporte externa para servo
	Placa de un agujero de soporte externo de agujero

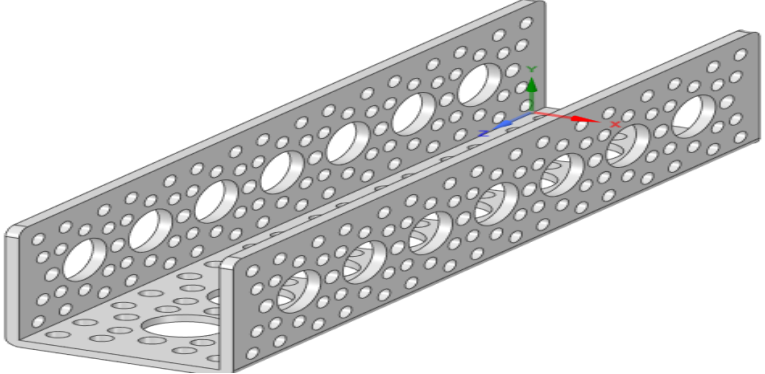
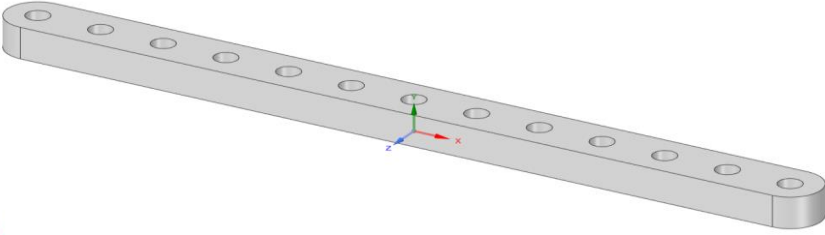
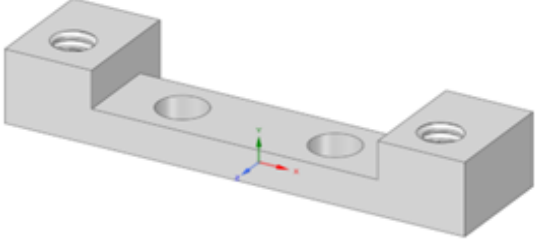
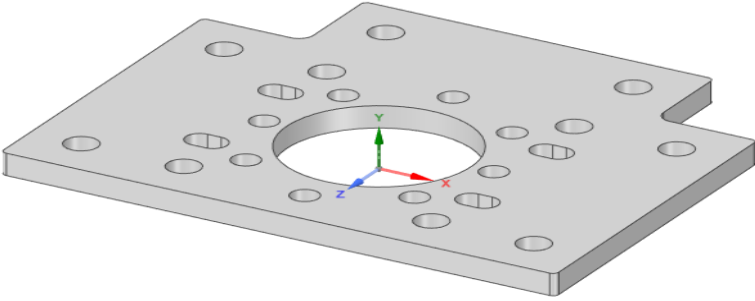
	Soportes exteriores que soportan el contra peso
	Soporte de rodamiento de eje vertical de servo
	Eje vertical de servo
	Soporte de conexión entre canales y eje
	Soporte inferior de servo conectado a eje

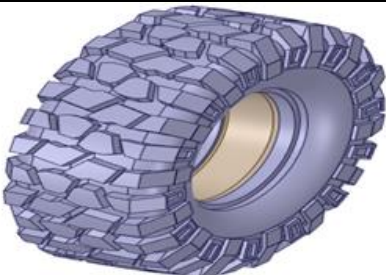
Fuente Autor.

Tabla 3. Partes – Montacarga.

PIEZA	NOMBRE DE LA PARTE
	Canal en U de aluminio, 3 agujeros

	Canal en U de aluminio, 15 agujeros
	Eje conductor de placas de aluminio
	Placa de aluminio de tren de subida
	Soporte de sujeción entre soporte y carro
	Placa de sujeción interna de canales
	Canal en U aluminio, 1 agujero
	Canal en U aluminio, 23 agujeros

	Canal en U, 7 agujeros
	Eje de ruedas, 13 agujeros
	Conexión dual
	Suspensión
	Placa de montura de motor

	Llantas
---	---------

Fuente Autor.

9.8 DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

En este punto se procede a realizar la verificación matemática de las prácticas de laboratorio, en un principio las prácticas de laboratorio fueron diseñadas y dirigidas hacia la asignatura de diseño de transmisión de potencia, debido a que los estudiantes de dicha asignatura cuentan con mayor bagaje académico en cuanto a conceptos de la mecánica de sólidos como: equilibrio estático, estudio de cuerpo rígido, entre otras. Pero en el desarrollo de las mismas se plantaron en comprender algunos de los conceptos de la mecánica de sólidos básica, como forma de refuerzo del concepto aprendido, y posteriormente se aplicará determinada cantidad de conceptos del diseño de transmisión de potencia. Así es que nace la práctica de la grúa, esta comprende un estudio estático de la viga principal para que después sea aplicada las formulaciones de pandeo que están directamente relacionadas a la asignatura de diseño de transmisión de potencia.

De la misma manera, la práctica del montacarga para que en su completo análisis matemático tuviese estrecha relación con la asignatura de diseño de transmisión de potencia, se realiza el planteamiento matemático que comprende el desarrollo de un tornillo de potencia.

9.8.1 GRÚA

En el desarrollo de la práctica de la grúa, los conceptos teóricos fundamentales y los cuales se deben considerar, están enfocados y dirigidos, en mecánica de sólidos y diseño de transmisión de potencia, abarcando temas como el pandeo, momento de inercia, equilibrio estático, sumatoria de fuerzas, centro de gravedad, momento, etc. Así mismo se utiliza conceptos de electrónica.

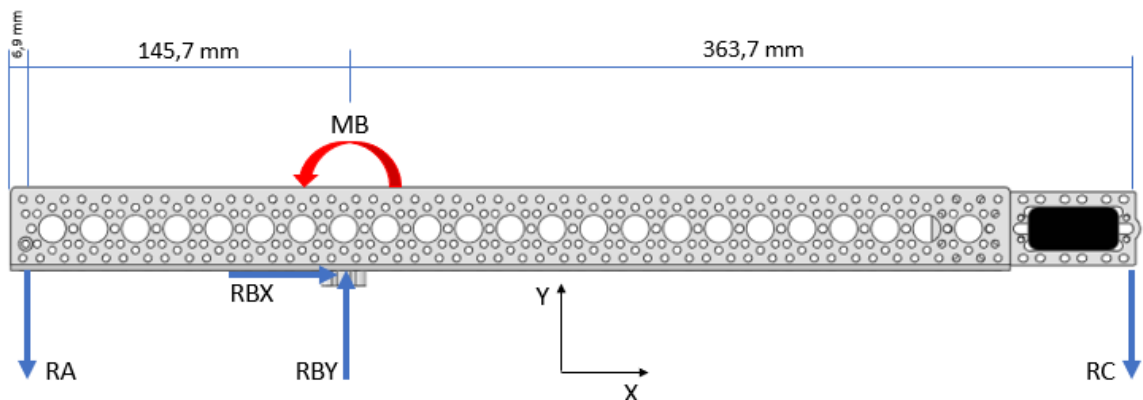
9.8.2 MONTACARGA

La práctica del montacarga, utiliza diversos conceptos teóricos fundamentales, los cuales se deben considerar, para el desarrollo de la misma, están relacionados a la asignatura de diseño de transmisión de potencia, abarcando temas como la transmisión de potencia a partir de un tornillo de potencia, torque, etc. Así mismo se utiliza conceptos de electrónica.

9.8.3 VERIFICACIÓN DE TEÓRICA DE LA GRÚA

Después de la explicación dada acerca de la conformación e edificación de los modelos de las practicas laboratorios, se procede a la verificación de los datos por medio de la teoría del diseño de máquinas.

Figura 16. Diagrama de fuerzas y momentos de la viga.



Fuente Autor.

Antes de dar resolución a las ecuaciones de equilibrio es necesario establecer los valores conocidos y dejarlos expresados en unidades del sistema internacional, estos son:

$$R_A = 600 \text{ gr}$$

$$R_C = 500 \text{ gr}$$

Con las masas de los extremos se multiplica por el valor nominal de la gravedad para poder tener los valores de fuerza.

$$R_A = \left((600 \text{ gr}) * \left(9.81 \frac{m}{seg^2} \right) * \left(\frac{1}{1000} \frac{kg}{gr} \right) \right)$$

$$\mathbf{R_A = 5.89 N}$$

$$R_C = \left((500 \text{ gr}) * \left(9.81 \frac{m}{seg^2} \right) * \left(\frac{1}{1000} \frac{kg}{gr} \right) \right)$$

$$\mathbf{R_C = 4.91 N}$$

Ahora que ya se tienen los valores de las reacciones se procede a las ecuaciones de equilibrio que son sumatorias de fuerzas y momentos:

9.8.3.1 Sumatoria de fuerzas en el eje x:

$$\sum F_x = 0$$

$$RB_x = 0$$

9.8.3.2 Sumatoria de fuerzas en el eje y:

$$\sum F_y = 0$$

$$-RA + RB_y - RC = 0$$

$$RB_y = RA + RC$$

$$RB_y = 4.91N + 5.89N$$

$$\mathbf{RB_y = 10.8N}$$

Con el valor encontrado que soporta la viga vertical de **10.8 N**. Se puede encontrar el momento en B que soporta la viga:

9.8.3.3 Sumatoria de momentos en el punto A:

$$\sum M_A = 0$$

$$M_B + (R_B * (145.7 \text{ mm})) - (R_C * (509.4 \text{ mm})) = 0$$

$$\mathbf{M_B = -(R_B * (145.7 \text{ mm})) + (R_C * (509.4 \text{ mm}))}$$

Pasando las distancias a unidades en el sistema internacional, se calcula el momento:

$$M_B = -(R_B * (145.7 \text{ mm})) + (R_C * (509.4 \text{ mm}))$$

$$M_B = -(R_B * (0.15 \text{ m})) + (R_C * (0.51 \text{ m}))$$

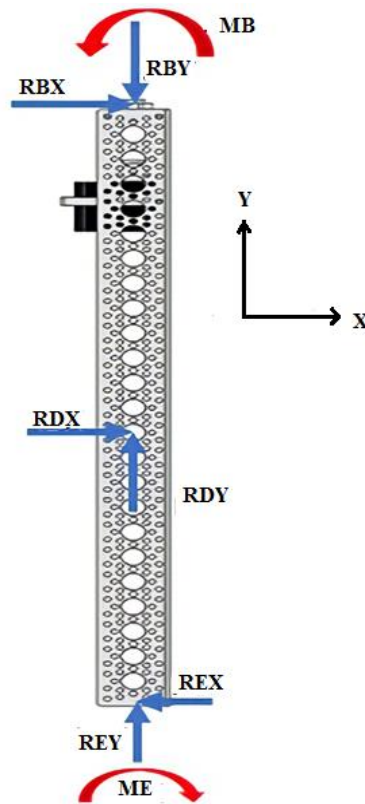
$$M_B = ((4.91 \text{ N} * 0.51 \text{ m}) - (10.8 \text{ N} * 0.15 \text{ m}))$$

$$M_B = 2.51 \text{ N.m} - 1.62 \text{ N.m}$$

$$\mathbf{M_B = 0.9 \text{ N.m}}$$

Ahora, se procede a calcular la deflexión de la viga vertical por medio de carga axial:

Figura 17. Diagrama de fuerzas y momentos de la viga vertical.

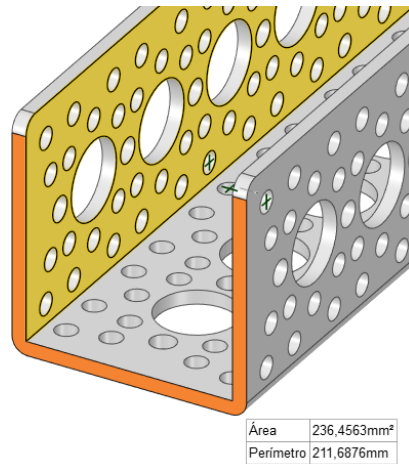


Fuente Autor.

Con el esquema de la viga definido como una viga *fija-fija* y por medio del estudio de estática, se obtiene el valor teórico máximo que la viga puede aguantar antes de sufrir de pandeo que es **10.8 N**. A través del estudio de pandeo por medio del principio de la carga crítica unitaria

y de carga permisible máxima, se procede a calcular el área de la sección transversal de la viga a estudiar, cuyo valor se obtiene de un software CAD.

Figura 18. Sección transversal - Canal U.



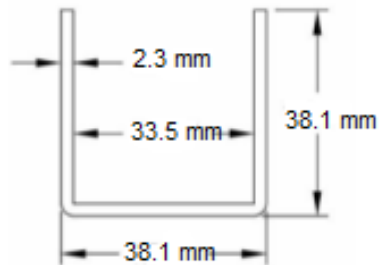
Fuente Autor.

$$A = 236.46 \text{ mm}^2$$

Una vez obtenido el valor del área de la sección transversal, se realiza el cálculo de los momentos de inercia, obteniendo la inercia máxima para ser usada en los cálculos de la carga unitaria máxima y la carga permisible:

9.8.3.4 Calculo centro de gravedad viga

Figura 19. Sección transversal- Canal en U, dimensiones.



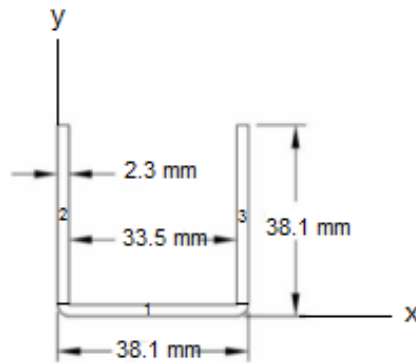
Fuente Autor.

$$X_{c.g} = \frac{A1 * X1 + A2 * X2 + A3 * X3}{A1 + A2 + A3}$$

$$Y_{c.g} = \frac{A1 * Y1 + A2 * Y2 + A3 * Y3}{A1 + A2 + A3}$$

División de la sección de la viga en figuras geométricas

Figura 20. Sección transversal - Canal en U, dimensiones. Plano coordenado.



Fuente Autor.

Cálculo de $X_{c.g}$:

$$A_{rectangulo} = b * a$$

Figura 1

$$A1 = 38.1 * 2.3 = 87.63mm^2$$

$$X1 = \frac{38.1}{2} = 19.05mm$$

$$Y1 = 1.15mm$$

Figura 2

$$A2 = 35.8 * 2.3 = 82.34mm^2$$

$$X2 = 1.15mm$$

$$Y2 = 19.05mm$$

Figura 3

$$A3 = 35.8 * 2.3 = 82.34mm^2$$

$$X3 = 36.95mm$$

$$Y3 = 19.05mm$$

$$Xc.g = \frac{87.63 * 19.05 + 82.34 * 1.15 + 82.34 * 36.95}{87.63 + 82.34 + 82.34}$$

$$Xc.g = 19.05mm$$

$$Yc.g = \frac{87.63 * 1.15 + 82.34 * 19.05 + 82.34 * 19.05}{87.63 + 82.34 + 82.34}$$

$$Yc.g = 12.83mm$$

9.8.3.5 Calculo momento inercia viga horizontal

Teorema de Steiner

$$I_t = I_0 + A * d^2$$

$$Inercia X_{rectangulo} = \frac{b * h^3}{12}$$

$$Inercia Y_{rectangulo} = \frac{h * b^3}{12}$$

Calculo Inercia X

$$IX_1 = \frac{38.1 * 2.3^3}{12} + 87.63 * (12.83 - 1.15)^2 = 11993.33mm^4$$

$$IX_2 = \frac{2.3 * 35.8^3}{12} + 82.34 * (19.05 - 12.83)^2 = 11979.79mm^4$$

$$IX_3 = \frac{2.3 * 35.8^3}{12} + 82.34 * (19.05 - 12.83)^2 = 11979.79mm^4$$

$$I_{tX} = 35952.91mm^4$$

Calculo Inercia Y

$$IY_1 = \frac{2.3 * 38.1^3}{12} + 87.63 * (19.05 - 19.05)^2 = 10600.38mm^4$$

$$IY_2 = \frac{35.8 * 2.3^3}{12} + 82.34 * (19.05 - 1.15)^2 = 26418.86mm^4$$

$$IY_3 = \frac{35.8 * 2.3^3}{12} + 82.34 * (36.95 - 19.05)^2 = 26418.86mm^4$$

$$I_{tY} = 63438.10mm^4$$

Con el momento de inercia máximo ($63438.10mm^4$), se procede a realizar el cálculo del radio de giro **k** para encontrar la razón de esbeltez **Sr**:

$$k = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$k = \sqrt{\frac{63438.10 mm^4}{236.46 mm^2}}$$

$$k = 16.38 mm$$

La razón de esbeltez ***S_r*** se encuentra a través de la siguiente expresión matemática:

$$S_r = \frac{l_{eff}}{k}$$

La longitud efectiva ***l_{eff}*** de la viga puede cambiar según las condiciones iniciales de carga y de frontera, en este caso la longitud efectiva ***l_{eff}*** para este caso es del tipo *fija-fija*. Para ello, la AISC recomienda que la longitud efectiva sea:

$$l_{eff} = 0.65.l$$

Donde ***l*** es igual a la longitud total de la viga a estudiar y está. En función de la longitud efectiva. Por lo tanto, la razón de esbeltez ***S_r*** queda de la siguiente manera:

$$S_r = \frac{0.65.(l)}{k}$$

$$S_r = \frac{(0.65.(457.2 mm))}{16.38 mm}$$

$$S_r = 18.14$$

Finalmente, se realiza el cálculo de la razón de esbeltez (***S_r***)***D*** con el fin de determinar si es del tipo Euler o del tipo Johnson.

$$(S_r)_D = \pi \cdot \sqrt{\frac{2E}{S_y}}$$

Los valores del módulo de Elasticidad ***E*** y el esfuerzo a fluencia ***S_y*** fueron tomados de la internet [1].

