

# 10º CONGRESO **id+inc**<sub>mtu</sub> Innovación y desarrollo de productos

3+2 DIAS DE CONFERENCIAS, TALLERES, PONENCIAS Y  
NETWORKING PARA LA INVENTIVA E INNOVACIÓN  
18, 19, 20 + 21 y 22 de Noviembre, 2015 Monterrey, México



Alumnos de la Carrera de Ingeniero en Innovación y Desarrollo



## Aplicación de TRIZ en el diseño funcional de una torre de pateo, como producto innovador para el aprendizaje, enseñanza y práctica de las disciplinas de artes marciales.

Guillermo Flores Téllez  
Elisa Arisbé Millán Rivera  
Jaime Garnica González  
Luis Gabriel Rojas Sánchez

### Resumen

La presente propuesta reporta la concepción de un nuevo diseño del producto, comúnmente conocidos como "torres de pateo", la propuesta supera los alcances de los bienes disponibles actualmente en el mercado y establece la aplicación de las herramientas de TRIZ como un interesante ejercicio para brindar valor agregado y una ventaja competitiva, mediante la aplicación del cuestionario de situación innovante, la matriz de contradicciones y el análisis campo sustancia. El proceso de innovación es asistido por el empleo de las herramientas de diseño computarizado (CAD) y simulación del funcionamiento del prototipo (CAE). El objetivo principal de este proyecto, es presentar un prototipo, que funcione como un apoyo en el sistema de enseñanza CASDT para Wushu Kung Fu o bien, para practicantes de artes marciales en general, de tal manera que facilite el aprendizaje y le permita a los practicantes mejorar en la medida de lo posible su técnica de combate y principalmente su técnica de pateo en cuestión de técnica, agilidad, fuerza, elasticidad y velocidad, que son aspectos necesarios para conseguir patadas funcionales y eficientes, todo esto a partir del análisis funcional, para identificar las limitaciones del producto y consumir una propuesta de mejora adecuada en su diseño.

*Palabras claves: Metodología TRIZ, Innovación, diseño de productos, artes marciales, deportes extremos y de contacto.*

## 1. Introducción

La innovación representa un instrumento hacia la competitividad, por lo que las empresas deben aprender e implementar metodologías y tecnologías de vanguardia [20]. Innovación se define como aquel cambio que introduce alguna novedad en un ámbito o una transformación de una idea creativa en un producto vendible nuevo o mejorado, es decir, innovar es crear algo nuevo, o bien, mejorar algo que ya existe [7]. En el proceso de innovación de diseño de productos, la metodología TRIZ resulta ser un instrumento muy favorable para concebir diseños innovadores que realmente sean funcionales y resulten atractivos al usuario, las empresas requieren de soluciones con una aproximación integrada y enfocada en obtener resultados en un menor tiempo con el mayor alcance de innovación posible [29]. TRIZ se compone de efectivas herramientas para resolver problemas de invención basadas en el conocimiento para lograr la innovación, se apoya en las ideas de Genrich S. Altshuller, que a través de la resolución de contradicciones y análisis funcional, logran que los inventos evolucionen hacia su ideal con el mínimo uso de recursos [1], [2]. Es el empleo de TRIZ un factor que logra empresas competitivas con un menor esfuerzo, donde la mayor fuente de innovación radica en la interacción con el cliente [4]. Los elementos de esta notable metodología representan un mecanismo integrador en la solución de problemas que se presentan durante el diseño de un producto o servicio [6]. Es por esta razón que la presente

propuesta emplea a TRIZ, para realizar el análisis de un producto, con el fin de mejorar su diseño funcional, ampliar sus aplicaciones prácticas y brindar satisfacción real del usuario. Proporcionar productos innovadores y de valor agregado es una estrategia crucial para el éxito [21].

En el aprendizaje, enseñanza y práctica de disciplinas de artes marciales, se emplean gran diversidad de accesorios y productos que se encuentran disponibles en el mercado internacional, bajo la garantía de prestigiosas marcas, que invierten cada año, millones de dólares en Investigación y Desarrollo de los ítems empleados para las actividades propias del entrenamiento marcial [14]. Con el objetivo de corregir las técnicas de combate en las artes marciales, primordialmente golpes de mano y patadas, han surgido numerosos inventos que buscan que el practicante de manera individual perfeccione velocidad, destreza, precisión y fuerza, entre otros factores [12]. La función de estos dispositivos es optimizar la realización de las técnicas, antes de ejecutarlas en combates reales o competencias deportivas. Actualmente existen muchos aparatos que sirven para el mejoramiento de técnicas de pateo, son comúnmente conocidos como "torres de pateo", que están a la venta en sitios web de Internet y tiendas de productos deportivos y concurren diversas versiones desarrolladas para lograr los mencionados fines.

En este trabajo se dará a conocer un proyecto basado en diseños previamente analizados de aparatos utilizados en artes marciales para mejorar técnicas de pateo con el fin de mejorarlos y ampliar sus aplicaciones, en este caso se pretende rediseñar un aparato que fue creado para mejorar técnicas de pateo en personas que practiquen artes marciales y con apoyo de las herramientas de la metodología TRIZ, entre ellas la matriz de contradicciones, el análisis campo sustancia y el cuestionario de situación innovante. El cuestionario de situación innovante (ISQ), se emplea para establecer un modo sistemático para analizar la problemática y acercarse a la situación que requiere atención, para constituir ciertos factores de importancia, este cuestionario consiste en una plantilla para el análisis preliminar del problema, mediante preguntas de innovación orientada [23]. Dichas herramientas brindan una plantilla para el análisis preparatorio y definitivo de los problemas, retroalimentando la solución encontrada y verificando su factibilidad [13]. Con el empleo de estas herramientas, se plantea un diseño con mayor funcionalidad y aplicaciones más amplias para el mejoramiento de técnicas de pateo y combate, además se utilizan otras herramientas de simulación por computadora, para que la propuesta del nuevo diseño sea confiable, precisa y entendible.

Se proyectó presentar un nuevo diseño del producto debido a que en este artículo, se establece que el producto a mejorar no cumple adecuadamente con la función para la cual fue creado, dado que su diseño no permite una mejora adecuada de todos los aspectos necesarios para una obtener una adecuada ejecución de la técnica de pateo.

## 2. Descripción del problema

Actualmente existen muchos aparatos que sirven para el mejoramiento de técnicas de pateo, son comúnmente conocidos como "torres de pateo" y existen diversas versiones desarrolladas para lograr los mencionados fines. El aparato por analizar, cuenta con 4 paletas de pateo colocadas de forma vertical a lo largo de una torre y una base con un peso adecuado para su estabilidad, actualmente el producto es encontrado en el mercado, en algunos sitios web de Internet y tiendas de productos deportivos. Se pretende plantear un nuevo diseño del producto que cumpla con todos los aspectos necesarios para una obtener una buena técnica de pateo.

