**Licenciatura:** Ingeniería Mecánica

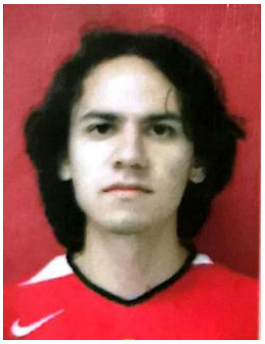
**Nombre del proyecto de integración (PI):**

MODELADO Y SIMULACIÓN DE MOVIMIENTOS EN UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA COORDINACIÓN MOTRIZ EN EL BOXEO, REDISEÑO Y PROPUESTA DE MEJORA

**Modalidad:** Proyecto de investigación

**Versión:** Primera

**Trimestre lectivo:** 23O



**Datos del alumno:**

**Nombre:** Cárdenas Patiño Erick Oliver

**Matricula:** 2123068282

**Correo:** al2123068282@azc.uam.mx

**Firma:**

**Datos del asesor:**

**Nombre:** Dr. Víctor Rogelio Barrales Guadarrama

**Categoría:** Titular

**Departamento de adscripción:** Electrónica

**Teléfono:** 5553189042. Ext. 2374

**Correo electrónico:** vrbg@azc.uam.mx

**Firma:**

**Fecha: 19/01/24**

**Declaratoria**

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Cárdenas Patiño Erick Oliver

Dr. Víctor Rogelio Barrales Guadarrama

## 1.- Introducción

En la práctica de cualquier deporte se pueden observar diversas necesidades físicas que involucran agilidad, destreza, fuerza, resistencia, entre otras. Dichas necesidades deben ser cubiertas por los deportistas tratando de llevar un rendimiento eficiente en su entrenamiento.

La biomecánica es analizada por medio de la mecánica y se encarga del estudio de las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo humano[1]. La mecánica se divide para su estudio en cinemática y dinámica ambas encargadas del análisis de movimiento.

Los estudios de biomecánica han contribuido al desarrollo de nuevos aparatos con los que se posibilitan prácticas más seguras y mejores marcas en los deportistas. Con base al análisis de los grupos musculares involucrados y de la calidad de los movimientos en el acondicionamiento físico[2].

El boxeo se caracteriza por un cambio rápido de las condiciones competitivas y una gran variabilidad de las acciones del deportista. En la actualidad se requieren atletas con buenos sistemas ofensivos logrando una correcta ejecución en el golpeo y defensivos trabajando sus desplazamientos y bloqueos[3].

La presente propuesta tiene el propósito de rediseñar un sistema mecánico que permita trabajar las habilidades ofensivas y defensivas de un boxeador de manera más eficiente. Con el propósito de lograr un mejor diseño por medio de la investigación de su comportamiento cinemático. Y de la selección fundamentada de los materiales que estarán sometidos a las fuerzas de impacto durante un entrenamiento.

Se propone realizar el análisis mecánico de un sistema de entrenamiento existente llamado SparBar, con el interés de tener un marco de referencia, ilustrado en la figura (1) junto con dibujo descriptivo de su uso.

Se desarrollará un modelado matemático con base en los principales movimientos a los que estará expuesto el mecanismo. Se realizará una simulación del sistema por medio del software de diseño CAD SolidWorks. Con la finalidad de analizar las fuerzas de acción y reacción del mecanismo involucradas durante un entrenamiento. Con base en los resultados obtenidos se propondrá un diseño que cumpla con los parámetros requeridos. De igual manera se propondrán mejoras en el equipo para lograr un entrenamiento más completo.