Tabla 4. Módulo de Elasticidad y esfuerzo a fluencia del Aluminio.

<i>Propiedades</i>	<i>6061-T4</i>	<i>6061-T6</i>
<i>Yield Strength</i>	145 Mpa-21000 psi	276 Mpa-40000 psi

Fuente Gabrian. Aluminio: Conozca sus propiedades y usos.

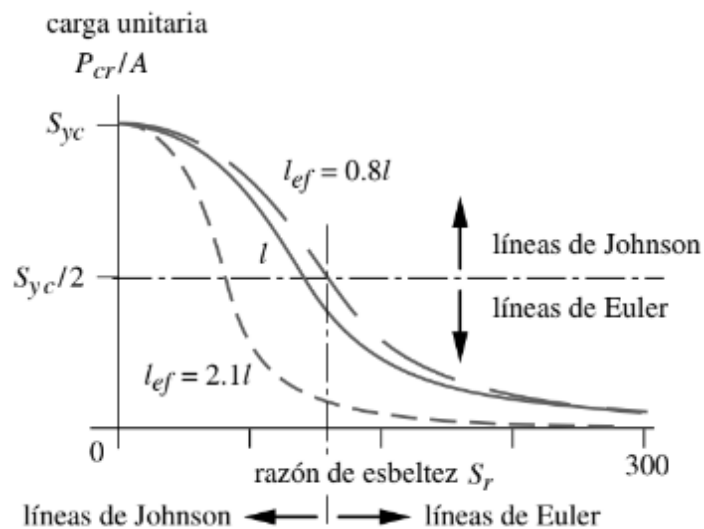
Con estos valores de entrada la razón de esbeltez (S_r)_D es igual a:

$$(S_r)_D = \pi \cdot \sqrt{\frac{2 * (71,000 \text{ MPa})}{145 \text{ MPa}}}$$

$$(S_r)_D = 98.31$$

Al realizar las comparaciones pertinentes entre ambas relaciones, la razón de esbeltez queda hacia la izquierda del punto tangente y, por lo tanto, queda en la región Johnson. De esta manera, el cálculo de la carga unitaria máxima ***P_{cr}*** y la carga permisible ***P_{permisible}*** va ser igual a:

Figura 21. Líneas de falla para diferentes condiciones de extremo.



Fuente Diseño de Maquinas 4ta edición - Norton.

9.8.3.6 Carga unitaria máxima P_{cr} :

$$P_{cr} = A \cdot \left[S_y - \frac{1}{E} \cdot \left(\frac{S_y S_r}{2\pi} \right)^2 \right]$$
$$P_{cr} = 33.7 \text{ MPa}$$

Finalmente, con la carga unitaria máxima se calcula la permisible máxima y suponiendo, un factor de seguridad igual a 2, la expresión final queda:

$$P_{permisible} = \frac{P_{cr}}{\text{Factor de seguridad}}$$

$$P_{permisible} = \frac{33702.82 \text{ Pa}}{2}$$

$$P_{permisible} = 16851.41 \text{ Pa}$$

9.8.4 VERIFICACIÓN DE TEÓRICA DEL MONTACARGA

Datos de entrada en el tornillo de potencia

Velocidad angular: $\omega = 350 \text{ rpm}$

$Torque_u = 8 \text{ kg} * \text{cm} \quad 44.79 \text{ lb} * \text{in}$

Teniendo en cuenta que el tornillo cumple la característica de ser un tornillo de una entrada, el avance L es igual al paso p , que es $1/N = 0.083$. El diámetro de paso d_p de la cuerda se obtiene de la figura 23.

Figura 22. Dimensiones principales de cuerdas estándares Acme.

Diámetro mayor (in)	Cuerdas por pulgada	Paso de la cuerda (in)	Diámetro de paso (in)	Diámetro menor (in)	Área de esfuerzo por tensión (in ²)
0.250	16	0.063	0.219	0.188	0.032
0.313	14	0.071	0.277	0.241	0.053
0.375	12	0.083	0.333	0.292	0.077
0.438	12	0.083	0.396	0.354	0.110
0.500	10	0.100	0.450	0.400	0.142
0.625	8	0.125	0.563	0.500	0.222
0.750	6	0.167	0.667	0.583	0.307
0.875	6	0.167	0.792	0.708	0.442
1.000	5	0.200	0.900	0.800	0.568
1.125	5	0.200	1.025	0.925	0.747
1.250	5	0.200	1.150	1.050	0.950
1.375	4	0.250	1.250	1.125	1.108
1.500	4	0.250	1.375	1.250	1.353
1.750	4	0.250	1.625	1.500	1.918
2.000	4	0.250	1.875	1.750	2.580
2.250	3	0.333	2.083	1.917	3.142
2.500	3	0.333	2.333	2.167	3.976
2.750	3	0.333	2.583	2.417	4.909
3.000	2	0.500	2.750	2.500	5.412
3.500	2	0.500	3.250	3.000	7.670
4.000	2	0.500	3.750	3.500	10.321
4.500	2	0.500	4.250	4.000	13.364
5.000	2	0.500	4.750	4.500	16.800

Fuente Diseño de Maquinas 4ta edición - Norton.

Al conocer los diferentes datos geométricos del tornillo de potencia, se calcula el valor de la carga, que puede elevar y bajar el sistema; con la ecuación de torque total. Además, se debe tener en cuenta que el tornillo esta lubricado con aceite. De esta forma la fricción de deslizamiento es $\mu = 0.15$ y la fricción de rodamiento, es $\mu = 0.02$.

$$T_u = T_{su} + T_c = \frac{Pd_p}{2} \frac{(\mu\pi d_p + L\cos\alpha)}{(\pi d_p \cos\alpha - \mu L)} + \mu_c P \frac{d_c}{2}$$

$$44.79 = \frac{P(0.396)}{2} \frac{(0.15\pi(0.396) + 0.083\cos14.5)}{(\pi(0.396)\cos14.5 - 0.15(0.083))} + 0.15P \frac{0.613}{2}$$

$$44.79 = (P * 0.198) * (0.224) + (0.15P * 0.3065)$$

$$P = 495.86lb$$

Conociendo el valor de P, se obtiene el torque para bajar la carga

$$T_d = T_{sd} + T_c = \frac{Pd_p (\mu \pi d_p - L \cos \alpha)}{2 (\pi d_p \cos \alpha + \mu L)} + \mu_c P \frac{d_c}{2}$$

$$T_d = \frac{495.86(0.396)}{2} \frac{(0.15\pi(0.396) - 0.083\cos 14.5)}{(\pi(0.396)\cos 14.5 + 0.15(0.083))} + 0.15 * 495.86 \frac{0.613}{2}$$

$$T_d = 31.37 lb * in$$

En el sistema del tornillo de potencia del montacarga, la eficiencia en el ascenso es menor que en el descenso; debido al valor del torque necesario para cumplir con dicha tarea. Para conocer el resultado de la eficiencia se tienen en cuenta la componente del valor de torque del tornillo como la del rodamiento, de la ecuación de torque total en elevación del sistema.

$$e = \frac{PL}{2\pi T}$$

$$e_{tornillo} = \frac{495.86(0.083)}{2\pi(21.99)}$$

$$e_{tornillo} = 0.29$$

$$e_{amboscombinados} = \frac{495.86(0.083)}{2\pi(44.79)}$$

$$e_{amboscombinados} = 0.15$$

Para finalizar se calcula el antibloqueo; que se refiere a una condición donde el tornillo no se puede regresar, debido a la aplicación axial de una fuerza de cualquier magnitud (no un torque) a la tuerca. En otras palabras, un tornillo de autobloqueo mantendrá la carga en su lugar sin aplicación alguna de torque [46].

$$\mu \geq \frac{L}{\pi d_p} \cos \alpha$$

$$0.15 \geq \frac{0.083}{\pi 0.396} \cos(14.5)$$

$$0.15 \geq 0.069$$

9.8 ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Una vez concluida la etapa de elaboración y desarrollo de las guías de enseñanza y prototipos, para las prácticas de laboratorio, se realiza la presentación de las nuevas guías a los estudiantes y egresados del pregrado de Ingeniería Mecánica. De esta manera se realiza una encuesta con el fin de conocer e identificar cuál es la percepción y opinión, acerca de dichos métodos de aprendizaje "prácticas de laboratorio", como también si serán aceptadas por cada uno de los alumnos.

9.8.1 ANÁLISIS DE LAS GUÍAS POR PARTE DE LOS ESTUDIANTES

Teniendo en cuenta las 5 preguntas realizadas a los estudiantes en la encuesta, a continuación, expuesta, se analiza lo siguiente:

Encuesta acerca de mejorar la calidad en el aprendizaje por medio de los Kits Actobotics en el pregrado de Ingeniería mecánica de la universidad Santo Tomás.

Pregunta 1

¿Considera qué es necesario tener prácticas de laboratorio en las asignaturas (mecánica de sólidos y diseño de transmisión de potencia) para que el conocimiento aprendido sea abstraído y entendido con mayor facilidad?

Sus opciones de respuesta son las siguientes:

- ☒ Si lo considero
- ☐ No lo considero

Al tabular las respuestas obtenidas al encuestar a los estudiantes se obtiene los resultados mostrados en la Fig. 23.

Figura 23. Gráfico pregunta 1.



Fuente Formularios Google.

A partir de la gráfica, se establece una respuesta unánime del 100 % “si lo considero”, en donde se identifica que los estudiantes desean tener un mayor acercamiento a las asignaturas anteriormente mencionadas por medio de la práctica, aplicando los conceptos teóricos aprendidos.

Pregunta 2

¿Considera que aparatos tecnológicos (Kits mecánicos, electrónicos, estructurales) deban ser usados y además pueden ayudarle con su proceso de aprendizaje?

Sus opciones de respuesta son las siguientes:

- ☐ Si lo considero
- ☐ No lo considero
- ☐ Otro:

Al tabular las respuestas obtenidas al encuestar a los estudiantes se obtiene los resultados mostrados en la Fig. 24.

Figura 24. Gráfico pregunta 2.



Fuente Formularios Google.

De la gráfica se puede deducir que es necesario utilizar, aparatos de cualquier orden, para que el estudiante pueda relacionarlos entre sí, además poder formar estructuras en función de los conceptos aprendidos en clase. Generando una respuesta unánime del 100% “si lo considero”.

Pregunta 3

¿Considera qué utilizar la tecnología de forma creativa y eficiente potencia su proceso de aprendizaje?

Sus opciones de respuesta son las siguientes:

- ☐ Si lo considero
- ☐ No lo considero
- ☐ Otro:

Al tabular las respuestas obtenidas al encuestar a los estudiantes se obtiene los resultados mostrados en la Fig. 25.

Figura 25. Gráfico pregunta 3.



Fuente Formularios Google.

Teniendo en cuenta la gráfica, se es necesario utilizar la tecnología en pro de poder realizar proyectos que puedan integrar diferentes áreas del conocimiento, comprendidas en la carrera de ingeniería mecánica, ya que estos brindan un avance en el desarrollo de metodologías educativas. De esta manera se genera una respuesta del 100% "si lo considero".

Pregunta 4

¿Considera que la realización de prácticas de laboratorio que están hechas con base de mecanismos tomados de la realidad potencia la comprensión de los temas teóricos aprendidos?

Sus opciones de respuesta son las siguientes:

- ☐ Si lo considero
- ☐ No lo considero
- ☐ Otro:

Al tabular las respuestas obtenidas al encuestar a los estudiantes se obtiene los resultados mostrados en la Fig. 26.

Figura 26. Gráfico pregunta 4.



Fuente Formularios Google.

A partir de la gráfica, se establece una respuesta unánime del 100 % “si lo considero”, en donde se es necesario hacer acercamientos a mecanismos que son utilizados en la vida real por medio de prácticas para que los estudiantes puedan relacionar todos los conceptos aprendidos teóricamente.

Pregunta 5

¿Cómo estudiante a usted que le gustaría que le universidad implementara para que haya mejor abstracción de los conceptos teóricos aprendidos?

Su opción de respuesta es abierta:

Tabla 5. Respuestas pregunta 5, encuesta acerca de mejorar la calidad en el aprendizaje por medio de los Kits Actobotics en el pregrado de Ingeniería mecánica de la universidad Santo Tomás.

Encuestado	Respuesta
Estudiante 1	Mayor recursividad y eficiencia en los laboratorios y prácticas.
Estudiante 2	Laboratorios prácticos en los cuales se puede aterrizar los conceptos aprendidos.
Estudiante 3	Mayor acercamiento a la industria.

Estudiante 4	Prácticas de laboratorio en donde se vean reflejados los conocimientos de forma que se puedan comprender de manera más sencilla.
Estudiante 5	Evaluarlos también de manera práctica.
Estudiante 6	Integrar lo teórico con la realidad mediante laboratorios.
Estudiante 7	Más prácticas de laboratorio en las diversas asignaturas del pregrado.
Estudiante 8	Me encantaría que hubiese más presencia de prácticas para reforzar el concepto la teoría.

Fuente Autor

Teniendo en cuenta las diversas repuestas obtenidas de los participantes, se puede identificar que, en el grupo estudiantil, existe un deseo o intereses de que el pregrado de Ingeniería Mecánica genere más espacios o formas de adquirir el aprendizaje, ya que muchos de ellos plantean la posibilidad de mejorar sus habilidades competitivas con las prácticas de laboratorio.

10. CONCLUSIONES

Las prácticas de laboratorio desarrolladas hacen énfasis a como fortalecer los conocimientos teóricos a partir de la práctica, por medio de diferentes procesos de aprendizaje. Clasificando cada uno de ellos se concluye que el relacionar la construcción con la práctica se logra un modo de aprendizaje efectivo, ya que en este proceso la persona o alumno se apropia del conocimiento en sus distintas dimensiones, conceptos, procedimientos, actitudes y valores.

A partir de la clasificación de los modelos de aprendizaje estudiados en el transcurso del proyecto de grado se diseñaron dos prácticas de laboratorio de dos diferentes mecanismos, con el fin de emplear el modelo construccionista para que el conocimiento sea adaptado de mejor manera, como también con el objetivo de mejorar u orientar el proceso de aprendizaje, en donde por más de que existan métodos como las prácticas de laboratorio, el instructor o docente debe proporcionar información, además de ser un mediador entre el estudiante y el ambiente, otorgando el papel protagónico de aprendizaje al alumno.

A partir del diseño de las prácticas de laboratorio se elaboran guías y manuales para el desarrollo de las mismas en las que el estudiante debe aplicar el conocimiento teórico a la solución de un problema de ingeniería. A demás de ello estas prácticas de laboratorio fomentaran las habilidades que debe desarrollar un Ingeniero Tomasino egresado de la universidad Santo Tomás.

En los dos casos estudiados se requirió de conocimientos teóricos y prácticos para la elaboración de laboratorios. Teniendo en cuenta el estudio de arte, marcos teóricos y conceptuales realizados, se encontró información suficiente para evaluar diferentes modelos y mecanismos para el diseño de las prácticas de laboratorio. Además, el uso de software CAD, el cual facilita al cálculo de variables dimensionales y de inercia de diferentes formas físicas.

Analizando y estudiando, se comprende que la interrelación de prácticas de laboratorio con conceptos teóricos, forma mejores bases del conocimiento aprendido y mejores profesionales, que comprenderán de mejor manera los fenómenos físicos y mejor abstracción de conceptos académicos.

11. RECOMENDACIONES

Este proyecto muestra la importancia de generar diversos sistemas de aprendizaje para los estudiantes, además de crear metodologías que estimulen el crecimiento académico de los estudiantes. De esta forma se recomienda abordar las prácticas de laboratorio utilizando otros enfoques de aprendizaje, con el fin de crear y generar una mejor manera de conocimiento para los estudiantes.