La figura 1., muestra el producto que se pretende mejorar.



Figura 1. "Estación de Golpeo-Patada Kickboxing MMA Kung Fu Karate". Extraído de [33].

El artículo se encuentra disponible en internet, su marca es Health Mark Inc. del modelo BT22001, con un precio de \$4,395.00 [33]. Para que una patada sea eficiente y pueda ser correctamente aplicada al combate necesita combinar diferentes aspectos técnicos como fuerza, potencia, velocidad y fluidez [19]. El problema que se plantea, es que este producto no cumple de manera óptima la finalidad para la cual fue creado, ya que su diseño no satisface la necesidad del usuario de mejorar técnicas de combate de una manera eficiente al no tomar en cuenta todos los aspectos técnicos requeridos para lograr obtener una mejor habilidad de combate. Las patadas que se practican en las artes marciales varían según los estilos y se pueden dividir en patadas de vibración y patadas de profundidad [30]. Las patadas vibrantes, son aquellas que tratan de causar en el adversario una percusión con el fin de afectar el punto vital alcanzado, estas se asemejan al movimiento de un látigo, requieren más velocidad en la trayectoria de vuelta de la patada que el de impulso. En el caso de las patadas penetrantes, también conocidas como golpes de profundidad, son aquellas técnicas de pateo que buscan profundizar con potencia la zona impactada en el adversario causando lesiones musculares, orgánicas y articulares, al contrario a las patadas vibrantes, la velocidad y tensión muscular necesaria para su propósito van en la trayectoria de traslado [18]. En la figura 2., se muestran ejemplos de patadas de vibración y de profundidad, con su respectiva trayectoria.

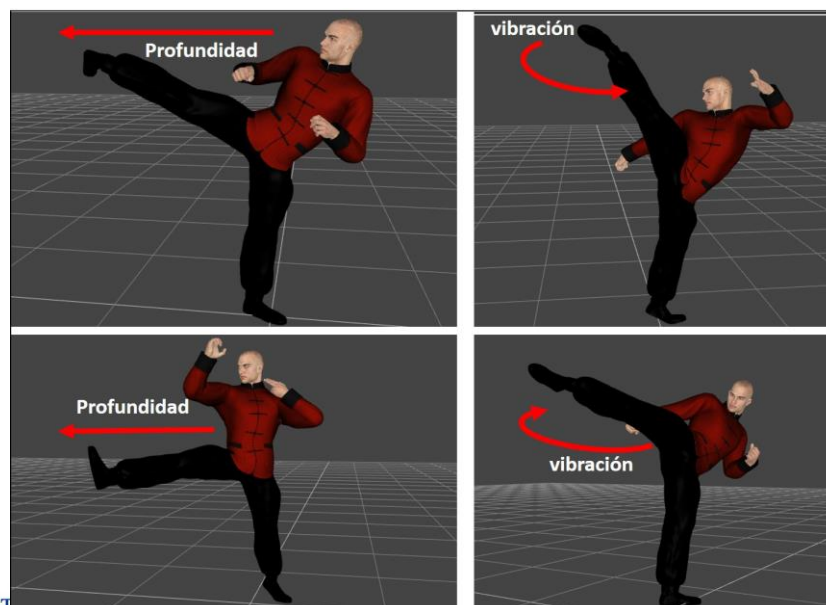


Figura 2. Patadas de vibración y profundidad. Elaboración con base a [9] y [26].



Acorde con los tipos de técnicas de pateo, se plantea que el aparato "Estación De Golpeo-Patada Kickboxing MMA Kung Fu Karate", no cumple con los requerimientos necesarios para poner en practica patadas de profundidad, ya que implican una mayor potencia y el diseño no es adecuado para esta tarea, asimismo , las paletas al estar colocadas de forma vertical no hacen posible realizar diferentes combinaciones y otras variaciones de pateo que requieran una trayectoria vertical, ya sea ascendente o descendente, esto requeriría la paleta de pateo colocada de forma horizontal. En la figura 3., se muestran algunas patadas que requieren dicha trayectoria, por lo que es posible establecer que el aparato no es adecuado para mejorar muchos aspectos importantes para obtener patadas realmente funcionales.

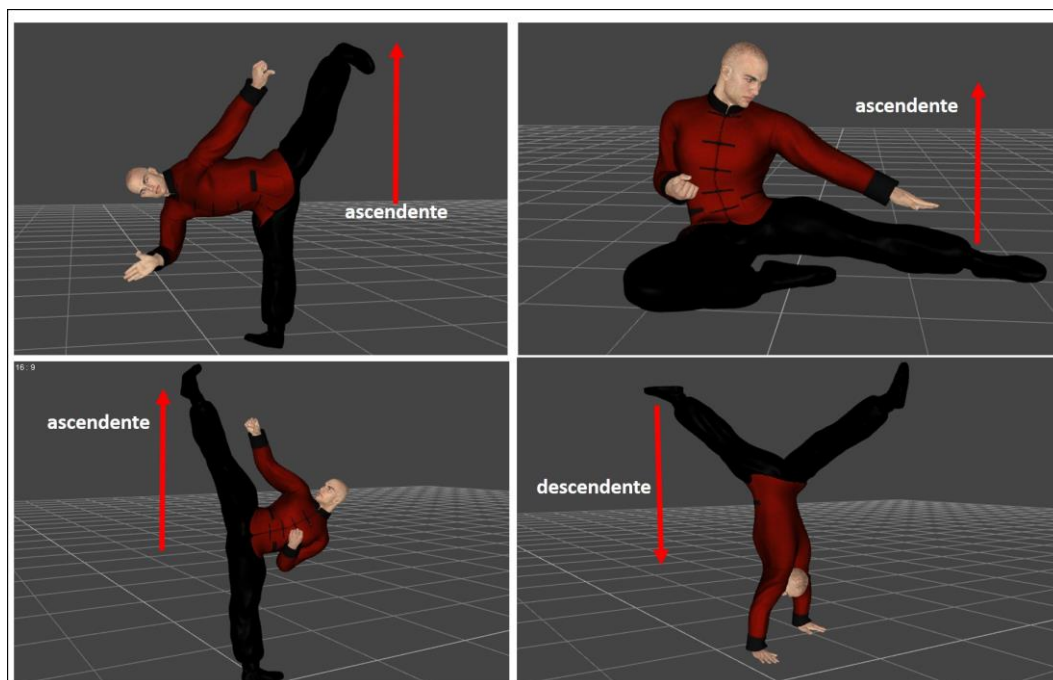


Figura 3. Patadas con trayectoria ascendente o descendente. Elaboración con base a [9] y [26].