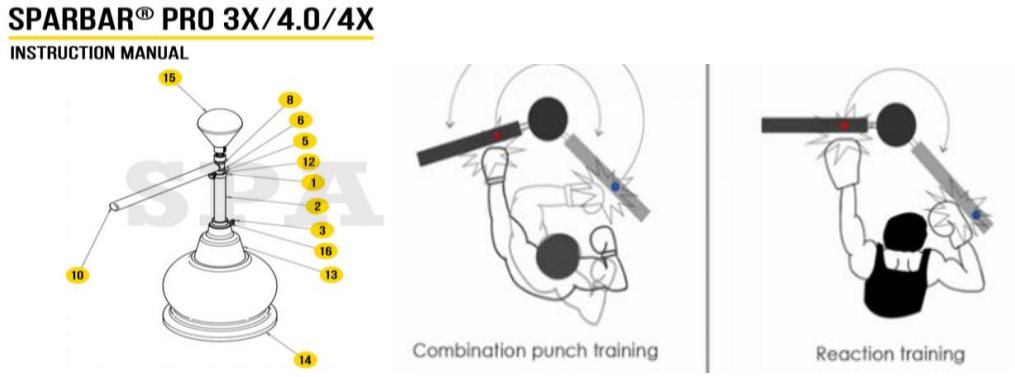



Figura 1.- Imagen tomada del manual del mecanismo SparBar y dibujo representativo del uso [4].

## 2.- Antecedentes

En 2016 Ramírez Valadez Edgar Eduardo y Vieyra Diaz José Leobardo presentan su tesis titulada “Análisis biomecánico para el mejoramiento físico de un boxeador” en la UNAM facultad de ingeniería en C.U. México[5]. En el cual hacen una investigación detallada de los movimientos y los ángulos para adquirir una buena técnica en el golpeo. Este trabajo servirá de referencia para aproximar las distancias a considerar entre el sistema de entrenamiento y el usuario.

En 2015 Urrizaga Mariano Martin presentó en la Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación en Argentina su tesis titulada: “Desarrollo de la fuerza en los deportes combate: Estudios relacionados en boxeo.”[6]. En dicho trabajo hace un estudio acerca de cómo hacer que la fuerza de los boxeadores sea más explosiva cuando ejecutan un golpe recto. Este trabajo servirá como referencia para determinar las fuerzas máximas de golpeo que se han observado y se tendrán en cuenta para la simulación.

En 2023 Barreto Sosa Duvan Smith presenta su tesis titulada: “Desarrollo de una máquina de pelotas para entrenamiento de velocidad de anticipación en deportes de combate” en la Universidad Autónoma de Bucaramanga en Colombia[7]. En este documento se exponen diferentes artículos que se han innovado para el entrenamiento de los reflejos y la coordinación motriz para simular un combate. Este proyecto se utilizará para visualizar y generar ideas en cuanto al diseño que puedan aportar a un mejor entrenamiento en el deporte.

## 3.- Justificación

Para un buen desarrollo de la velocidad de reacción y un buen golpeo, se requiere un estímulo físico y visual, con una trayectoria predecible y una pequeña incertidumbre, que se asemeje a los estímulos propios del boxeo y se ajuste a los requerimientos de velocidad y distancia del deportista.

Es por ello que se propone el desarrollo de una máquina de entrenamiento personal para realizar ejercicios de velocidad y anticipación, buscando realizar un diseño óptimo por medio de la investigación, el estudio de las fuerzas y movimientos involucrados en el boxeo.

## 4.- Objetivos

### Objetivo general.

Modelar y simular movimientos de un sistema mecánico para la coordinación motriz en la práctica de boxeo con el propósito de rediseñar y proponer mejoras.

**Objetivos particulares.**

Determinar y jerarquizar las variables en el sistema, así como plantear las ecuaciones de movimiento involucradas al hacer uso del mecanismo SparBar y/o sistemas similares.

Modelar matemáticamente la cinemática del sistema antes y después de recibir impactos.

Simular y calcular por medio de los programas SolidWorks y MathCad las fuerzas y movimientos que puede llegar a presentar el sistema tomando como referencia el SparBar y/o mecanismo similar.

Evaluar que parámetros deberá tener el mecanismo para soportar las fuerzas involucradas por medio de la simulación.

Determinar qué tipo de materiales son más apropiados a utilizar en la construcción del mecanismo con base a la simulación.

Rediseñar el sistema de entrenamiento de golpeo con base al análisis obtenido.

Estimar los costos de fabricación y materiales.

Modelar el prototipo con el diseño sugerido en el software SolidWorks.

## 5.- Metodología

Se describirán las principales fases metodológicas para el desarrollo del proyecto de integración.