Por otro lado, el diseño de las prácticas de laboratorio, tiene como fin, incrementar y fortalecer la utilización de diversos espacios de la universidad, para algunas asignaturas de pregrado, en la carrera de Ingeniería Mecánica, de la Universidad Santo Tomás, ya que, en muchas ocasiones, el aprendizaje está impartido de una sola manera (teórica), y deja de lado formas como la de aprender jugando, que utiliza equipos o instrumentos de laboratorio, como los usados este proyecto.

Las prácticas y guías de laboratorio del Montacarga y la Grúa, aunque abarcan diversos temas del pregrado, de las asignaturas de Mecánica de Sólidos y Diseño de Transmisión de Potencia. Estas también podrían ser implementadas en la asignatura de Electrónica, ya que el equipo diseñado para las dos prácticas cuentan con programación en el software de Arduino, además de contener circuitos eléctricos para su funcionamiento.

12. ANEXOS

ANEXO A

Los códigos, elaborados para simular el movimiento característico de la grúa y el montacarga, son realizados en el programa Arduino uno, ya que este software facilita la escritura de código y la carga en la placa.

CODIGO ARDUINO UNO – GRÚA

El funcionamiento del código, depende de los componentes utilizados, en este caso en particular, está compuesto por la placa de Arduino uno, el joystick, los servomotores y la protoboard. De esta manera, lo primero en la escritura del código es definir los dos servomotores que se utilizan y su posición, además declarar el número de los pines en los que están situados en la placa. En segundo lugar, se emplea el “void loop”, para ejecutar el programa infinitas veces, así mismo se usa el if condicional, para controlar el campo de giro de los servos. En tercer lugar, se coloca el comando “delay”, con el fin de controlar la velocidad de ejecución del programa.

```
//Proyecto Grúa
#include <Servo.h>
Servo servol;
Servo servo2;
int eje1=90;
int eje2=90;
void setup(){
  servol.attach(7);
  servo2.attach(6);

  servol.write(90);
  servo2.write(90);
}
void loop(){
  //SERVO 1
  if (analogRead(0)<200 && eje1<180){
    eje1++;
    servol.write(eje1);
  }
  if (analogRead(0)>700 && eje1>0){
    eje1--;
    servol.write(eje1);
  }
}
```

```
}  
//SERVO 2  
if (analogRead(1)<200 && eje2<180){  
    eje2++;  
    servo2.write(eje2);  
}  
if (analogRead(1)>700 && eje2>0){  
    eje2--;  
    servo2.write(eje2);  
}  
delay(15);  
}
```

ANEXO B

CODIGO ARDUINO UNO – MONTACARGA

El funcionamiento del código, depende de los componentes utilizados, en este caso en particular, está compuesto por la placa de Arduino uno, el puente h L298N, el potenciómetro, los pulsadores y el motorreductor de 12V. De esta forma, lo primero en la escritura del código es definir cada una de las variables y su respectivo pin (digital o análogo) utilizado en la placa de Arduino uno. En segundo lugar, se definen en el "void setup", las entradas y salidas en los pines analógicos y digitales. Mientras en el "void loop", se definen las instrucciones que va a realizar el Arduino, por un lado, obtener los valores dados por el potenciómetro y los pulsadores, además de controlar la velocidad del motorreductor, como también el giro del mismo, que utiliza el condicional "if", para identificar que pulsador esta oprimido. En último lugar, se coloca el comando "delay", con el fin de controlar la velocidad de ejecución del programa.

```
//Proyecto Montacarga
int pulsadorizq=2;

int pulsadorder=3;

int pot=A0;

int IN3=7;

int IN4=8;

int ENB=9;

int statusizq;

int statusder;

int value;

int total;

void setup() {

    pinMode(pulsadorizq, INPUT);

    pinMode(pulsadorder, INPUT);

    pinMode(pot, INPUT);
```

```

    pinMode(IN3,OUTPUT);

    pinMode(IN4,OUTPUT);

    pinMode(ENB,OUTPUT);

    Serial.begin(9600);

}

void loop() {

    statusizq= digitalRead(pulsadorizq);

    statusder= digitalRead(pulsadororder);

    value= analogRead(pot);

    total=map(value,0,1023,0,255);

    analogWrite(ENB,total);

    Serial.println(total);

    if(statusizq==HIGH){

        digitalWrite(IN3,HIGH);
        digitalWrite(IN4,LOW);

    }else{

        if(statusder==HIGH){

            digitalWrite(IN3,LOW);

            digitalWrite(IN4,HIGH);

        }else{

            digitalWrite(IN3,LOW);

            digitalWrite(IN4,LOW);

        }

    }

    delay(100);

}

```

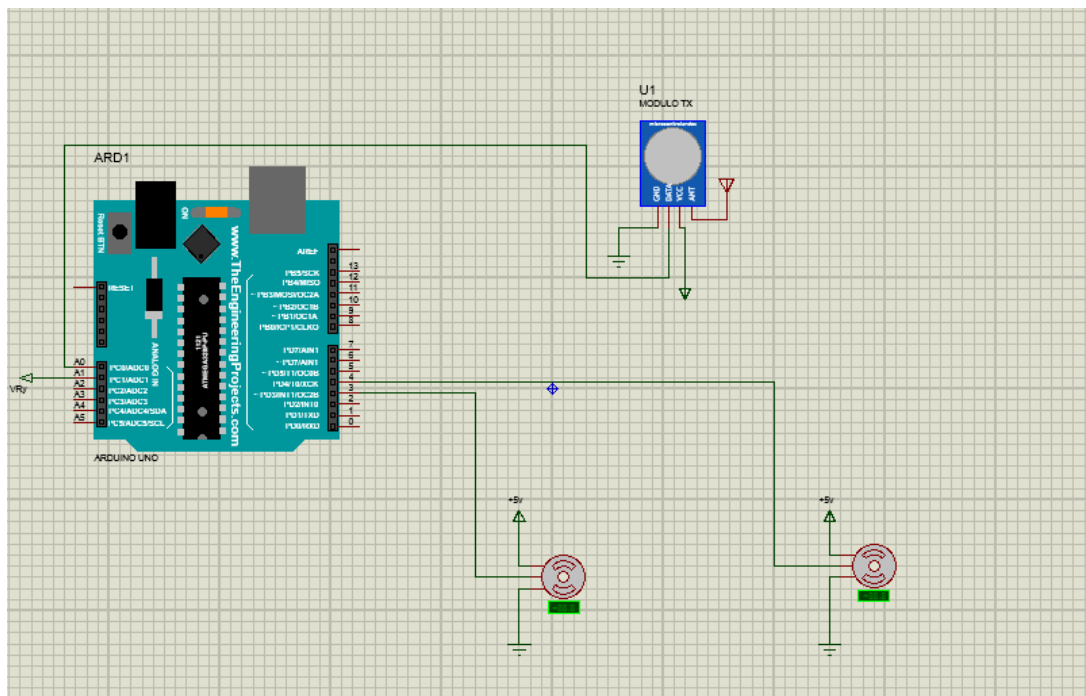
ANEXO C

PLANO CIRCUITO ELECTRICO – GRÚA

El circuito eléctrico es un conjunto de elementos eléctricos conectados entre sí que permiten generar, transportar y utilizar la energía eléctrica con la finalidad de transformarla en otro tipo de energía como, por ejemplo, energía calorífica, energía lumínica o energía mecánica [57]. De esta manera se realiza el desarrollo del circuito, con el fin de generar el movimiento característico de la grúa y el montacarga.

Los elementos eléctricos utilizados, en el circuito de la grúa, son: placa de Arduino uno, el joystick, los servomotores, la protoboard, el cable dupont. Para recrear el funcionamiento se conectan el joystick (utilizado para controlar el giro de los dos servomotores, de arriba abajo el servo 1 y el 2 de derecha a izquierda), y los servomotores (reproduciendo el movimiento de la polea y el giro del cabezal de la grúa), en los puertos analógico A0 y los pines digitales de entrada y salida 3,4 de la placa, como también a los terminales positivo y negativos estipulados.

Al conectar los diversos componentes eléctricos, además de cargar el programa a la placa de Arduino uno, se observa el funcionamiento, en donde cada servomotor actúe de manera independiente, dependiendo del comando ejecutado.

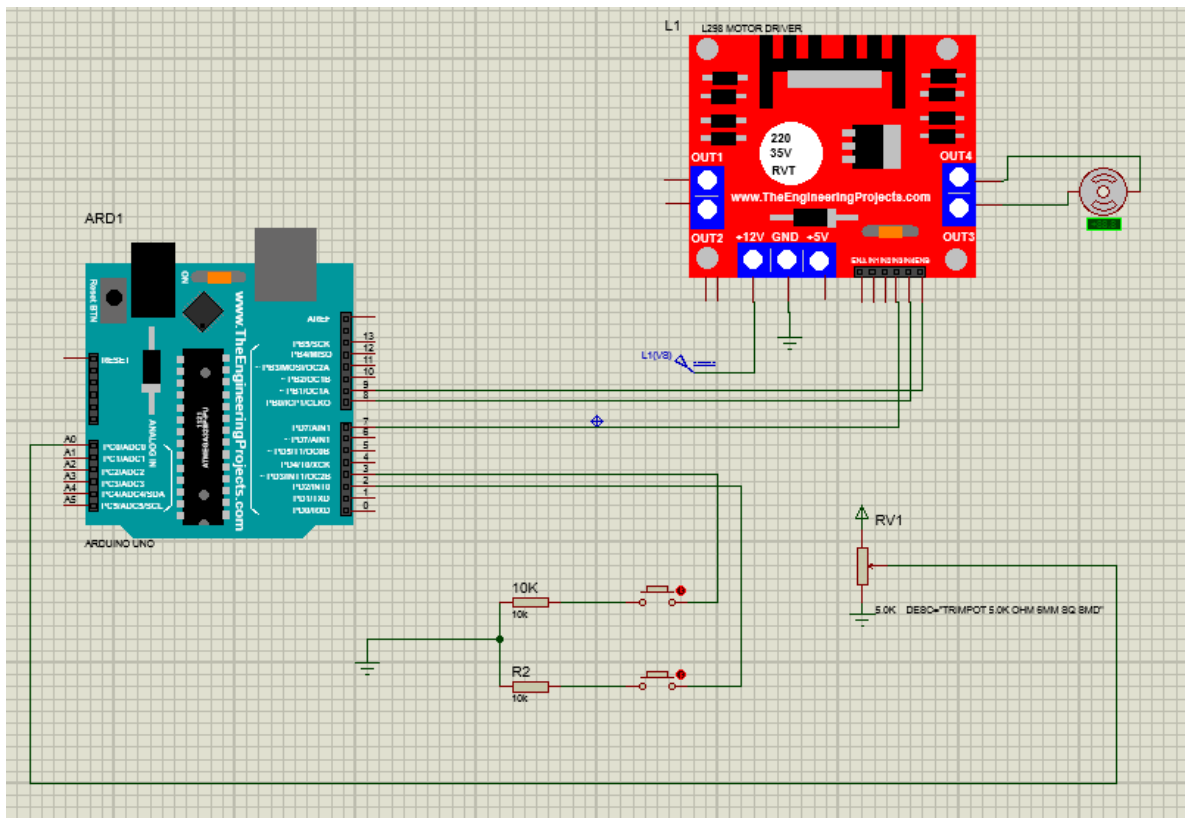


Fuente Autor.

PLANO CIRCUITO ELECTRICO – MONTACARGA

En el diseño del circuito eléctrico del montacarga, el punto fundamental es generar el movimiento característico del dispositivo. De esta manera, se utilizan los elementos electrónicos como, placa de Arduino uno, batería 12V, motor de 12V, protoboard, cable dupont, pulsadores (utilizado para controlar la dirección de giro del motor), resistencias de 10 K, modulo L298N (permite invertir el giro del motor) y un potenciómetro (controla la velocidad de giro).

Una vez conectado los diversos componentes electrónicos como se ilustra en el plano, se procede a conectar y cargar el programa a la placa de Arduino uno, por consiguiente, oprimiendo el pulsador 1 la cabina del montacarga sube y al oprimir el 2 la cabina baja (este mecanismo permite no generar choques en el sistema), para controlar la velocidad de giro se manipula el potenciómetro de derecha a izquierda.



Fuente Autor.

GUÍAS DE LABORATORIO

A lo largo del proyecto se ha realizado una recolección de datos, con el fin de diseñar las prácticas de laboratorio, de esta manera se desarrollan las guías de enseñanza, las cuales son una herramienta en el aprendizaje para los estudiantes, ya que brindan la posibilidad de entender cómo se construye el conocimiento dentro de la comunidad científica, además aportan una mejor comprensión teórica en diversos contenidos aclarando con mayor facilidad las dificultades presentadas por los estudiantes, permitiendo cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad [63].

El objetivo principal de estas prácticas es integrar los conceptos de las asignaturas de Mecánica de sólidos y Diseño de transmisión de potencia y adaptarlos a los intereses de la carrera de Ingeniería Mecánica, para que da esta forma el futuro ingeniero con algunas competencias del ingeniero Tomasino, además logre obtener una visión global e integrada de los mismos y utilice algunos de los conceptos fundamentales en su vida profesional útil. Entre los objetivos primordiales de las diferentes prácticas de laboratorio están los siguientes:

- a. Facilitar la comprensión de los principios y sistemas mecánicos que se seleccionaron, basándose en la práctica, la observación y la experimentación.
- b. Reafirmar los conceptos mecánicos fundamentales a través de los diferentes pasos del método analítico y teórico.

Por otro lado, existen una variedad en la estructura de guías de enseñanza, que utilizan diversas metodologías, con el mismo fin de reforzar el aprendizaje de los estudiantes. Normalmente una guía para laboratorio consta de los siguientes parámetros:

1. Descripción general del proyecto.
2. Lo que se pretende alcanzar con su puesta en práctica.
3. Aspectos metodológicos.
4. La estrategia de evaluación formativa.
5. Ruta didáctica para el desarrollo de las guías con los estudiantes.



ANEXO E

Guía de Laboratorio Grúa de Carga

Objetivos

- Identificar con el ensamblaje y el circuito, el funcionamiento de la grúa.
- Determinar teóricamente las cargas soportados por el sistema.

Competencias

- Trabaja en equipo
- Manipula y articula dispositivos mecánicos y electrónicos.
- Diseña estrategias para hacer indagación.
- Analiza datos e información.
- Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.

Descripción Piezas

A continuación, un listado de las piezas utilizadas en el desarrollo de la grúa:

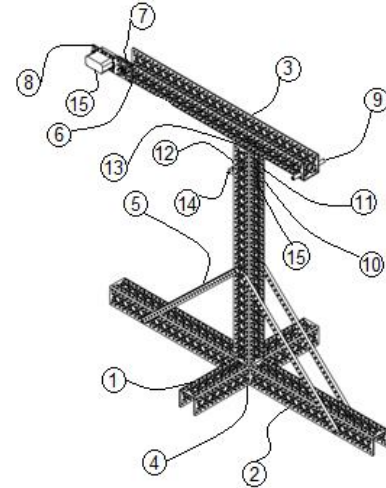


Figura 1. CAD Grúa.

1. Canal de Aluminio en U, 6 agujeros 40X40X40.
2. Canal de Aluminio en U, 23 agujeros 40X40X40 (30.5 cm de largo).
3. Canal de Aluminio en U, 15 agujeros 40X40X40 (45.5 cm de largo).
4. Placa de sujeción interna de canales en Aluminio.
5. Soportes laterales de sujeción para canales Aluminio.
6. Soporte interno de canal para la sujeción de servo en Aluminio.
7. Placa de soporte externa para servo en Aluminio.
8. Placa de un agujero de soporte externo de agujero en Aluminio.
9. Soportes exteriores de soportan el contra peso en Aluminio.
10. Soporte de rodamiento de eje



- vertical de servo en Aluminio.
11. Eje vertical de servo en Aluminio.
 12. Soporte de conexión entre canal de aluminio en U y eje.
 13. Soporte inferior de servo conectado a eje en Aluminio.
 14. Servomotor #2.
 15. 6-32 Tornillos de cabeza de zócalo.
 16. 6-32 Tuerca hexagonal.

Descripción

La grúa es un tipo de maquinaria que permite elevar y distribuir cargas en el espacio, suspendidas de un gancho, en este sentido, las grúas facilitan la carga, descarga, elevación y manipulación de objetos pesados y /o de gran volumen.

Las grúas se encuentran formadas por estructuras metálicas que poseen además un brazo móvil que se le llama telescópico, de dicho brazo cuelga una guaya (cable) con un gancho, lo que permite levantar objetos pesados y transportarlos de un lugar a otro, normalmente a distancias cortas [1].

Principio

Las grúas mecánicas y de poleas utilizan la dinámica de partículas y la mecánica clásica mediante el uso de poleas, que permiten tomar ventaja de la gravedad y de los principios físicos básicos para levantar pesos grandes con poca fuerza.

Las grúas pueden utilizar una combinación de máquinas simples para obtener una ventaja mecánica y levantar objetos. La primera es la palanca, que se utiliza en la grúa de equilibrio de estilo. La viga de la grúa está en equilibrio en el punto de apoyo, lo que le permite levantar objetos más pesados con una menor cantidad de fuerza. Por otro lado, también existe una grúa de brazo de estilo, que utiliza poleas para lograr una ventaja mecánica (pero nótese que todas las grúas utilizan poleas, en este caso, las poleas son la principal fuente de ventaja mecánica) [2].