### 3. Cambios del sistema tecnológico analizado.

Se proyecta crear un rediseño completo de la estructura del aparato para obtener la solución deseable, para que el diseño propuesto ayude en la manera más completa a que el practicante adquiera mejor habilidad y técnica al hacer uso de este aparato. Se busca ampliar los alcances de funcionalidad y adaptación de los requerimientos de ejecución de técnicas de pateo. Pensar en funciones supone un radical cambio de enfoque en las formas tradicionales de considerar los problemas de diseño de productos [5]. Con la finalidad de brindar una economía de los recursos implicados en el desarrollo del nuevo prototipo, se realiza la propuesta del proyecto con herramientas de diseño y simulación asistidos por computadora, para el análisis funcional del prototipo, así como los esquemas de diseño e ilustraciones.

Como ya se mencionó anteriormente, las herramientas de la metodología TRIZ, se han empleado para orientar, auxiliar y llevar un seguimiento adecuado en la búsqueda de soluciones ante las problemáticas de diseño que se presentan durante un proceso de innovación, con el objetivo de buscar que el resultado final brinde un resultado viable,

operativo y funcional. Las herramientas de TRIZ, brindan un desarrollo tecnológico orientado con base a métodos y técnicas, cuyo fundamento puede sustentar una investigación tecnológica, con el fin de generar conocimiento encaminado a diseñar o innovar, los instrumentos que el ser humano necesita para potenciar sus capacidades transformadoras de la realidad, aplicando conocimiento básico [17].

## 4. Aplicación de la matriz de contradicción para la solución del problema

Antes de realizar la propuesta del diseño, es necesario establecer las contradicciones y eliminarlas, mediante la matriz de contradicción del profesor Altshuller, se requiere ubicar por una parte al parámetro que se desea mejorar y por otro lado a esa característica que empeora. Mediante el uso de la matriz, se cuenta con la sugerencia de uno o varios de los 40 principios para innovar, estos señalan de alguna manera como eliminar la contradicción [25]. De este modo el análisis funcional establece las características, componentes y recursos del producto con el fin de encontrar las funciones específicas que el usuario requiere [8].

Contradicciones y soluciones posibles:

Se requiere que la estructura del aparato sea lo mas practico, estable y ligero posible, por lo que se plantean los siguientes problemas o contradicciones a solucionar:

**Problema 1:** La estructura debe ser muy estable y resistente para soportar patadas de gran impacto, pero no debe pesar mucho por lo que debe ser lo mas ligera y fuerte posible:

- A) Estabilidad= atributo deseado.
- B) Mucho peso= atributo indeseado.

El primer planteamiento de contradicción, se muestra en la figura 4.

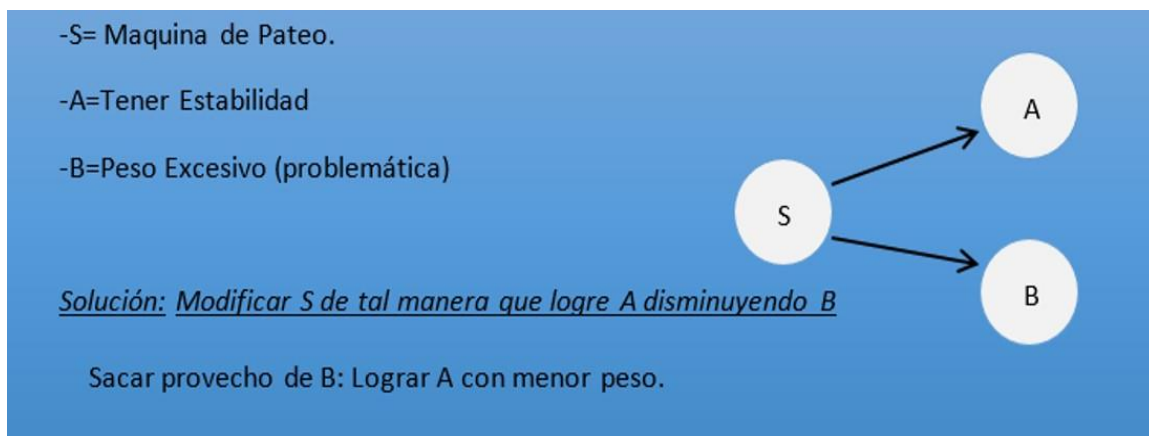


Figura 4. Primer planteamiento de contradicción. Elaboración propia con base a [12] y [24].

**Problema 2:** Otro problema que se presenta, es que el aparato llegue a requerir mucho espacio, por lo que es conveniente adecuarlo de una manera práctica y lo más versátil posible sin perder estabilidad y funcionalidad:

- A) Estabilidad= Atributo Deseado.
- B) Utilizar demasiado espacio= Atributo indeseado.

Este planteamiento de contradicción, se muestra en la figura 5.

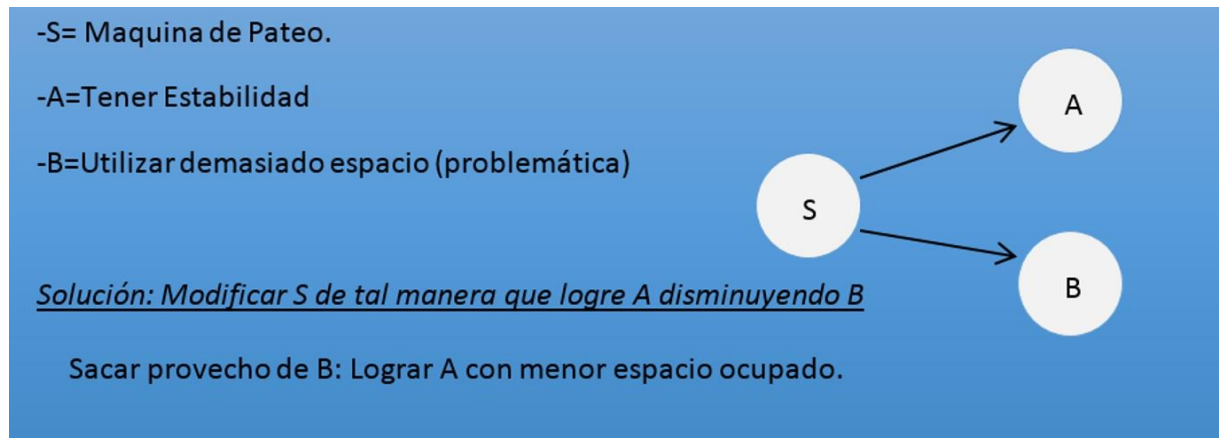


Figura 5. Segundo planteamiento de contradicción. Elaboración propia con base a [12] y [24].