**Fase 1.- Determinación de especificaciones.**

En esta fase se van a determinar los requerimientos que deberá tener el equipo de entrenamiento con base a las capacidades físicas que pueda presentar un boxeador principiante y avanzado. Se van a definir las especificaciones técnicas del mecanismo. Y se realizará una investigación acerca de los dispositivos que existen para este tipo de entrenamiento, principalmente a patentes existentes en este contexto.

**Fase 2.- Obtención de los parámetros que establecerán las condiciones iniciales del sistema.**

Esta fase tiene como objetivo seleccionar las leyes de la física que describen adecuadamente el comportamiento de interés a estudiar. Se van a determinar las variables y los parámetros involucrados en el sistema y se va a evaluar como estos interactúan en el movimiento del equipo.

**Fase 3.- Modelado matemático.**

Se obtendrán las ecuaciones que describan la cinemática del mecanismo antes y después de recibir los impactos del usuario. Se analizarán los parámetros finales que se requieren conocer, por ejemplo, la velocidad, aceleración centrípeta en la barra y energía de la pera al ser golpeada. Con el propósito de evaluar la eficiencia de la propuesta existente se utilizará el software MathCad para resolver las ecuaciones matemáticas que posteriormente se implementarán en SolidWorks para su simulación.

**Fase 4.- Simulación y predicción condicional**

Se llevarán a cabo soluciones matemáticas y simulaciones de prueba con los programas MathCad y SolidWorks, respectivamente, cambiando las condiciones iniciales para diferentes ensayos, con el propósito de analizar las predicciones condicionadas y de esta manera evaluar la propuesta de diseño establecida y perfeccionarla.

**Fase 5.- Propuesta de diseño de prototipo**

Durante esta fase se realizará un esquema del diseño, tomando en cuenta el análisis con los resultados obtenidos de la fase 1 a la fase 4.

**Fase 6.- Diseño mecánico detallado**

En esta parte se realizarán los dibujos a detalle y ensamble del dispositivo mecánico propuesto. Se realizará la selección de los materiales para cada componente del mecanismo, de acuerdo con los resultados obtenidos de las simulaciones en SolidWorks.

**Fase 7.- Cierre del proyecto**

Para concluir, se realizará el reporte final del proyecto de integración, de igual manera se enmarcarán las áreas de mejora para implementar en el diseño mecánico en investigaciones futuras.

## 6.- Normatividad

### UNE-EN ISO 20957-1:2014

Equipos fijos para entrenamiento. Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo. (ISO 20957-1:2013)[8]. Esta norma será relevante en el proyecto, ya que tiene por objeto establecer medidas de seguridad para un uso adecuado de sistemas de entrenamiento.

### UNE-EN 957-2:2003

Equipos fijos para entrenamiento. Equipos para entrenamiento de la fuerza; requisitos técnicos específicos de seguridad y métodos de ensayo adicionales[9]. Esta norma es importante para el proyecto, ya que se aplica a los sistemas de entrenamiento de la fuerza mediante elementos de resistencia.

### ISO 26800:2011 – Ergonomics – General approach, principles and concepts

Su objetivo es ayudar a optimizar el bienestar humano y el rendimiento general a través de la aplicación de criterios ergonómicos[10]. Esta norma será de ayuda para implementar los criterios de ergonomía en el diseño del mecanismo.

**7.- Cronograma de actividades**

UEA para la que se solicita autorización: Proyecto de integración en ingeniería Mecánica I.

| Actividades del trimestre 24-I | | Semana | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| **1** | Determinar las necesidades físicas del boxeador durante su entrenamiento mediante el uso de dispositivos mecánicos. | X | X | | | | | | | | | | |
| **2** | Obtener los parámetros que establecen las condiciones iniciales en el mecanismo SPARBAR y/o sistema similar. | | X | | | | | | | | | | |
| **3** | Establecer las ecuaciones diferenciales que modelan la respuesta de las fuerzas en el equipo. | | | X | X | | | | | | | | |
| **4** | Realizar el modelado matemático mediante MathCad. | | | | X | X | | | | | | | |
| **5** | Realizar la simulación del sistema en SolidWorks. | | | | | X | X | | | | | | |
| **6** | Determinar los materiales de acuerdo a las funciones que tendrá el mecanismo y establecer la arquitectura del mismo. | | | | | | X | X | | | | | |
| **7** | Evaluar la efectividad del modelo a través de su respuesta cinemática. | | | | | | | X | X | | | | |
| **8** | Realizar el diseño mecánico detallado del mecanismo propuesto. | | | | | | | | X | X | X | X | |
| **9** | Elaborar el reporte del proyecto de integración. | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| **10** | Entregar el reporte final | | | | | | | | | | | | X |