Manejo

- Coloque la base de la grúa sobre una superficie plana.

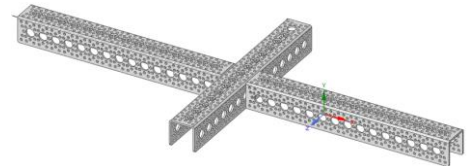


Figura 2. Base Grúa.

- Atornille los soportes laterales de sujeción.

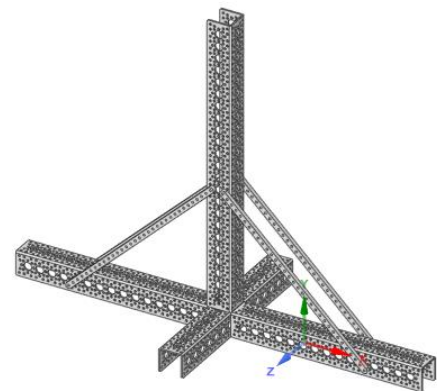


Figura 3. Soportes laterales, ensamblado.



- Ajuste la polea, al eje rotatorio del servomotor.



Figura 4. Polea ensamblada a servomotor.

- Conecte el Arduino uno a la entrada USB del computador.
- Ejecutar el programa, ya antes cargado.
- Emplear el joystick, para el funcionamiento de la grúa.
- Variar los pesos.

NOTA: Se debe descargar el programa Arduino. Será suministrado la programación que fue utilizada.

Desarrollo

1. Ensamblar el dispositivo de la grúa teniendo en cuenta el manual de ensamblaje y el circuito eléctrico.
2. Consultar: Qué es pandeo y equilibrio de un cuerpo rígido.
3. Calcular las diversas cargas, a la cual está sometida el brazo horizontal de la grúa; considerando la carga máxima experimental soportada.
4. Realizar el estudio estático y por pandeo, teniendo en cuenta que los resultados de dichos principios mecánicos son: 10.8 N y 33.7 N.

5. Calcular el valor teórico máximo que la viga puede aguantar antes de sufrir el efecto de pandeo.

Referencias

- [1] Arlin. G. Grúa, todo lo que debes saber sobre esta maquinaria de carga pesada. Grúas Arlin. Junio 2019. [En línea]. Available:
<https://www.gruasarlin.com/grua/>
- [2] Burgui. Cómo funciona una grúa. Grúas Burgui. Febrero 2019. [En línea]. Available:
<https://www.gruasburgui.com/2015/05/06/como-funciona-una-grua/>



ANEXO F

Guía Laboratorio Montacarga

Objetivos

- Identificar con el ensamblaje y el circuito, el funcionamiento de la grúa.
- Determinar teóricamente el torque y las cargas, soportadas en el tornillo de potencia.

Competencias

- Trabaja en equipo
- Manipula y articula dispositivos mecánicos y electrónicos.
- Diseña estrategias para hacer indagación.
- Analiza datos e información.
- Evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación.

Descripción Piezas

A continuación, un listado de las piezas utilizadas en el desarrollo del montacarga:

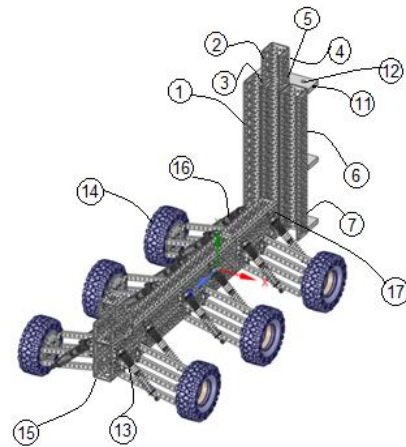


Figura 1. CAD Montacarga

1. Canal de Aluminio 40X40X40, 15 agujeros (30.5 cm de largo).
2. Canal de Aluminio 40X40X40, 3 agujeros, que sirve como base para el servo motor (7.45 cm).
3. Bloques de fijación del haz A, rosca (6-32 UNC).
4. Motorreductor 12V.
5. Montura de patrón de bloques cuádruples de serie, rosca (M4 x 0.7mm).
6. Tornillo Acme 0.438-12.
7. Cojinete.
8. 6-32 Tornillos de cabeza de zócalo.
9. 6-32 Tuerca hexagonal.
10. Placas de aluminio.
11. Ejes guía de placas de aluminio.
12. Suspensión.
13. Llanta.
14. Canal en U de aluminio 40X40X40, 23 agujeros.
15. Canal en U de aluminio 40X40X40, 7 agujeros.
16. Soporte de sujeción entre canal en U y carro.



Descripción

Los montacargas o autoelevadores son perfectos para cargar y transportar materiales pesados y permiten la optimización de los espacios de almacenamiento.

El peso propio de estos vehículos por lo general hace de contrapeso o contrabalanceo para la carga que se transporta en las uñas, siendo el eje delantero el punto de apoyo o palanca [1]. Un montacargas tiene unos elementos estructurales característicos, que son base de apoyo, estructura flotante y sistema de deslizamiento [2].

Los transportadores de tornillo sin fin; que en este caso se utiliza como el sistema de transmisión mecánica del montacarga: Son máquinas de transporte continuo con el órgano de tracción rígido [3]. Estos se denomina tornillo sin fin gracias a la disposición que transmite el movimiento entre ejes que están en ángulo recto (perpendiculares) [4].

Principio

Los transportadores de tornillo de potencia; que en este caso se utiliza como el sistema de transmisión mecánica del montacarga: Son máquinas de transporte continuo con el órgano de tracción rígido [1]. Estos se denomina tornillo de potencia gracias a la disposición que transmite el movimiento entre ejes que están en ángulo

recto (perpendiculares) [2].

Manejo

- Articule tres canales de aluminio en serie de 13 agujeros.

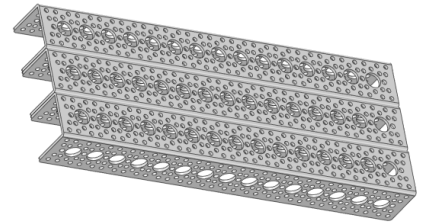


Figura 2. Ensamble canal en U, 13 agujeros.

- Conecte un canal de aluminio de 3 agujeros en la parte posterior de los tres canales de aluminio de 13 huecos

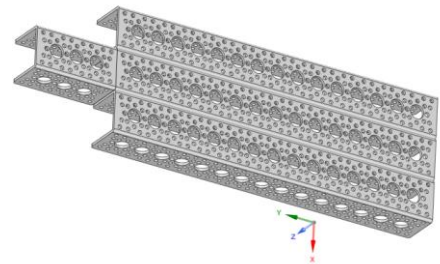


Figura 3. Ensamble canal en U, 13 agujeros – 3 agujeros.

- Conectar las placas de aluminio que a su vez está conectada con dos ejes y el tornillo sin fin en la parte central.

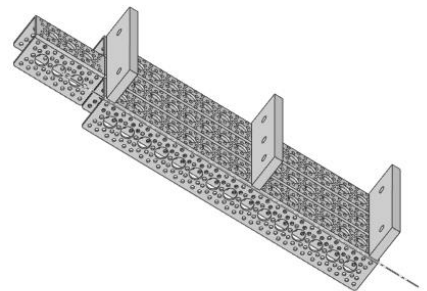


Figura 4. Ensamble, canales en U y placas de 3 agujeros.



- Conecte el Arduino uno a la entrada USB del computador.
- Ejecutar el programa, ya antes cargado.
- Poner la carga en las placas
- **NOTA:** *Se debe descargar el programa Arduino. Será suministrado la programación que fue utilizado.*

Desarrollo

1. Ensamblar el dispositivo del montacarga, teniendo en cuenta el manual de ensamblaje y el circuito eléctrico.
2. Consultar: ¿Qué es un tornillo de potencia?
3. Realizar el estudio de tornillo de potencia por medio del diseño, teniendo en cuenta que los resultados de dicho principio mecánico es torque: 44.79 lb.in.
4. Calcular la carga P que puede levantar el tornillo de potencia del montacarga.
5. Calcular el torque necesario, para elevar y bajar el sistema. Además de la eficiencia del tornillo de potencia en los dos casos.
6. Analizar y calcular, si el tornillo de potencia es de autobloqueo.

Montacargas y sus Características. [En línea]. Available:

<https://autoelevadoresheli.com.ar/tipos-de-montacargas-y-caracteristicas/>

[2] Montoya. L, Montoya. R, Torres. B. Mayo 2014. Diseño e implementación de robots cooperativos montacarga. [En línea]. Available: <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/83549.pdf>

[3] Anuriev, S. Manual del Constructor de Maquinarias. En tres tomos. Editorial Mashinoestroenie. Moscú.

[4] Torres. M. Abril 2014. [En línea].

Available:

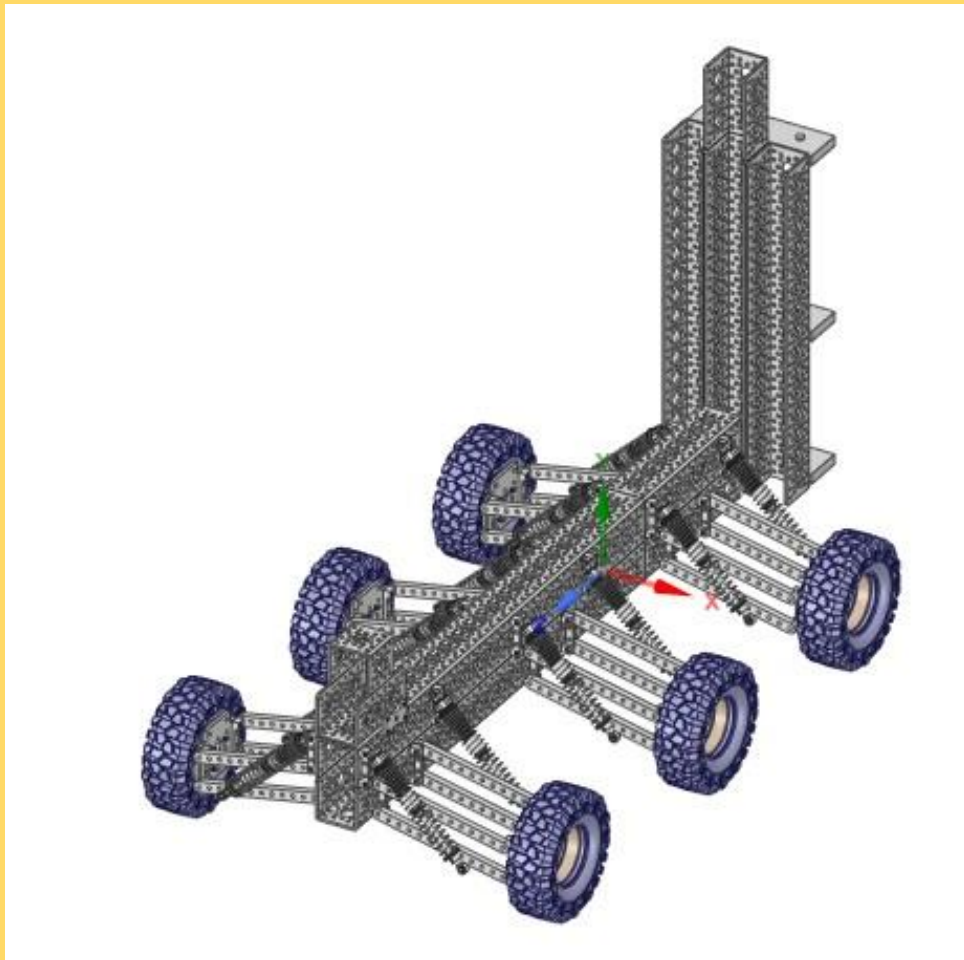
https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/52_tornillo_sinfncorona.html

Referencias

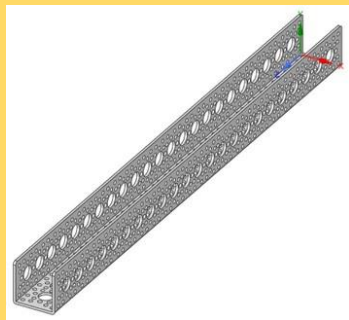
[1] Rodríguez. M. Julio 2018. Tipos de

ANEXO G

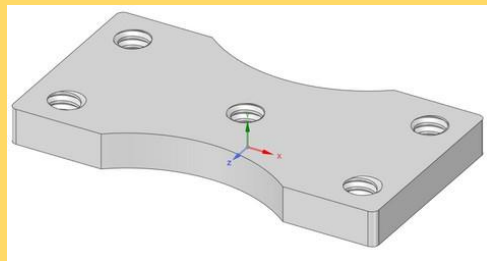
GUÍA DE EMSAMBLE DEL MONTACARGA



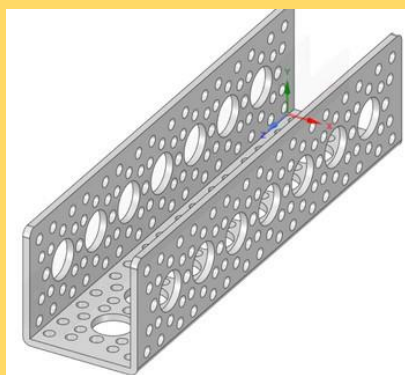
Paso 1



X2

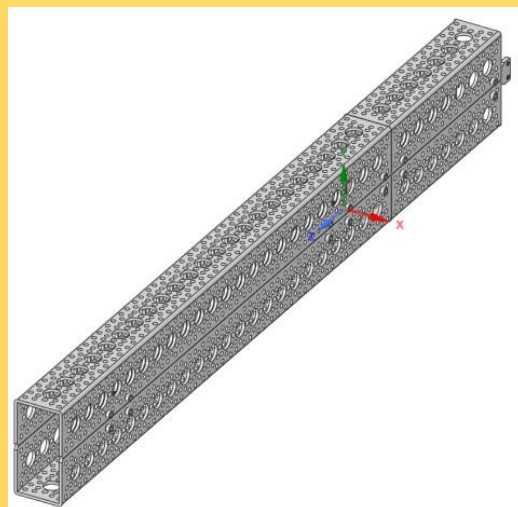
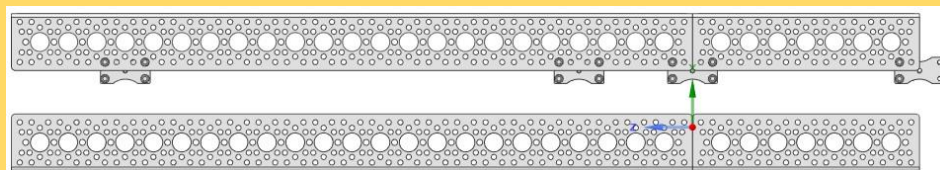
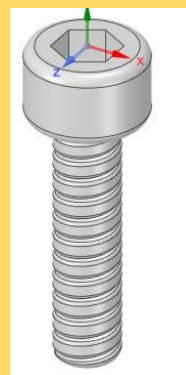


X8

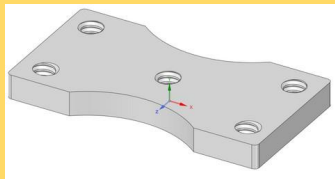


X2

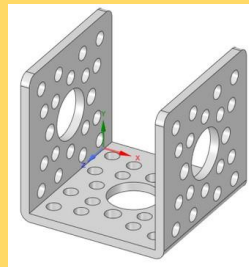
X32



Paso 2



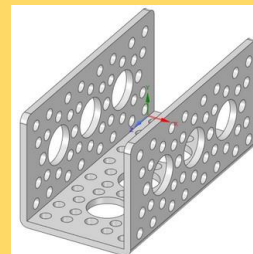
X3



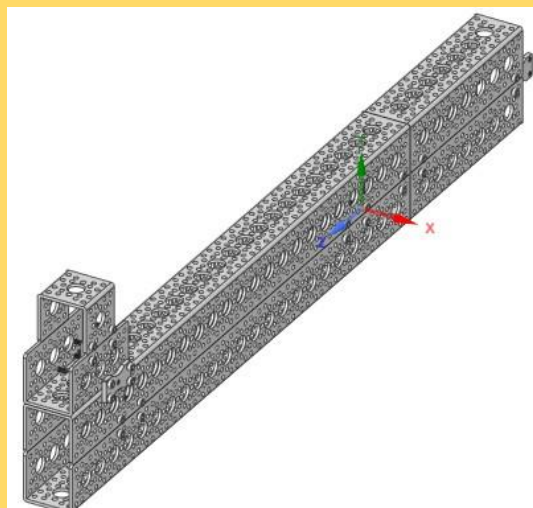
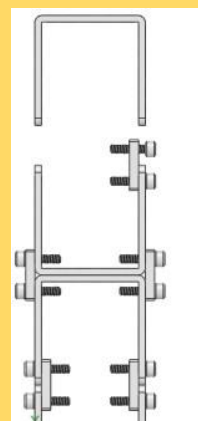
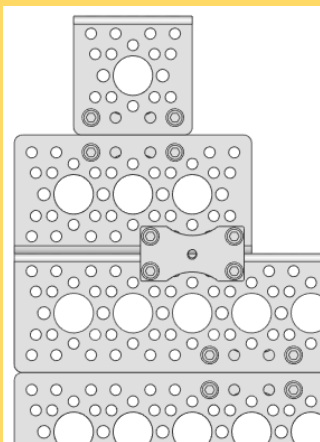
X1