Una vez planteados los problemas, se utilizó la matriz de contradicciones para solucionar dichos inconvenientes. La comprensión del concepto de contradicción, brinda la capacidad de los analistas del proyecto, para identificar las áreas de oportunidad por mejorar o evolucionar en el sistema tecnológico analizado y conseguir manifestar los problemas en una formulación clara de los alcances por lograr [10]. En la tabla 1., se muestra la matriz de contradicciones para poder encontrar la solución de los problemas de innovación de este aparato. La matriz contiene los 39 parámetros o características propias de los sistemas tecnológicos [27].

Tabla 1. Extracto de la matriz de contradicciones. Extraído de [32].

Característica que se perjudica al cumplir el objetivo	Característica que mejora al cumplir el objetivo	Características de los sistemas tecnológicos																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Peso de objeto móvil		+	-	15, 8, 29, 34	-	29, 17, 38, 34	-	29, 2, 40, 28	-	2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37, 40	10, 36, 35, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35	-	6, 29, 4, 38	19, 1, 32	35, 12, 34, 31	-
Peso de objeto inmóvil		-	+	10, 1, 29, 35	-	35, 30, 13, 2	-	5, 35, 14, 2	-	8, 10, 19, 35	13, 29, 10, 18	13, 10, 29, 14	26, 39, 1, 40	28, 2, 10, 27	-	2, 27, 19, 6	28, 19, 32, 22	19, 32, 35	-	18, 19, 28, 1	-
Longitud del objeto móvil		8, 15, 29, 34	-	+	-	15, 17, 4	-	7, 17, 4, 35	-	13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 35	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19	-	10, 15, 19	32	8, 35, 24	-	-
Longitud del objeto inmóvil		35, 28, 40, 29	-	+	-	17, 7, 10, 40	-	35, 8, 2, 14	-	28, 10	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 35	15, 14, 28, 26	-	1, 10, 35	3, 35, 38, 18	3, 25	-	-	-
Área del objeto móvil		2, 17, 29, 4	-	14, 15, 18, 4	-	+	-	7, 14, 17, 4	-	29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 36, 28	5, 34, 29, 4	11, 2, 13, 3, 15, 40, 14	6, 3	-	2, 15, 16	15, 32, 19, 13	19, 32	-	-
Área del objeto inmóvil		30, 2, 14, 18	-	26, 7, 9, 39	-	+	-	-	-	1, 18, 35, 36	10, 15, 36, 37	10, 15, 36, 37	2, 38	40	-	2, 10, 19, 30	35, 39, 38	-	-	-	-
Volumen de objeto móvil		2, 26, 29, 40	-	1, 7, 4, 35	-	1, 7, 4, 17	-	+	-	29, 4, 38, 34	15, 35, 36, 37	6, 35, 36, 37	1, 15, 29, 28, 10, 1, 9, 14, 15, 7	6, 35, 4	-	34, 39, 10, 18	2, 13, 10	35	-	-	
Volumen de objeto inmóvil		35, 10, 19, 14	19, 14	35, 8, 2, 14	-	-	-	+	-	2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	-	35, 34, 38	35, 6, 4	-	-	-	-
Velocidad		2, 28, 13, 38	-	13, 14, 8	-	29, 30, 34	-	7, 29, 34	-	+	13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	8, 3, 26, 14	3, 19, 35, 5	-	28, 30, 36, 2	10, 13, 19	8, 15, 35, 38	-
Fuerza		8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36	28, 10	19, 10, 15	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	+	18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21	35, 10, 14, 27	19, 2	35, 10, 21	-	19, 17, 10	1, 16, 36, 37	-
Tensión o presión		10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 16	10, 15, 36, 28	10, 15, 36, 37	6, 35, 10	35, 24	6, 35, 36	36, 35, 21	+	35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40	19, 3, 27	35, 39, 19, 2	-	14, 24, 10, 37	-	-
Forma		8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10	-	14, 4, 15, 22	7, 2, 35	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14	+	33, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25	22, 14, 19, 32	13, 15, 32	2, 6, 34, 14	-	-
Estabilidad de la composición del objeto		21, 35, 2, 39	26, 39, 1, 40	13, 15, 1, 28	37	2, 11, 13	39	28, 10, 19, 39	34, 28, 35, 40	33, 15, 28, 18	10, 35, 21, 16	2, 35, 40	22, 1, 18, 4	+	17, 9, 15	13, 27, 10, 35	39, 3, 35, 23	35, 1, 32	32, 3, 27, 16	13, 19	27, 4, 29, 18
Fortaleza		1, 8, 40, 15	40, 26, 27, 1	1, 15, 8, 35	15, 14, 28, 26	3, 34, 40, 29	9, 40, 28	10, 15, 14, 7	9, 14, 17, 15	8, 13, 26, 14	10, 18, 3, 14	10, 3, 18, 40	10, 30, 35, 40	13, 17, 35	+	27, 3, 26	30, 10, 40	35, 19	19, 35, 10	35	-
Duración de la acción de un objeto móvil		19, 5, 34, 31	-	2, 19, 9	-	3, 17, 19	-	10, 2, 19, 30	-	3, 35, 5	19, 2, 16	19, 3, 27	14, 26, 28, 25	13, 3, 35	27, 3, 10	+	19, 35, 39	2, 19, 4, 35	28, 6, 35, 18	-	-
Duración de la acción de un objeto inmóvil		-	6, 27, 19, 16	-	1, 40, 35	-	-	-	-	35, 34, 38	-	-	39, 3, 35, 23	-	-	+	19, 18, 36, 40	-	-	-	-

Para el *problema 1*, se plantea que el aparato debe tener estabilidad pero al mismo tiempo debe ser liviano, en la matriz de contradicción se debe ubicar en la tabla 1., el parámetro número 13, “Estabilidad de la composición (característica a mejorar)” y relacionarlo con el parámetro número 2, ” Peso del objeto estacionario (característica que empeora)”. Se obtiene como resultado los principios de solución: 1, 26, 39 y 40, de los cuales se seleccionan para su aplicación a los principios:

1. Segmentación: incrementar el grado de fragmentación o segmentación del objeto [31].
40. Materiales compuestos: el empleo de nuevos materiales con características especiales, en este caso materiales ligeros y resistentes [31].