**8.- Entregables**

-Modelo matemático que describa el comportamiento de los movimientos que tendrá el mecanismo al recibir impactos.

-Gráficas que representarán el comportamiento del movimiento con los parámetros que puede presentar el prototipo al ser utilizado por personas de diferentes capacidades físicas.

-Dibujos de definición del diseño final en el software SolidWorks.

-Reporte final del proyecto de integración concluido.

## 9.- Referencias bibliográficas


[1] Biomecánica aplicada al deporte: contribuciones, perspectivas y desafíos resumen, consultado el 24 de Noviembre de 2023, obtenido de: https://www.efdeportes.com/efd170/biomecanica-aplicada-al-deporte.htm

[2] Definición ¿Qué es la biomecánica?, consultado el 24 de Noviembre de 2023, obtenido de: https://www.fisioterapia-online.com/glosario/biomecanica

[3] Boxeo avanzado defensa integral III, consultado el 24 de Noviembre de 2023, obtenido de: https://cursoboxavanzado.jimdofree.com/boxeo-avanzado/defensa-iii-integral/

[4] Manual SparBar, consultado el 09 de Diciembre de 2023, obtenido de: https://sparbar.com/pages/sparbar-pro-installation-manual

[5] Ramírez Valadez Edgar Eduardo y Vieyra Diaz José Leobardo. 2016 “Análisis biomecánico para el mejoramiento físico de un boxeador” Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México.

[6] Urrizaga Mariano Martin. 2015, “Desarrollo de la fuerza en los deportes combate: Estudios relacionados en boxeo.” Tesis, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Argentina.

[7] Barreto Sosa Duvan Smith. 2023. “Desarrollo de una máquina de pelotas para entrenamiento de velocidad de anticipación en deportes de combate”. Tesis, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia.

[8] Norma EN ISO 2095-1: Equipos fijos para entrenamiento. Requisitos generales de seguridad y métodos de ensayo, consultado el 13 de Diciembre de 2023, obtenido de: https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0052776

[9] Norma UNE-EN 957-2:2003: Equipos fijos para entrenamiento. Equipos para entrenamiento de la fuerza; requisitos técnicos específicos de seguridad y métodos de ensayo adicionales, consultado el 13 de Diciembre de 2023, obtenido de: https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0029857

[10] Norma ISO 26800:2011 – Ergonomics – General approach, principles and concepts, consultado el 13 de Diciembre de 2023, obtenido de: https://www.iso.org/standard/42885.html


## 10.- Terminología

No aplica

## 11.- Infraestructura

Centro de Desarrollo Asistido por computadora (CEDAC)

## 12.- Asesoría complementaria

No aplica

**13.- Publicación o difusión de resultados**

No aplica

**Análisis por ITHENTICATE**

MODELADO Y SIMULACIÓN DE MOVIMIENTOS EN UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA COORDINACIÓN MOTRIZ EN EL BOXEO, REDISEÑO Y PROPUESTA DE MEJORA

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|---|
| 1 | www.saber.ula.ve<br>Internet | 25 palabras — 1% |
| 2 | alejandria.poligran.edu.co<br>Internet | 24 palabras — 1% |
| 3 | flauc-openaccess.urosario.edu.co<br>Internet | 21 palabras — 1% |
| 4 | www.coursehero.com<br>Internet | 18 palabras — 1% |
| 5 | riunet.upv.es<br>Internet | 17 palabras — 1% |
| 6 | es.slideshare.net<br>Internet | 11 palabras — 1% |
| 7 | www.oalib.com<br>Internet | 9 palabras — < 1% |
| 8 | hdl.handle.net<br>Internet | 6 palabras — < 1% |