X12

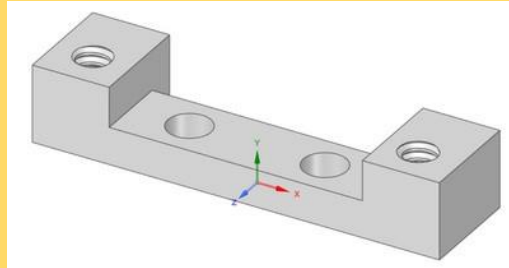


X1

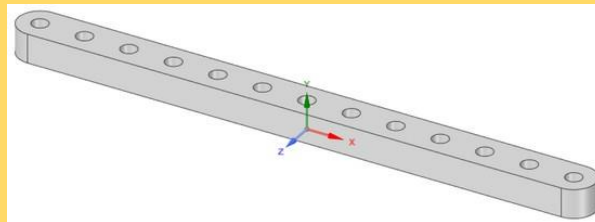




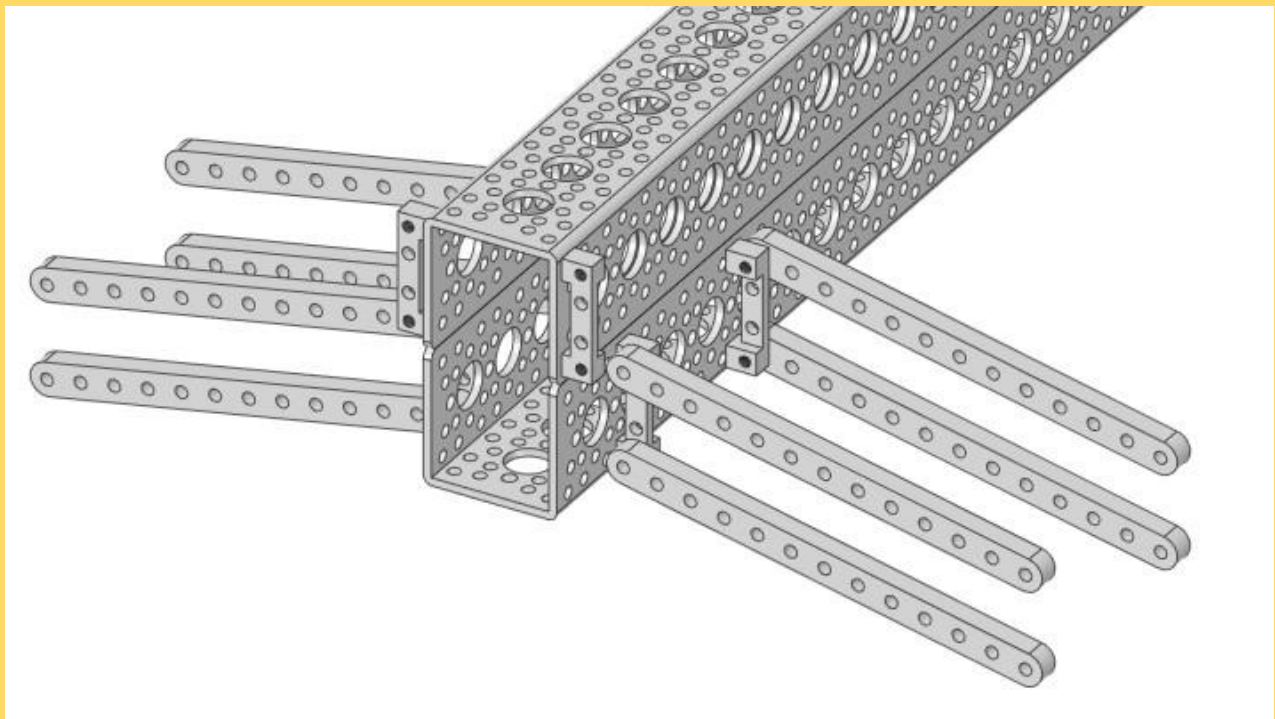
Paso 3



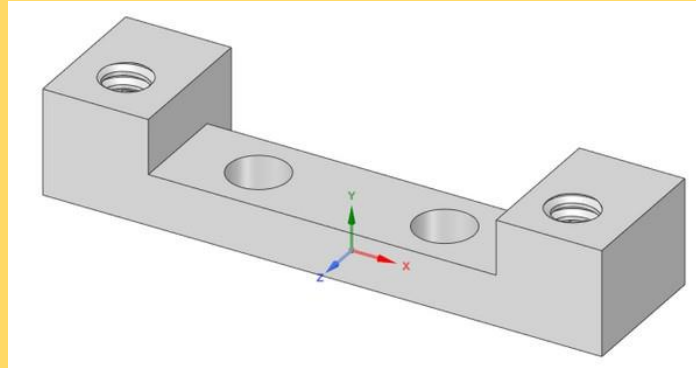
X6



X8



Paso 4



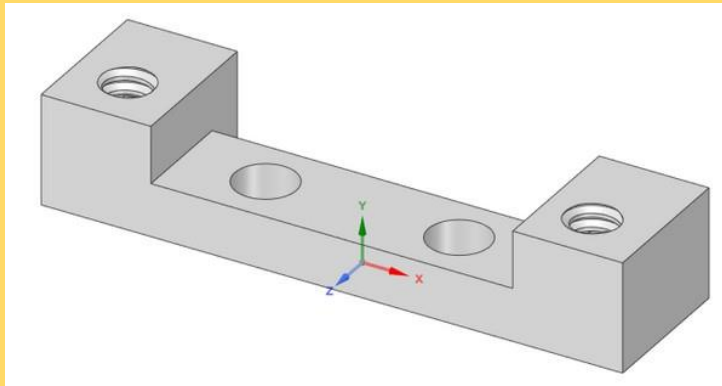
X2



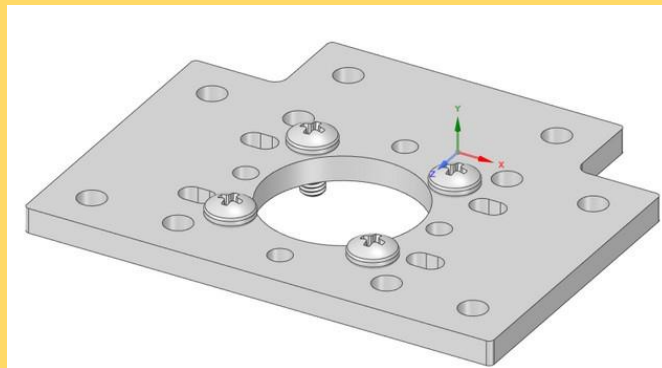
X4



Paso 5



X4



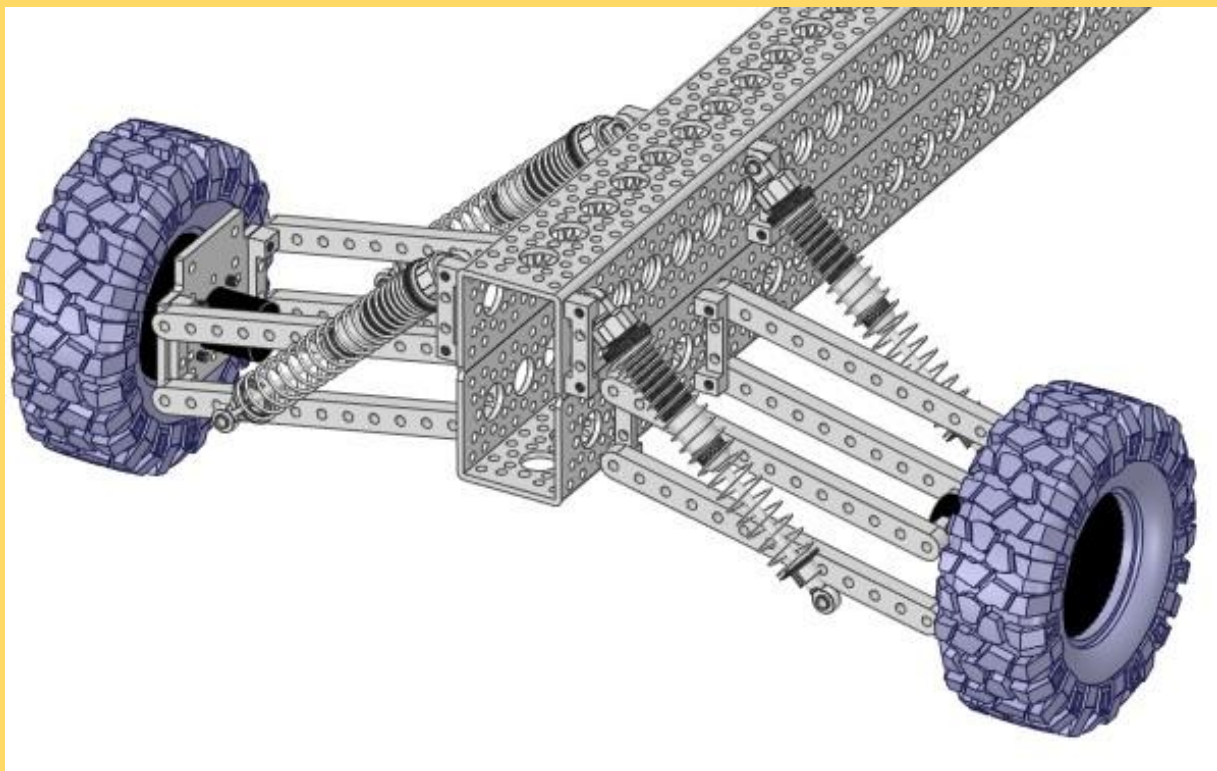
X2



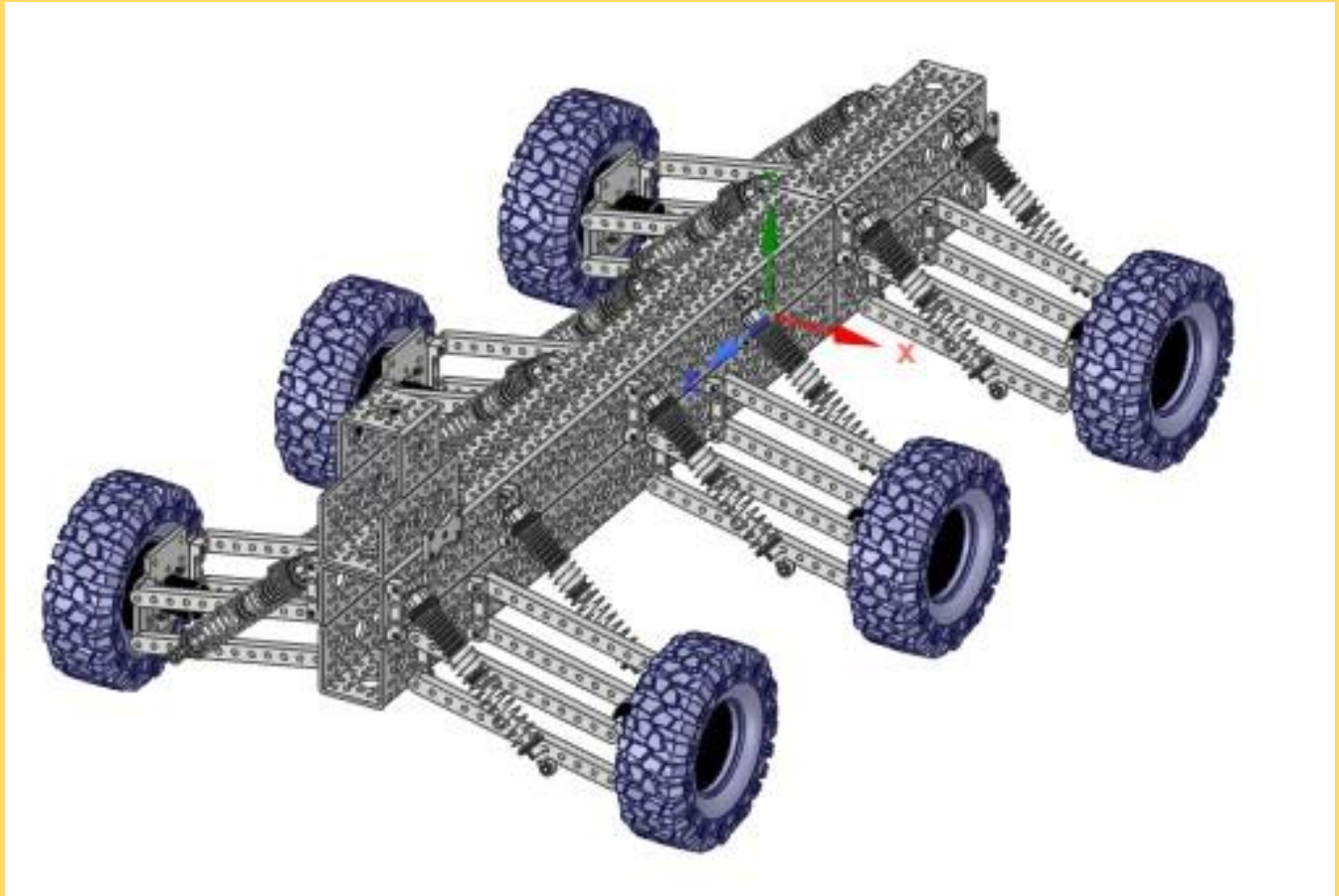
Paso 6



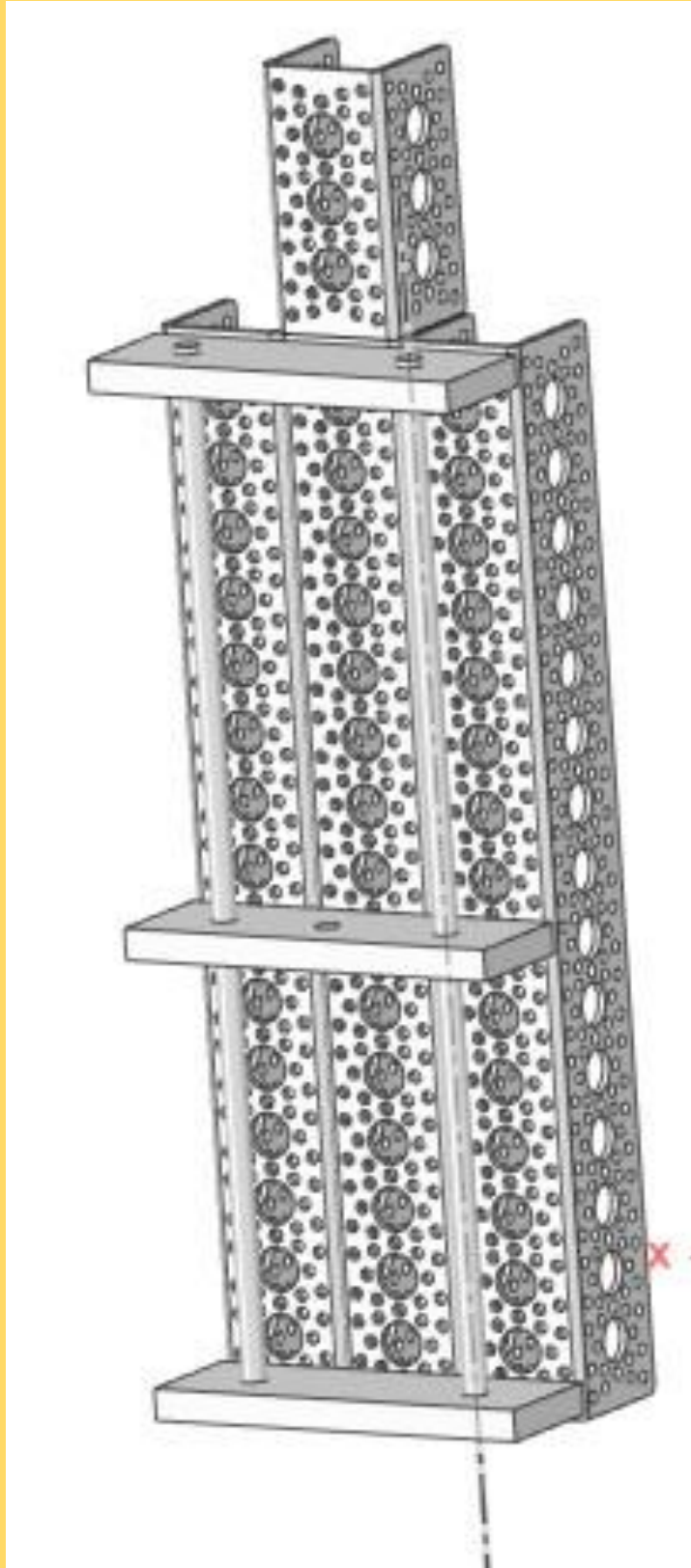
X2



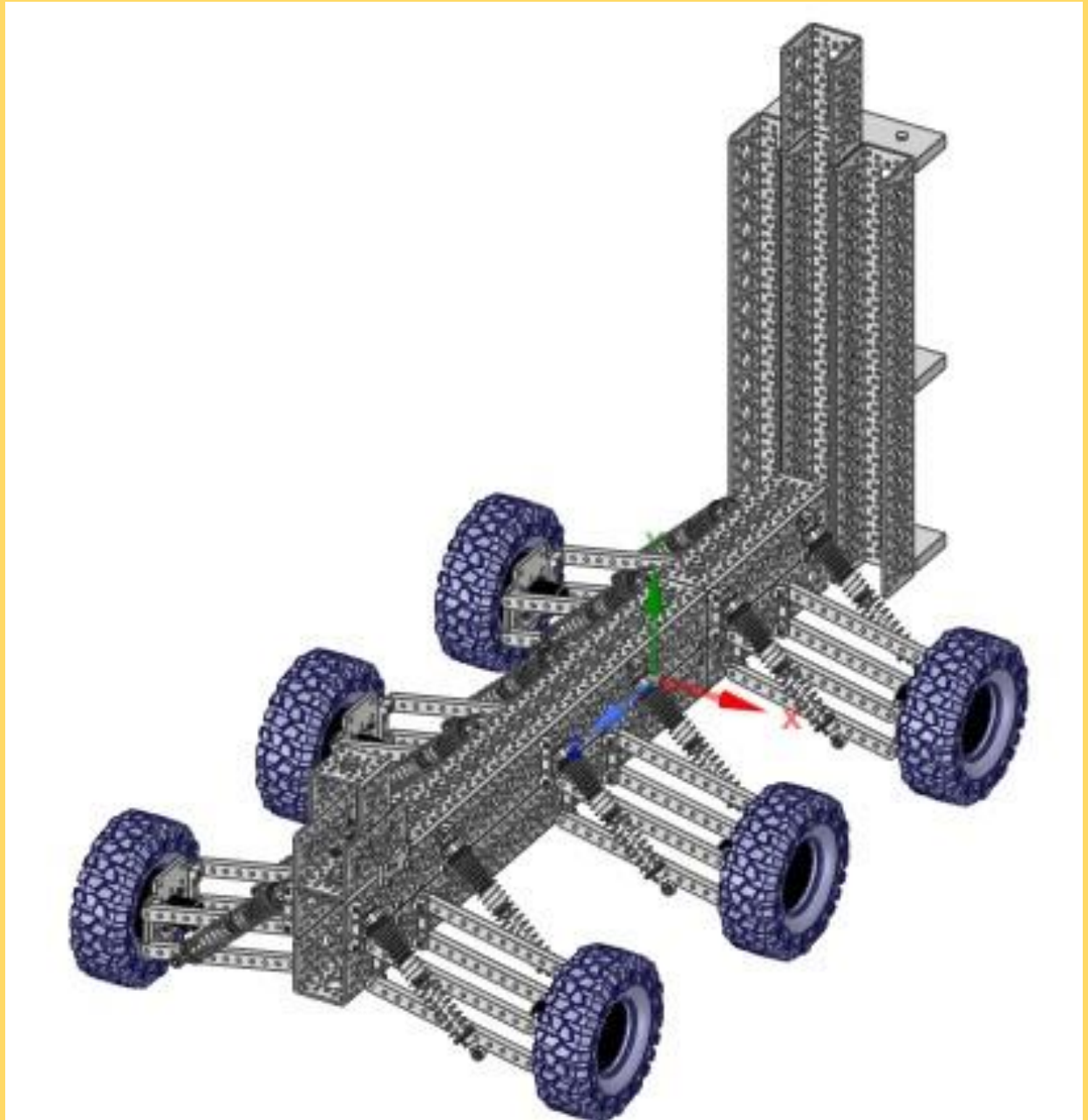
Automóvil Ensamblado



Sistema de Elavación

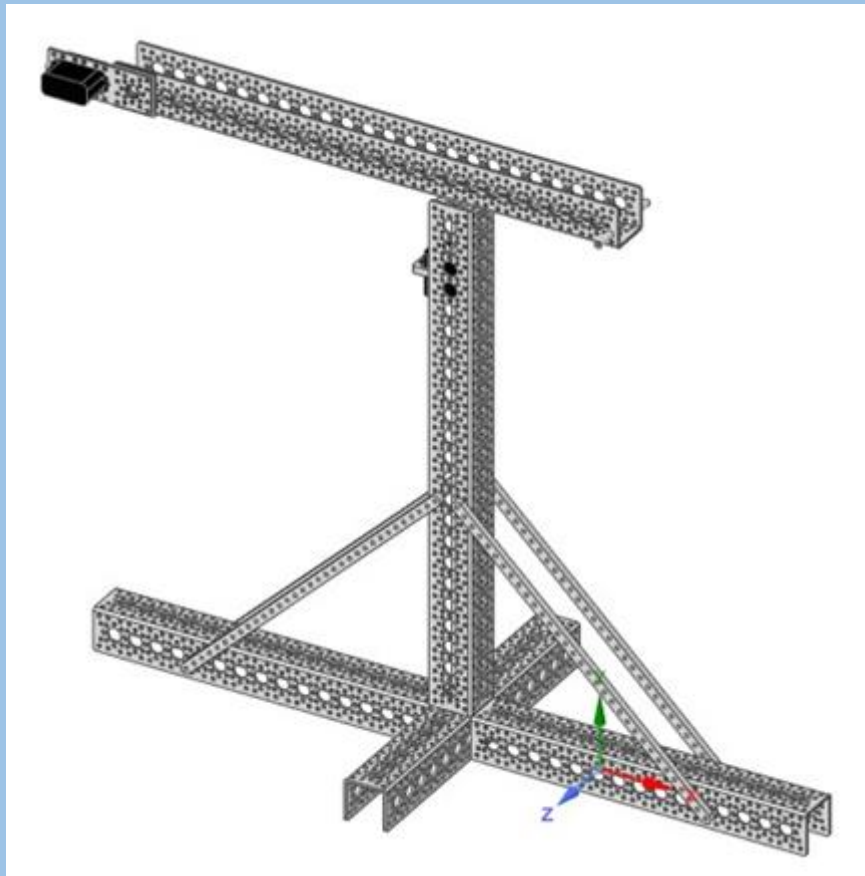