Posible Solución: Hacer que el diámetro del cilindro utilizado en la estructura no sea muy grueso y además emplear un material resistente y liviano, tal como una aleación.

Para el *problema 2*, se plantea que el aparato debe mantener estabilidad pero al mismo tiempo no debe ocupar mucho espacio. En la matriz de contradicción, se debe ubicar el parámetro número 4, “Longitud del objeto estacionario (característica que mejora)” y también ubicar el parámetro número 6, “área del objeto estacionario (característica que empeora)”. Se obtiene como resultado a los principios de innovación número 7, 10, 17 y 40, de los cuales es posible aplicar el principio:

- 10.-Acción anticipada: arreglar los componentes del aparato, de tal manera que entren en acción inmediatamente que sea necesario, en este caso, es necesario adecuar la estructura del aparato para que cuando no se utilice, pueda seccionarse y sea fácil de almacenar, ocupando el mínimo de espacio posible [31].

Posible Solución: un diseño que permita ocupar poco espacio cuando el aparato no sea utilizado.

## 5. Resultados alcanzados del estudio.

La propuesta consiste en un aparato rediseñado, cuya función está encaminada para la práctica y el mejoramiento de técnicas de combate, con un mayor énfasis en técnicas de pateo. El diseño propuesto brinda un mayor alcance de práctica y ejecución de diversidad de técnicas de pateo con variedad de trayectorias que abarcan un rango amplio de realización. Es decir, es posible el entrenamiento de cualquier tipo de patada, ya sea de trayectoria vertical u horizontal, así como, patadas que requieran mayor potencia y fuerza. Conjuntamente, su diseño permitirá mejorar la elasticidad y obtener mejores reflejos, mediante el aprovechamiento de la estructura vertical del prototipo.

Los cambios realizados al sistema tecnológico analizado, permiten mejorar la funcionalidad del dispositivo y con esto la práctica de los diversos aspectos técnicos de combate en artes marciales que son entrenados de manera individual tales como fuerza, elasticidad, potencia, velocidad, fluidez y precisión.

Las medidas propuestas consideran a una persona de estatura promedio en México [28]. Es posible colocar las paletas de pateo a diferentes alturas para el alcance del objetivo durante la ejecución de la técnica de pateo. Se consideran como medidas de referencia a la anatomía



humana, de tal manera que se sitúan los blancos proporcionalmente a la altura de las rodillas, estomago y cabeza que son áreas vulnerables de impacto. En la figura 6., se muestra el prototipo propuesto, al que se denomina “Máquina de Pateo KICK-FU”.

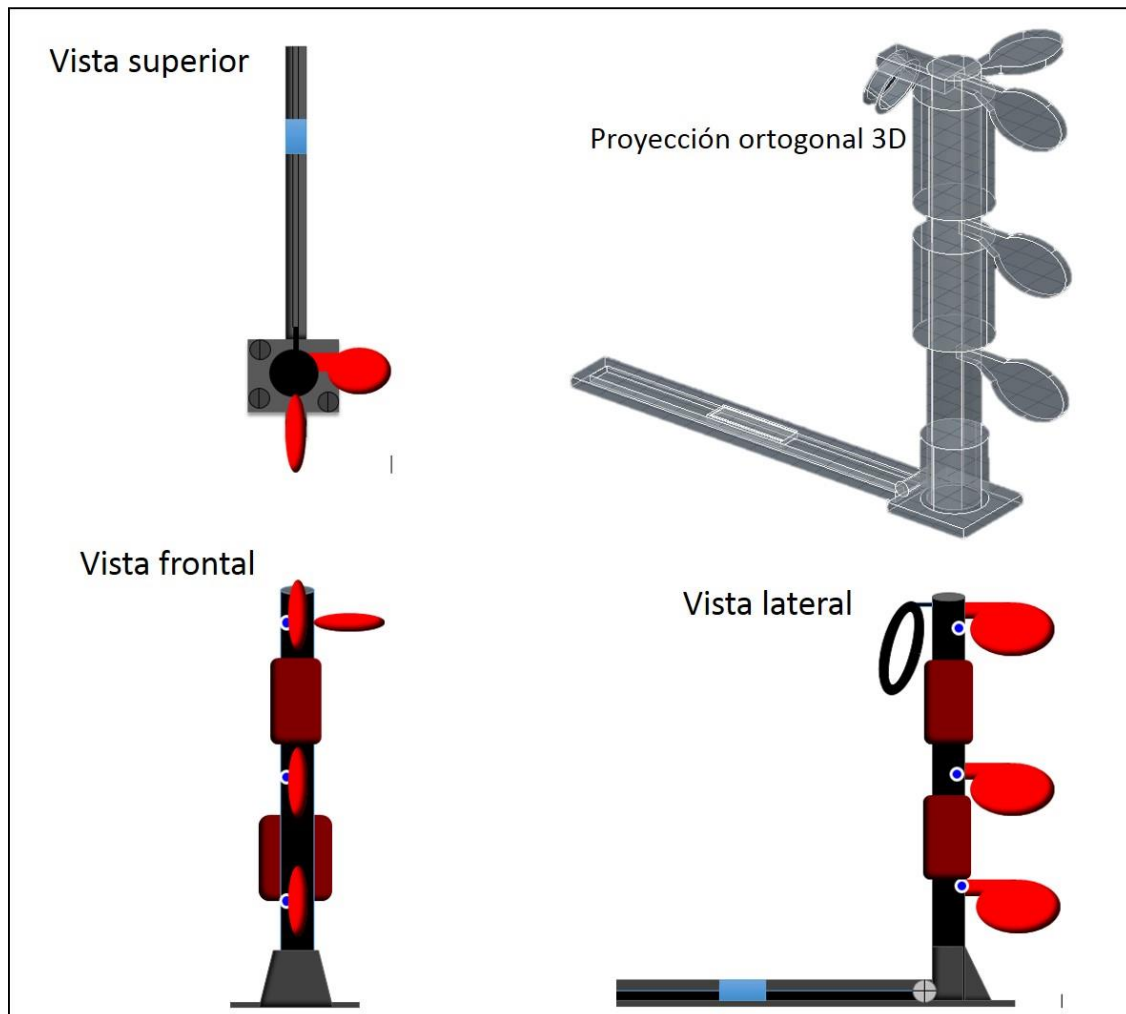


Figura 6. “Máquina de Pateo KICK-FU”. Elaboración propia CAD.