Ensamble. Automóvil + Sistema de Elevación

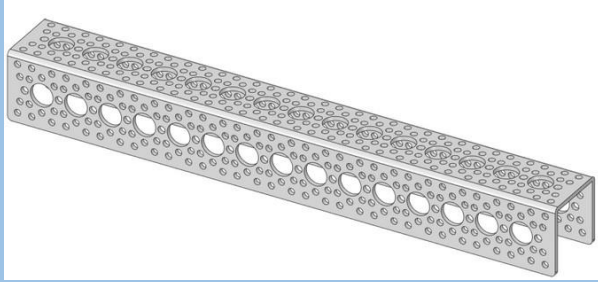


ANEXO H

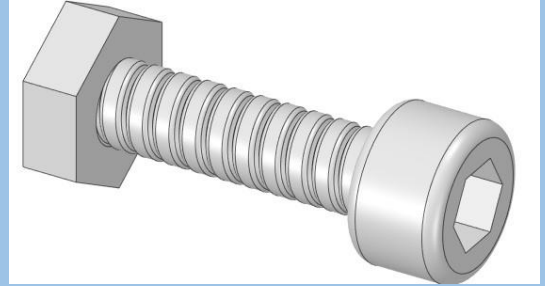
GUÍA DE EMSAMBLE DE LA GRÚA



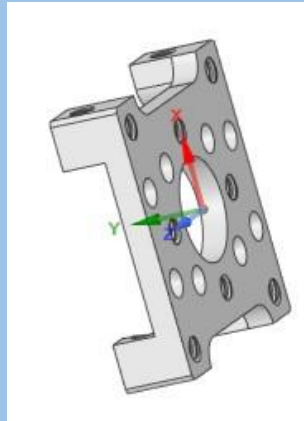
Paso 1



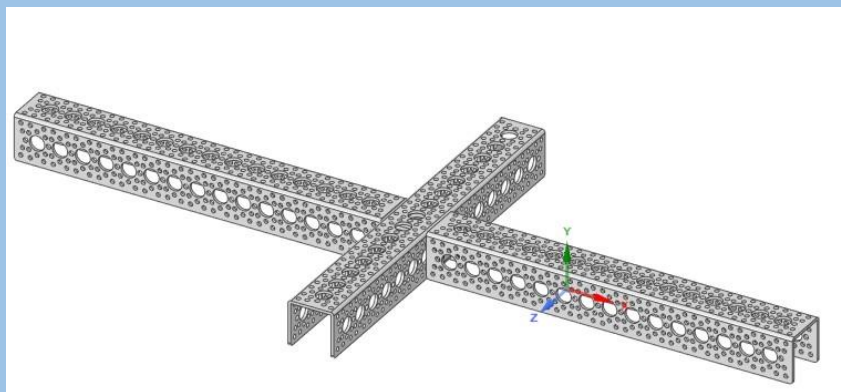
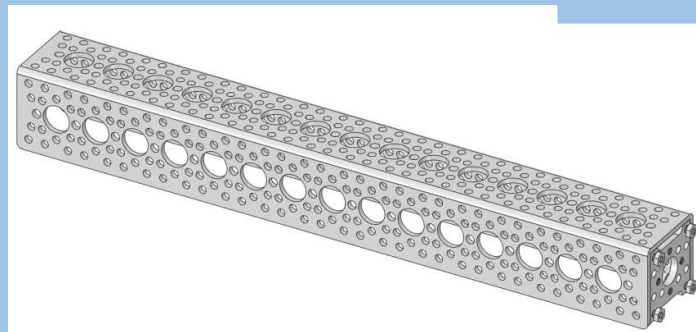
X12



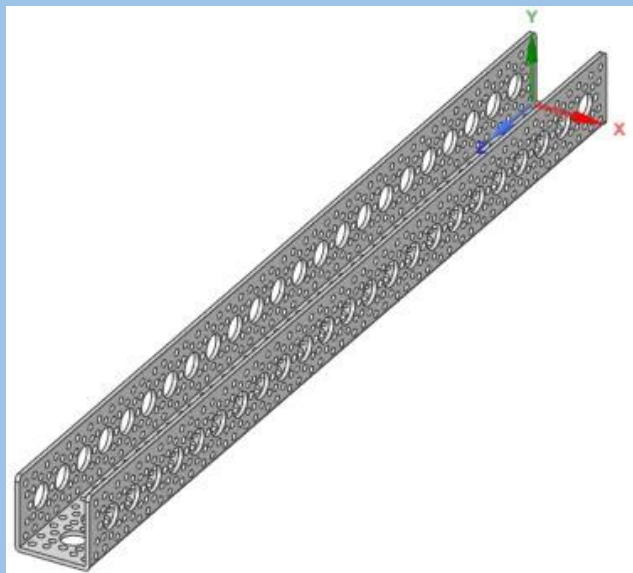
X3



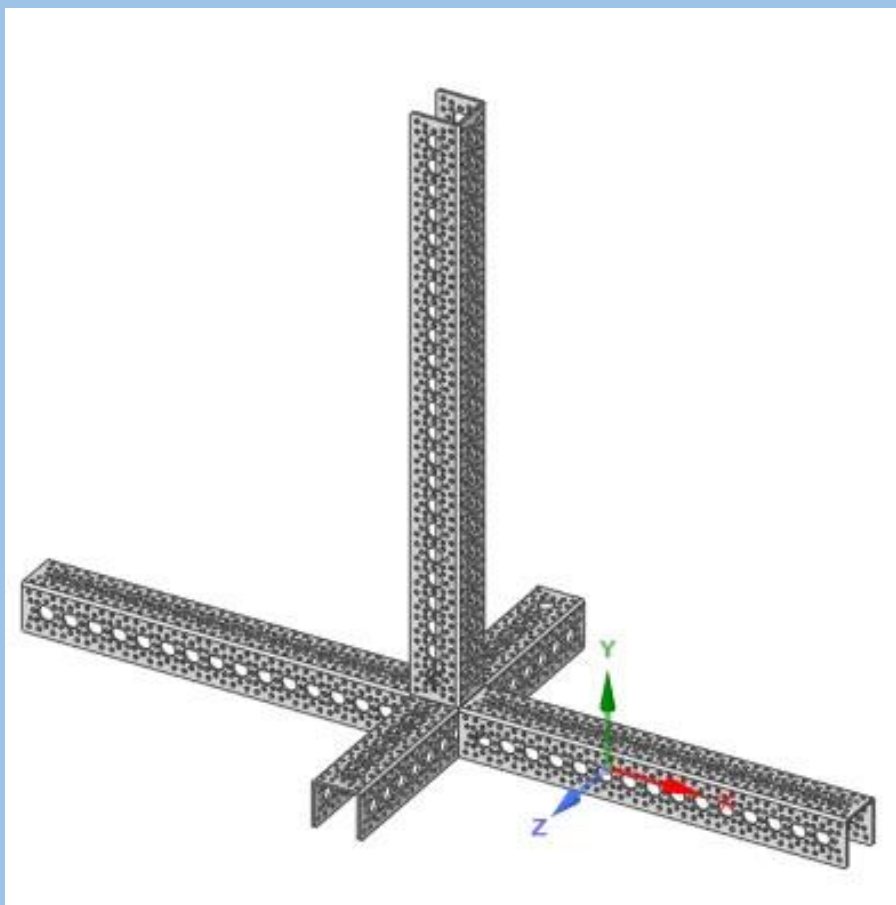
X3



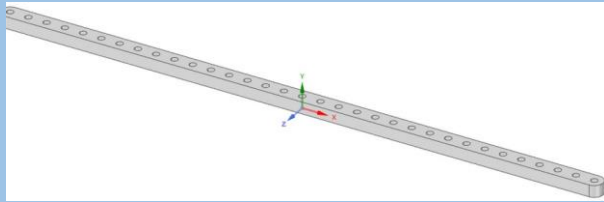
Paso 2



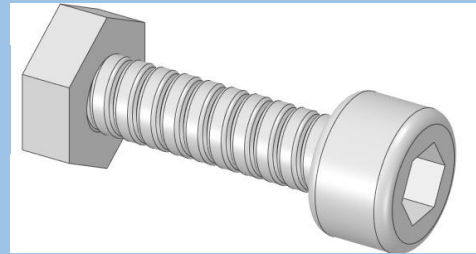
X1



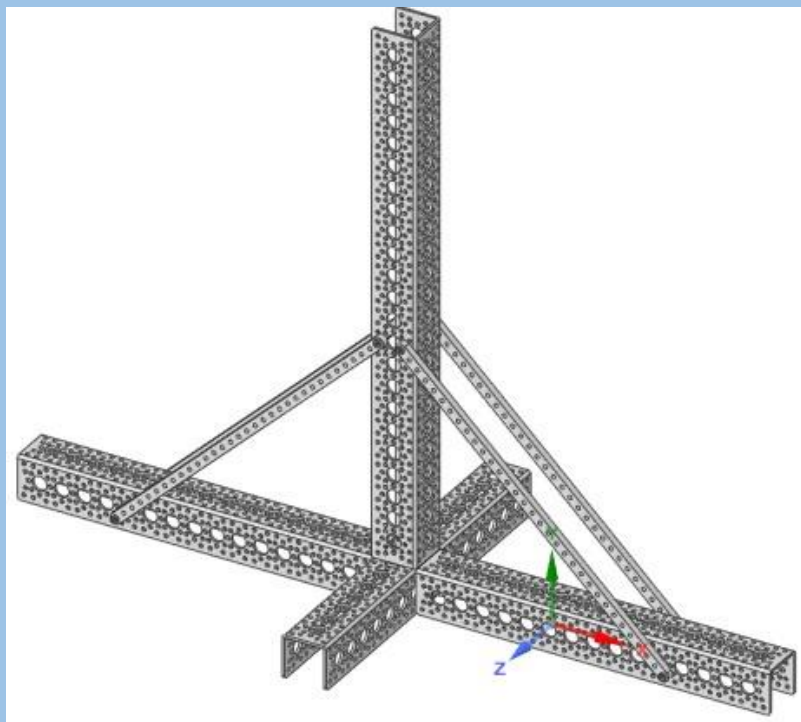
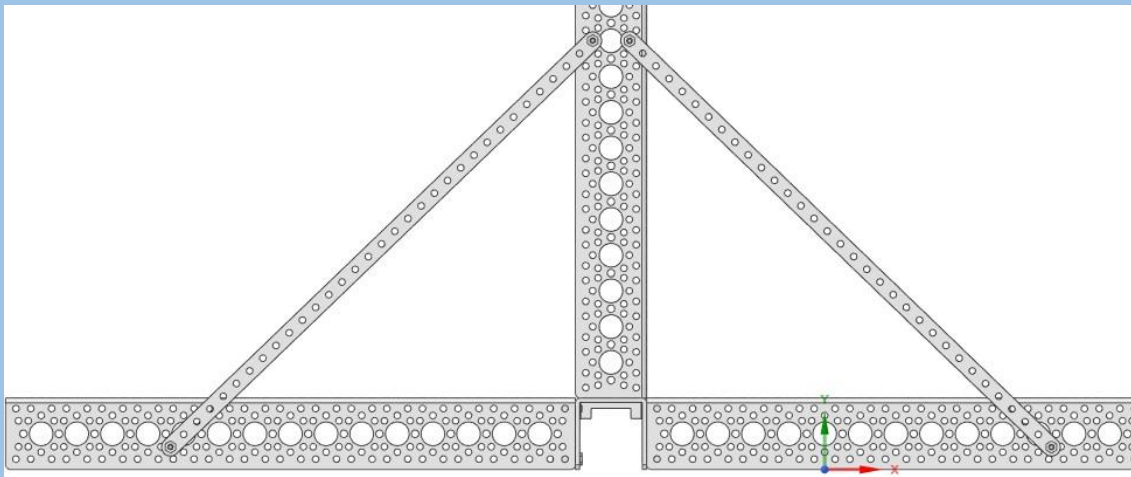
Paso 3



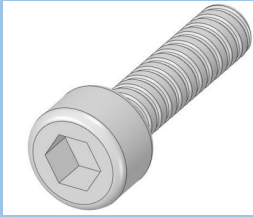
X8



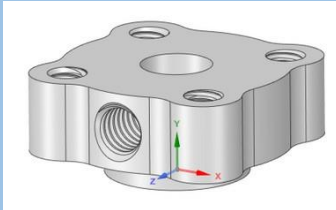
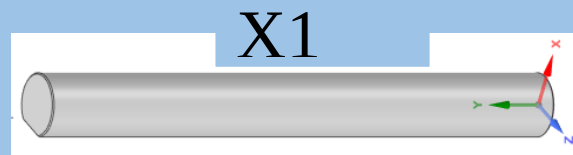
X4



Paso 4

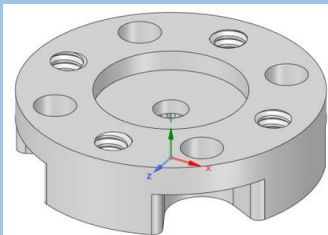
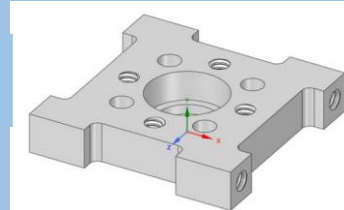


X16



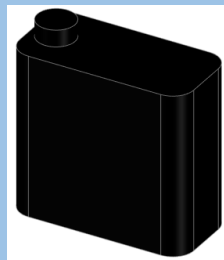
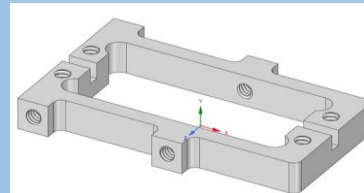
X2

X1

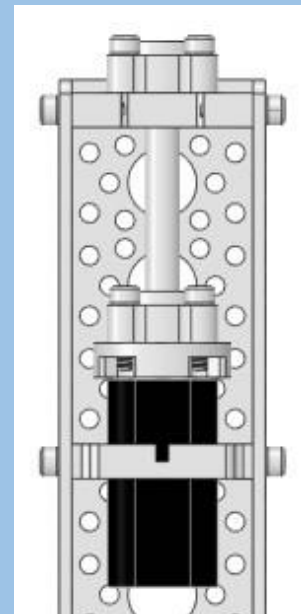
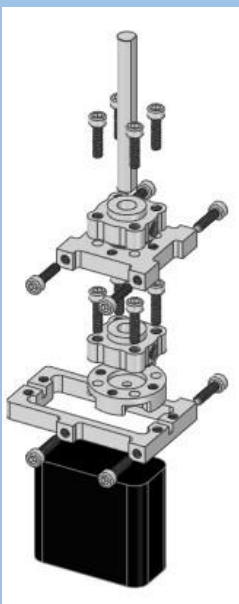


X1

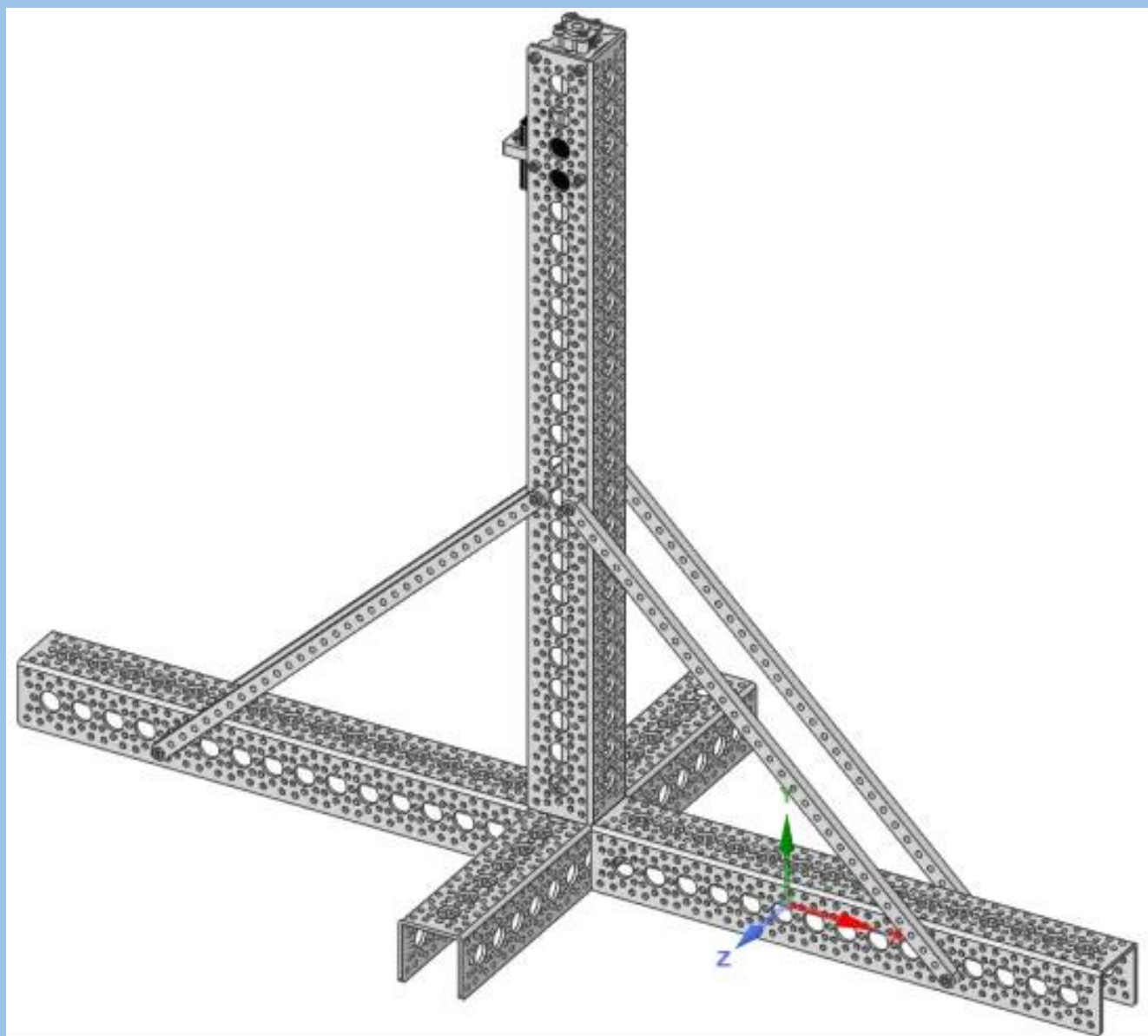
X1



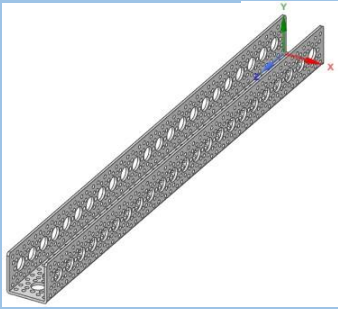
X1



Ensamble Tren Inferior - Grúa

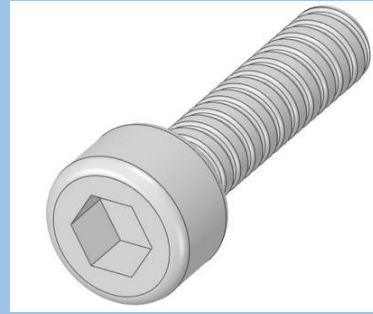


Paso 5

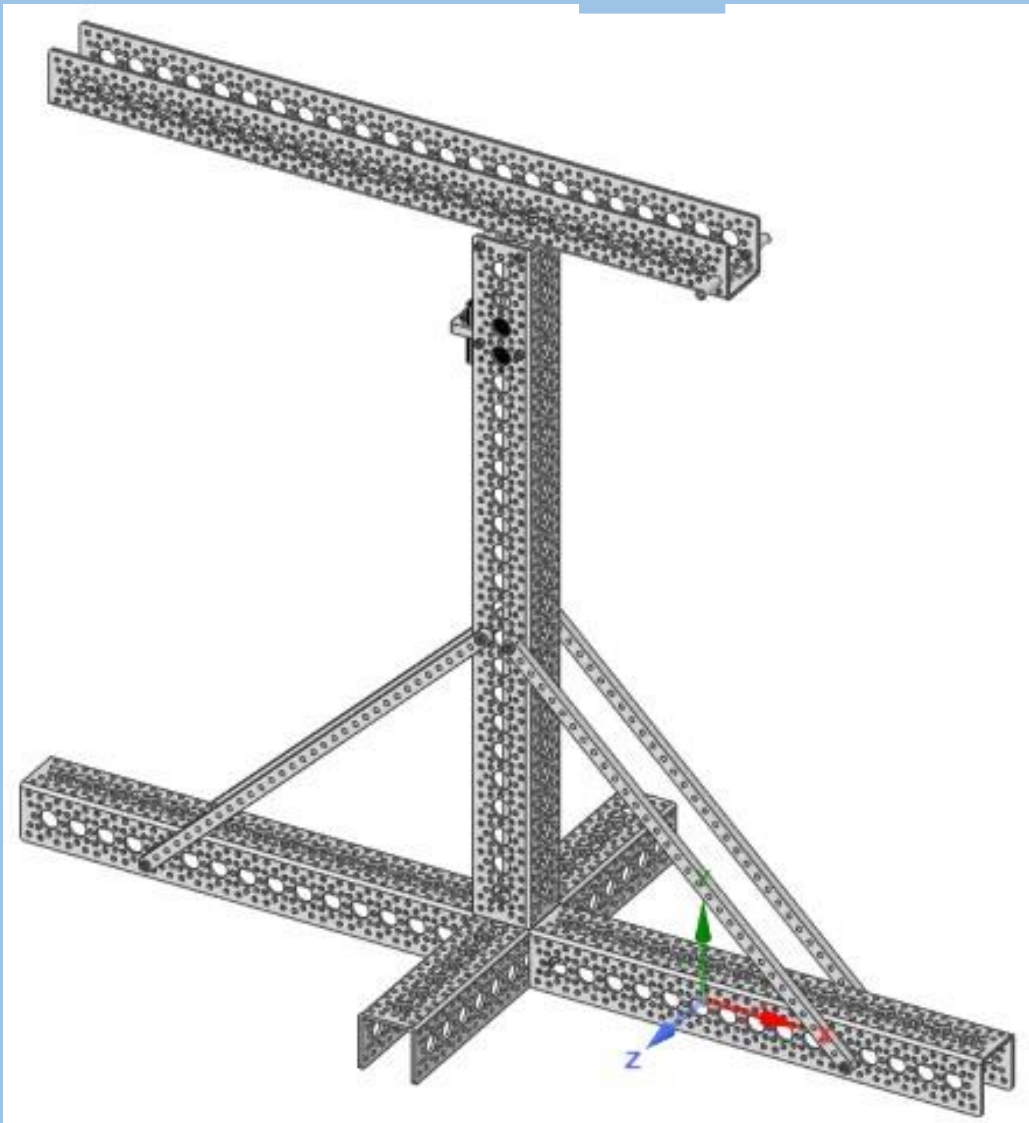


X1

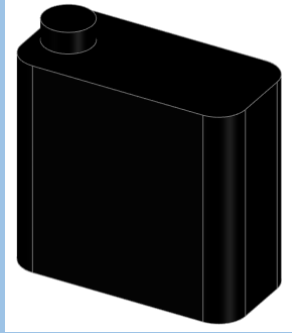
X2



X2

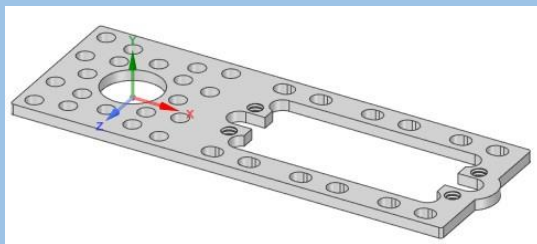
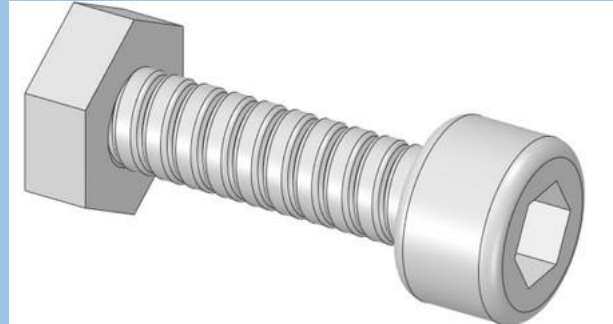


Paso 6

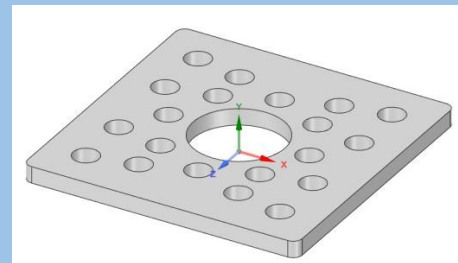


X1

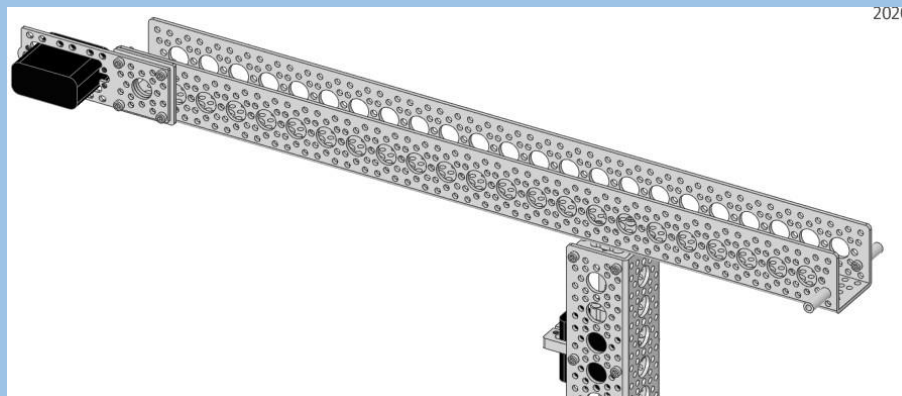
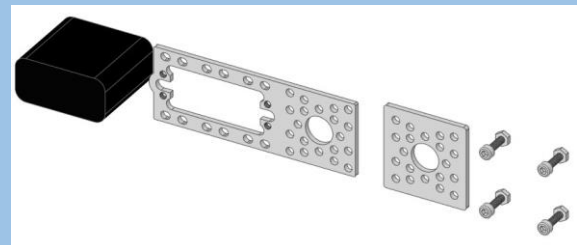
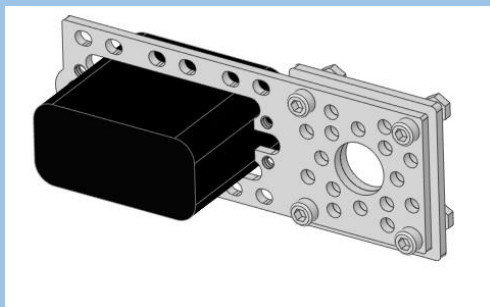
X4