En la figura 7., se exponen las medidas y una descripción general del prototipo propuesto. Se compone de 4 objetivos de pateo, 3 colocados de forma vertical y una colocada de forma horizontal, con el objetivo de brindar los elementos para ejecutar un mayor tipo de patadas, con trayectorias diferentes de impacto. Adicionalmente la estructura del dispositivo, cuenta con un sistema de secuencia de Leds, la cual indica las series y tiempos de realización de técnicas de pateo, esta secuencia programada es con el fin de mejorar la velocidad y reflejos de pateo, es decir, mejorar el tiempo de reacción del usuario.

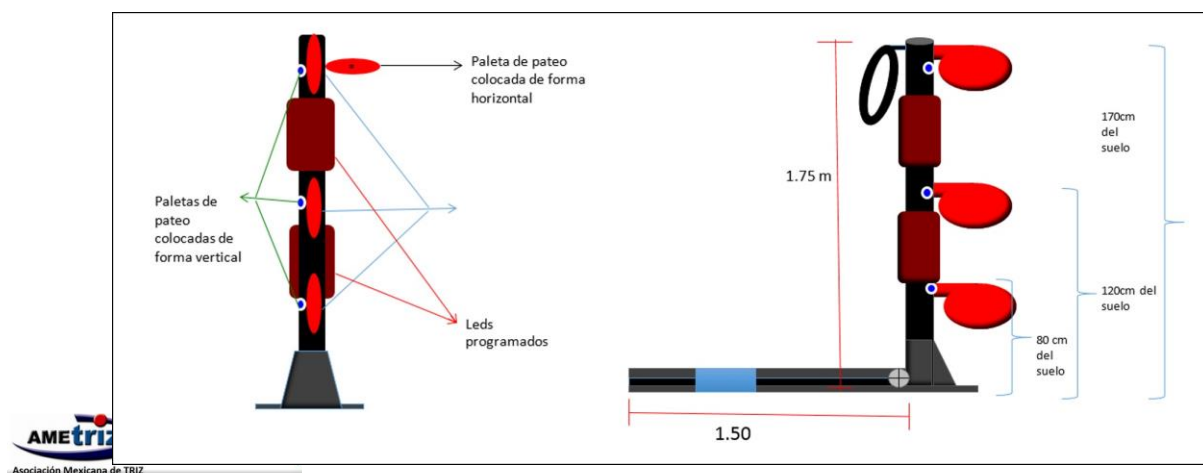


Figura 7. Medidas y elementos clave del prototipo de la máquina de pateo. Elaboración propia CAD.

La zona de pateo de alto impacto está diseñada para que no solo el practicante mejore velocidad y técnica, sino que pueda aumentar la fuerza de impacto y potencia, de esta manera hacer la mayor mejora posible en los aspectos técnicos que debe tener el practicante para realizar patadas eficientes.

Los objetivos de las secuencias de Led programados, es que el practicante realice, distintas combinaciones y pueda ejecutar desde técnicas de pateo, boxeo y acrobacias, para de esta manera mejorar la agilidad y técnica de combate del practicante. Los Leds estarán programados con secuencias variadas de diferentes dificultades dependiendo el grado de experiencia del practicante.

En la figura 8., se describen las funciones y elementos distintivos del prototipo propuesto.

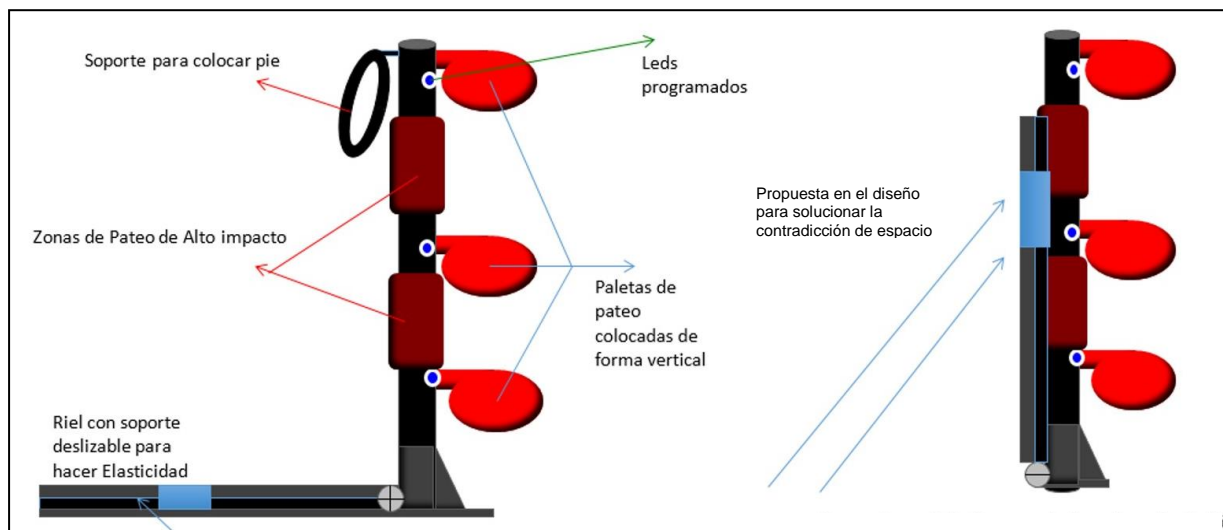


Figura 8. Funciones y elementos distintivos del prototipo de la máquina de pateo. Elaboración propia CAD.

La zona de elasticidad está diseñada como complemento del entrenamiento, consiste en un riel deslizante y un soporte para colocar el pie, de tal manera que el riel tendrá niveles de apertura con “seguros” en cada nivel para que el practicante gradúe su elasticidad progresivamente. Los niveles de apertura y los “seguros” pueden ser manuales, o bien, podrían ser automatizados para que después de ciertos intervalos de tiempo se vayan liberando progresivamente, es decir, la concepción de una versión de sistema automático o manual.

En la figura 9., se muestran algunas prácticas asistidas por computadora para probar la función del prototipo, mediante sistemas CAD, CAM, CAE y Simulación Biomecánica [3] y [11].

La tecnología actual brinda la posibilidad de contar con un sin fin de aplicaciones de diseño, simulación y análisis de procesos, mediante el uso de computadoras, esta ventaja ha ayudado a desarrollar sistemas eficientes y eficaces [15]. Las simulaciones respetan el tipo de datos

antropométricos que son de interés en el desarrollo de productos, en lo referente a la antropometría estructural y la antropometría funcional [22].

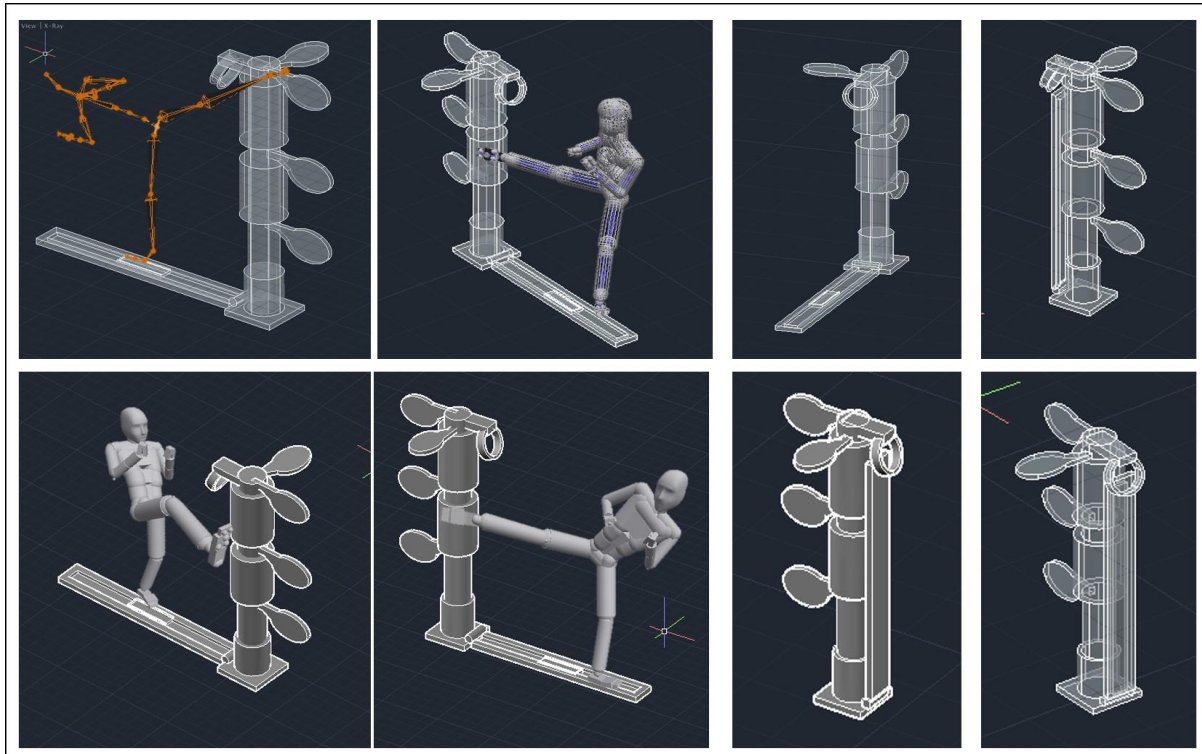


Figura 9. Pruebas de funcionalidad con software CAD/CAM/CAE y Simulación biomecánica. Elaboración propia con base a [3] y [11].

Finalmente en la figura 10., se presentan algunas de las funciones del prototipo desarrollado, referente a su uso práctico, en lo referente a golpes de alto impacto, pateo descendente o ascendente y el dispositivo para desarrollo de la elasticidad de extremidades inferiores.

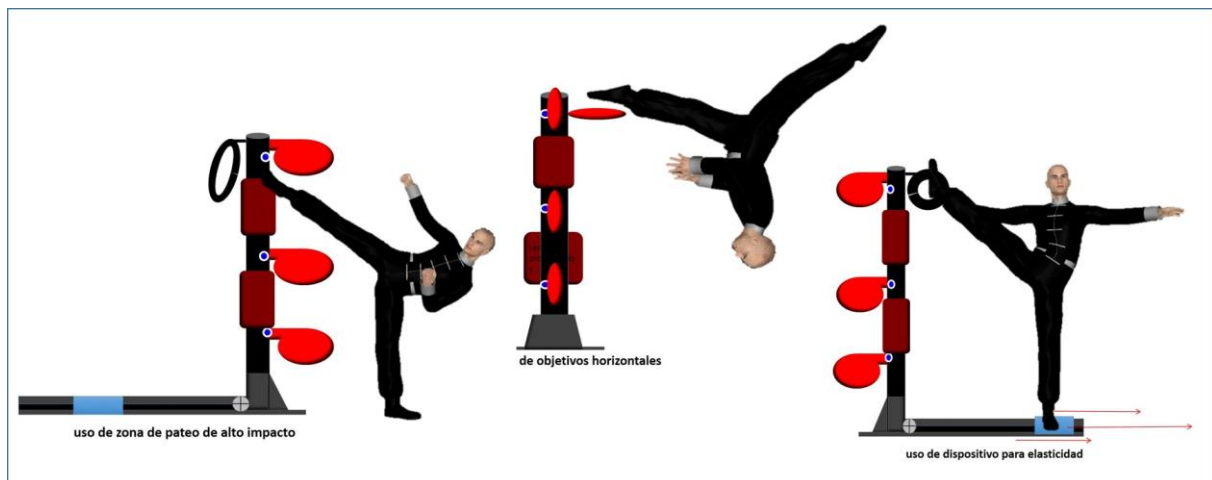


Figura 10. Ejemplos de uso del prototipo KICK-FU. Elaboración propia.

## 6. Conclusiones

Al utilizar la metodología TRIZ como base en la mejora del diseño del aparato se plantearon soluciones a los problemas encontrados originalmente.

Se realizó un diseño funcional para lograr mejorar los siguientes aspectos en técnicas de pateo: Fuerza, potencia, velocidad, fluidez, agilidad y elasticidad. Con el resultado de este estudio, es posible concebir un prototipo original, para auxiliar la práctica y enseñanza de técnicas en artes marciales.

Como una aplicación práctica de la metodología TRIZ se presentó un proyecto de innovación en el cual se analizó el diseño de un aparato de pateo utilizado en artes marciales con el fin de proponer un nuevo diseño más práctico y funcional.

Este proyecto es un ejemplo de la gran utilidad que tiene la metodología TRIZ en propósitos de innovación e inventiva, ya que al hacer uso de todas las herramientas que nos proporciona podemos encontrar una solución viable y adecuada a una problemática encontrada, que puede ser enfocada a diversos ámbitos dependiendo las necesidades u objetivos de mejora que se presenten. TRIZ es un método que toma un problema complejo y lo divide en varios pasos, mediante un proceso creativo organizado [16].