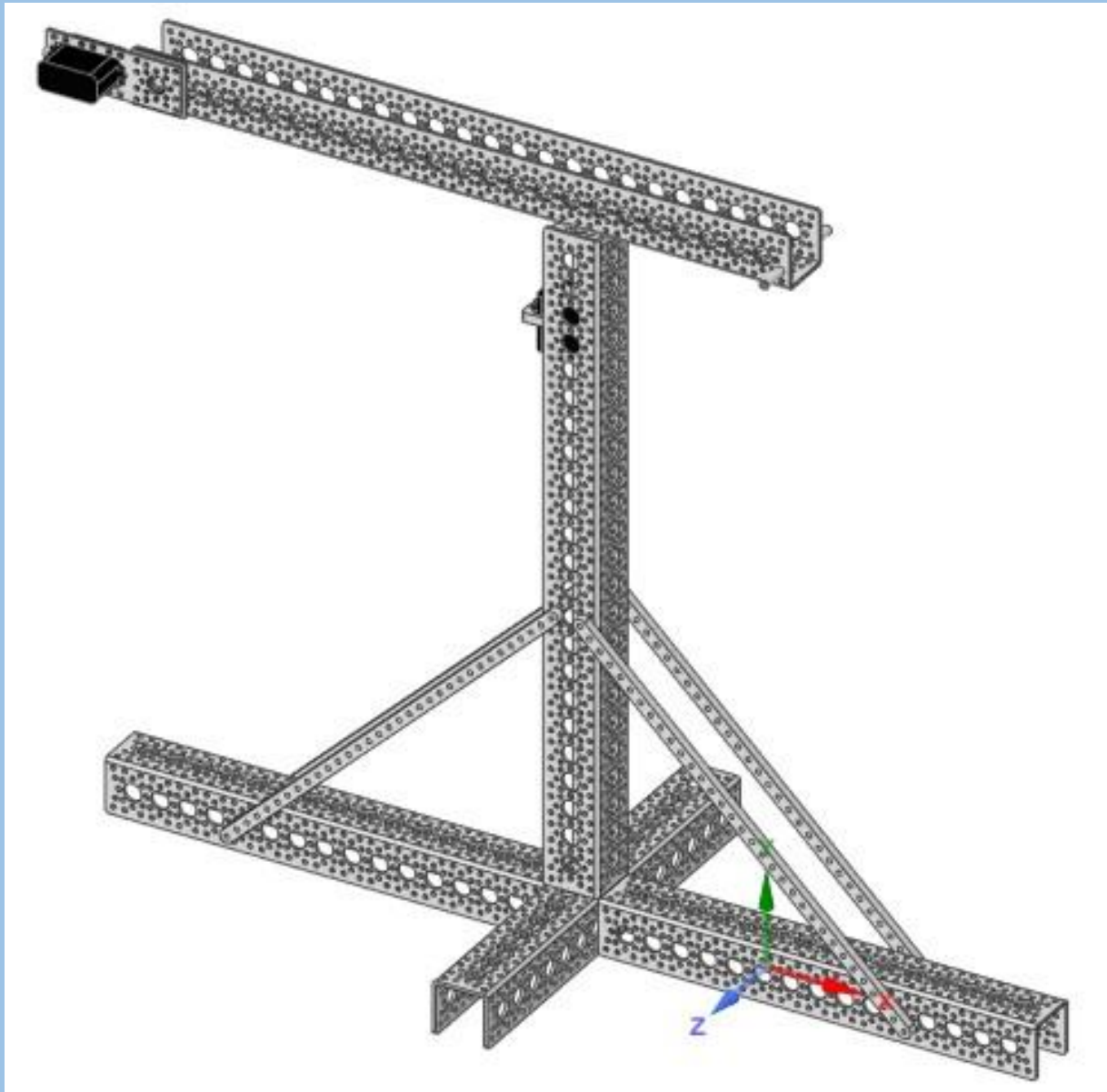
X1



X1



2020



13. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Williams. A. Las dificultades de aprendizaje en el aula. Sid.usal. Agosto 2018, [En línea]. Available: https://sid-inico.usal.es/docs/F8/FDO9786/gonzalez_manjon.pdf.
- [2]. Miller. K. Teacher's Kit: Development, Usability, and Communities of Modular Robotic Kits for Classroom Education - IEEE Journals & Magazine. Ieeexplore.ieee.org. Agosto 2017, [En línea]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7478613>.
- [3]. Ceballos. M, Rodríguez. M, Paredes. P, Vargas. P. Desarrollo de un Robot de Rehabilitación pasiva para la articulación de la muñeca mediante la implementación de un microcontrolador Arduino UNO. Hal.archives-ouvertes.fr. Mayo 2017, [En línea]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01533965/document>.
- [4]. Orduz, U. Prototipos funcionales, diseño Gripper. octubre 2013, [En línea]. Available: http://www.unicomfaucauca.edu.co/revista/sites/default/files/ITC%202017_19-28_Comprimido.pdf.
- [5]. Cruz, C. García, P. Mora, R. Villegas, E. Estudio, diseño, construcción y programación de dos robots hexápodos de exploración de 18 grados de libertad. Septiembre 2013, [En línea]. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/8540/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-208.pdf>
- [6]. J. Rosario, «ARCHIVO OCS,» OCS, 31 Agosto 2006. [En línea]. Available: <https://ddd.uab.cat/pub/dim/16993748n8/16993748n8a6.pdf>
- [7]. L. D. Jorge, J. A. Ronald y J. C. Yeison, «Revistas Udistrital,» Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 03 Junio 2008. [En línea]. Available: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/download/5260/6896/>

- [8]. J. G. Juan y A. J. Jovani, «Revista Iberoamericana de Informática Educativa,» Universidad Nacional de Colombia, 19 Julio 2009. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3188225.pdf>
- [9]. Gómez, O. Ortiz, O. El constructivismo y el construccionismo. *Rev. Interamericana de Investigación, Educación*. Mayo 2018.
- [10]. Sánchez, I. Elementos conceptuales básicos del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Acimed*. Junio 2003.
- [11]. Reyes. K. Conceptos básicos pedagogía. Utel Universidad Blog. Julio 2020 [En línea]. Available: <https://www.utel.edu.mx/blog/dia-a-dia/retos-profesionales/5-conceptos-basicos-de-la-pedagogia/#:~:text=Did%C3%A1ctica%3A%20A%20manera%20general%20la,manera%20los%20estudiantes%20aprendan%20significativamente>.
- [12]. Molina. M, Palomeque. L, Carriazo. J, Experiencia en la enseñanza de la química con el uso de Kits en el laboratorio, diciembre 2016.
- [13]. Bonilla. A, Herramientas de diseño e ingeniería, enero 2003. [En línea]. Available: https://www.bizkaia.eus/Home2/Archivos/DPTO8/Temas/Pdf/ca_GTcapitulo1.pdf?hash=d2d00a766300c902a51577ab9197b7b8
- [14]. García. L, Navarrete. T, Roche. J, Fuerza y Equilibrio, Primera ed. Naucalpan – México, 2003.
- [15]. Pérez. O, Segunda ley de Newton: principio fundamental, junio 2015. [En línea]. Available: https://imagine.gsfc.nasa.gov/observatories/learning/swift/classroom/docs/law2_guide_spanish.pdf
- [16]. Hernández. A, Tipos de esfuerzos físicos, Federación de enseñanza de Andalucía, julio 2011. [En línea]. Available: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8567.pdf>
- [17]. Firoz. A, Roger G, Subic A. Experimentos de laboratorio con tecnología mejorada en el aprendizaje y la enseñanza, octubre 2014. Australia.

- [18]. Jonassen, D. El diseño de entornos constructivistas de aprendizaje. En C. Reigeluth (eds). Diseño de la instrucción. Teorías y modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción: Parte I. Madrid. Agosto 1999.
- [19]. Navarro. A. La psicología y sus múltiples objetos de estudio. Caracas: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela. Marzo 1989.
- [20]. Gros. B. Diseño y programas educativos. Pautas pedagógicas para la elaboración de software. Barcelona: Ariel Educación. Julio 1997.
- [21]. Lladó. Z. Análisis de las teorías clásicas del aprendizaje, como base en el diseño y desarrollo de programas a distancia y en línea. Octubre 2002 [En línea]. Available: <http://colaboracion.uat.edu.mx/portal/tesis/Documentos%20compartidos/Zaida%20Alicia%20Llado%20Castillo.pdf>.
- [22]. Reigeluth. C. Diseño de la instrucción. Teorías y modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción. Parte I. España. Mayo 1999.
- [23]. Mayer. R. Diseño educativo para un aprendizaje constructivista. En C. Reigeluth. Diseño de la instrucción. Teorías y modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción: Parte I. Madrid. Septiembre 1999.
- [24]. Aragón. J. La psicología del aprendizaje. Caracas: San Pablo. Febrero 2001
- [25]. Poole. J. Docentes del siglo XXI: Cómo desarrollar una práctica docente competitiva. Colombia: McGraw-Hill / Interamericana, S.A. Noviembre 2000.

- [26]. B. Stolkin, «Distrito Max,» DISTRITO MAX. Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://www.districtomax.com/blogs/news/historia-de-lego>.
- [27]. ROBOTIX, «ROBOTIX.ES». Historia de Lego. Noviembre 2003. [En línea]. Available: <https://www.robotix.es/blog/historia-lego/>.
- [28]. LEGO. «LEGO INT». LEGO MINDSTORMS. Septiembre 2005. [En línea]. Available: https://www.lego.com/en-us/themes/mindstorms/about?icmp=HP-SHH-Standard-MD_Hero_51515_Lifestyle_HP-TH-MD-CIBEDW2OQP-1.
- [29]. Meccano. Welcome to Meccano Your inventions need Inventing! Your dreams needs Life!. Agosto 2015. [En línea] Available at: <<http://www.meccano.com/about>>].
- [30]. Ortega. M, Robots didácticos. Agosto 2015. [En línea]. Available: <http://robots-argentina.com.ar/didactica/servos-caracteristicas-basicas/>
- [31]. Callaghan, H. ¿QUÉ ES UN GRIPPER O PINZA ROBÓTICA?. Grupo Sim. Abril 2021 [En línea]. Available: <https://gruposim.eu/blog/que-es-un-gripper-o-pinza-robotica/>
- [32]. Schmidt. A, Motor DC: el pionero de los electromotores. Junio 2017. Harmonic drive SE. [En línea]. Available: <https://harmonicdrive.de/es/glosario/motor-dc>
- [33]. Jones. T. Servo Shaft Hub. Servocity. Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://www.servocity.com/24-tooth-servo-shaft-hub-0-500/>
- [34].Gunt.de. 2021. Productos. [En línea] Available: <<https://gunt.de/es/productos/mecanica-y-diseno-mecanico/glct-1:pa-150:ca-2>>].
- [35]. Gómez, V. Enrique, S., Vergel, R., & Antonio, J. Agosto 2015. Omnia Revista. [En línea]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/737/73743366007.pdf%20p%2056-60>
- [36]. Mezzaroba, C., & Carriquiribordei, N. EDUCAÇÃO & FORMAÇÃO. Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação. Mayo de 2020. [En línea]. Available: <https://revistas.uece.br/index.php/redufor/article/download/2807/2763>
- [37].Servocity. Actobotics. Junio de 2020 [En línea]. Available: <https://www.servocity.com/actobotics/>

- [38]. Tsartsanis, U. Instructables circuits. Actobotics Custom Robotic Arm. Marzo de 2018. [En línea]. Available: <https://www.instructables.com/Actobotics-Custom-Robotic-Arm/>
- [39]. Grobotronics. Actobotics Kit - ActoBitty 2. Julio 2021. [En línea]. Available: <https://grobotronics.com/actobotics-kit-actobitty-2.html>
- [40]. Grobotronics. Actobotics Kit - The mantis 4wd rover. Julio 2021. [En línea]. Available: <https://grobotronics.com/>
- [41]. Servocity. Linear Actuators. Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.servocity.com/linear-actuators/>
- [42]. Servocity. Standard Hub Shaft ServoBlock. Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.servocity.com/standard-hub-shaft-servoblock-25t-spline/>
- [43]. Budynas, R, & Keith, J. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. 9na Edición. McGRAW-HILL. 2008.
- [44]. Forestel, K. DOZR. Cranes: Everything You Need To Know. Junio 2020. [En línea]. Available: <https://dozr.com/blog/cranes>
- [45]. Finning.CAT. ¿ Qué es un montacargas?. Abril 2017. [En línea]. Available: https://www.finning.com/es_BO/company/news-events/product-customer-stories/-que-es-un-montacargas-.html
- [46]. Norton, R. Diseño de Maquinas. 4ta edición. Pearson. 2011.
- [47]. Gabrian. Aluminio: Conozca sus propiedades y usos. Octubre 2017. [En línea] Available: <https://www.gabrian.com/es/aluminio-6061-conozca-sus-propiedades-y-usos/>
- [48]. Sparkfun Electronics. Actobotics. Agosto 2018. [En línea] Available: <https://www.sparkfun.com/pages/Actobotics>
- [49]. Zambetti, N. AQUAE FUNDACIÓN. ¿Sabes qué es un Arduino y para qué sirve?. Marzo 2015. [En línea] Available: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/sabes-arduino-sirve/#:~:text=%C2%BFPara%20qu%C3%A9%20sirve%20un%20Arduino,hardware%20como%20con%20el%20software>

- [50]. Espinosa, E. González, K. Hernández, L. Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. Enero 2016. [En línea] Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v12n1/v12n1a18.pdf>
- [51]. Colegio Williams. Constructivismo: ¿Qué es y cuáles son sus beneficios?. Julio 2021. [En línea] Available: <https://blog.colegiowilliams.edu.mx/que-es-constructivismo-sus-beneficios>
- [52]. Davies, A. Génération Robots. Marzo 2021. [En línea] Available: <https://www.generationrobots.com/en/402858-4wd-mantis-robot-chassis.html>
- [53]. Rodríguez, H. Ingemecánica. Tornillos de Potencia. Junio 2021. [En línea] Available: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn131.html>
- [54]. García, M. Estilos de Aprendizaje. Modelo Interactivo. Junio 2021. [En línea] Available: <https://estilosdeaprendizaje.info/modelos/interactivo/>
- [55]. García, M. Estilos de Aprendizaje. Modelo Proyectivo. Junio 2021. [En línea] Available: <https://estilosdeaprendizaje.info/modelos/proyectivo/>
- [56]. Ortega, H. Universidad Internacional de Valencia. El aprendizaje situado: un enfoque social y orientado al contexto. Abril 2022. [En línea] Available: <https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/el-aprendizaje-situado-un-enfoque-social-y-orientado-al-contexto>
- [57]. Triana, H. Endesa Fundación. Circuitos eléctricos. Mayo 2021. [En línea] Available: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/elementos-circuito-electrico>
- [58]. Carrión, D. Diseño de guías para prácticas de laboratorio en la carrera de ingeniería eléctrica del Campus Kennedy. Diciembre 2010. [En línea] Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1911/13/UPS-KT00331.pdf>
- [59]. García, C. Innovación y cualificación. ¿Qué es y cómo se elabora una estrategia de formación?. Julio 2017. [En línea] Available: <https://www.innovacionycualificacion.com/iconsejos/estrategia-formacion/#:~:text=Una%20estrategia%20de%20formaci%C3%B3n%20no,y%20su%20forma%20de%20ense%C3%B1ar.>

[60]. Universidad Politécnica de Cataluña Barcelona. La iniciativa CDIO. Junio 2015. [En línea] Available: <https://telecos.upc.edu/es/estudios/la-iniciativa-cdio>

[61]. Abet. Criterios para Acreditar Programas de Ingeniería. Febrero 2020. [En línea] Available: <https://www.abet.org/accreditation/accreditation-criteria/criteria-for-accrediting-engineering-programs-2020-2021/>

[62]. Jiménez, J. MEPyD. Manual Metodológico para la Formulación del Plan Estratégico Institucional. Diciembre 2019. [En línea] Available: <https://mepyd.gob.do/wp-content/uploads/drive/DIGEDES/Publicaciones/Manual%20formulacio%CC%81n%20PEI%20diagramado.pdf>

[63]. Reyes, E. Revista multi-ensayos. Prácticas de laboratorio: la antesala a la realidad. Enero 2020. [En línea] Available: <https://lamjol.info/index.php/multiensayos/article/download/9290/10600?inline=1#:~:text=Las%20pr%C3%A1cticas%20de%20laboratorio%20vienen,aclarando%20con%20mayor%20facilidad%20las>

[64]. Barragán, C, Trujillo, M. Elaboración de guías de laboratorio de estructuras de la universidad católica de Colombia. Mayo 2018. [En línea] Available: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16687/1/Proyecto%20de%20grado%20Elaboracion%20de%20gu%C3%ADas%20de%20laboratorio..pdf>

[65]. Jones, G. Tiching. Kenneth Bain: “Un profesor es recordado cuando influye en la forma en cómo pensamos y sentimos”. Enero 2019. [En línea] Available: <http://blog.tiching.com/kenneth-bain/>