### Acerca de los autores

M. en C. Guillermo Flores Téllez, es estudiante del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Industrial del Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, línea de investigación de análisis, modelación y optimización de sistemas socio técnicos. Investigador y profesor de cátedra del programa de captación de talento, innovación y transferencia de tecnología de CASDT Scholarship to researchers Students. Teléfono: 01 2221356341, e mail: gft17@yahoo.com

Mtra. Elisa Arisbé Millán Rivera, estudiante del programa CASDT Scholarship to researchers Students. Coordinadora de los programas de captación de talentos, innovación y transferencia de tecnología de CASDT- Chinese Art of Self-Defense Team (Chinese Technology to Improve México). Teléfono: 01 2223287943, e mail: lis\_millan@yahoo.com

Dr. Jaime Garnica González, es profesor investigador del Centro de Investigación Avanzada en Ingeniería Industrial perteneciente al Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, línea de investigación de Análisis, modelación y optimización de sistemas socio técnicos. Teléfono: 7711983460, e mail: jgarnicag@gmail.com, jgarnica@uaeh.edu.mx

Luis Gabriel Rojas Sánchez, miembro del programa de captación de talento, innovación y transferencia de tecnología de CASDT Scholarship to researchers Students y estudiante de la Lic. en electrónica, BUAP, Facultad de ciencias de la electrónica FCE-BUAP.

### Referencias

- [1] Altshuller, G. (2006). And suddenly the inventor Appeared, TRIZ, the Theory of inventive problem solving. (2nd ed.), Worcester. MA: published by Technical Innovation Center, Inc
- [2] Altshuller G. (2002). 40 Principles. TRIZ Keys to Technical Innovation. 3th Printing. USA. Technical Innovation Center.



- [3] Chiner, M., Mas, J. y Alcaide, J. (2004). Laboratorio de Ergonomía. México: Alfaomega.
- [4] Córdova, E. y Macías, J. S. (Octubre, 2011). Cocreación con TRIZ, un enfoque moderno de innovación sistemática. VI Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Querétaro, México.
- [5] Córdova, E. y Perez, G. (Septiembre, 2006). Propuesta Metodologica TRIZ-A.V. I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica, ISBN: 9688639230. Puebla, México.
- [6] Córdova, E., Vargas, F., Méndez, A. y Andrade, H. A. (Diciembre, 2010). Applying TRIZ in The Software Development. V Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica Basado en TRIZ, ISBN: 9786074872347. Puebla, México.
- [7] Coronado, M., Oropeza, R. y Rico, E. (2005). Triz, la metodología más moderna para inventar o innovar tecnológicamente de manera sistemática. México. D.F: Panorama.
- [8] Dadyko, O., Pérez, R. D., González, S. y Ramírez, H. (Octubre, 2012). La resolución de contradicciones físicas para asistir el diseño conceptual de nuevos productos. VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Orizaba, Veracruz, México.
- [9] DAZ Studio 4.7 User Guide (2014)
- [10] Domb, E. (Noviembre, 2008). Teaching TRIZ to Beginners. III Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Guadalajara, México.
- [11] Endorphin User Guide, NaturalMotion Ltd. Version 2.5.2.5052 (2005) & 2.7.1.7332 Learning Edition, (2006).
- [12] Flores, G., Córdova, E. y Torres, S. J. (Septiembre, 2006). Diseño Funcional de un aparato para el desarrollo de la elasticidad (FXL). I Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica, ISBN: 9688639230. 103-119. Puebla, México.
- [13] Flores, G. y Millán, E. A. (Diciembre, 2010). El kung fu de la metodología TRIZ para la Generación del Conocimiento. V Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica Basado en TRIZ, ISBN: 9786074872347, 87-98. Puebla, México.
- [14] Flores, G., Garnica, J. y Millán, E. A. (Noviembre, 2014). TRIZ como elemento de integración de planes de negocios, en la creación de nuevos productos y servicios. caso: productores de la sierra norte del estado de Puebla. IX Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica y Desarrollo de Productos, 1-15. México, DF.
- [15] Flores, G., Millán, E. A. y Flores, T. (Noviembre, 2007). Empleo de la metodología TRIZ, para la creación de un generador de programas de ingeniería asistidos por computadora para las funciones CAD-CAM-CAE-CAPP-CAQ. II Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica, 78-87. Monterrey, México.
- [16] Foundation of modern innovation methodology. ARIZ: Documentary of the Director of public laboratory of inventive methodology: Genrich Saulovich Altshuller with Students of Azerbaidzhan Public Institute of the Inventive Creativity. 2007. Recuperado de: [www.triz.org](http://www.triz.org)
- [17] Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación (4ª ed.). México: McGraw-Hill.
- [18] Jeet Kune Do Terminology. (s.f.). [www.fightscope.com/jkd/terminology/](http://www.fightscope.com/jkd/terminology/)
- [19] Lee, Bruce. (s.f.) Tao of Jeet Kune Do. Ohara Publications, Incorporated.
- [20] León, N., Flores, M., Aguayo, H. y Ortiz, S. (Octubre, 2012). La innovación en México, contexto actual y necesidades de las empresas Mexicanas. VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Orizaba, Veracruz, México.
- [21] Lin, C. & Luh, D. (2009). A vision-oriented approach for innovative product design. Advanced Engineering Informatics. 23(2). 191-200. doi:10.1016/j.aei.2008.10.005.
- [22] Malagón de García, C. (2001). Manual de antropometría. Colombia: Kinesis.

- [23] Mérida, J. L. (2004). Aplicación de la metodología TRIZ a un problema de diseño en WV de México. (Reporte de curso Triz para nuevos productos). Puebla, México: Instituto Tecnológico de Puebla, área académica de Ingeniería Industrial.
- [24] Oropeza, R. (2010). TRIZ, La metodología más avanzada para acelerar la innovación tecnológica sistemática. Monterrey, NL. Recuperado de: <http://www.ametriz.com>
- [25] Oropeza, R. (2011). Niños y jóvenes creativos e innovadores en un tris...con TRIZ. México: Panorama.
- [26] Poser pro, User Guide (2014).
- [27] Savranski, S. D. (2000). Engineering of creativity: introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving. Boca Raton, USA: CRC Press LLC.
- [28] Society at a Glance 2009, OECD Social Indicators. ISBN: 9789264056879 (PDF) ; 9789264049383 (print). DOI: 10.1787/soc\_glance-2008-en
- [29] Tejada, S. y Cordova, E. (Octubre, 2012). Implementación de un modelo de madurez empresarial y su relación con TRIZ. VII Congreso Iberoamericano de Innovación Tecnológica. Orizaba, Veracruz, México.
- [30] Wushu Terminology. (s.f.). [www.flashmavi.com/wushu\\_terminology](http://www.flashmavi.com/wushu_terminology)
- [31] [www.ametriz.com/index.php/principios-de-inventiva](http://www.ametriz.com/index.php/principios-de-inventiva)
- [32] [www.es.slideshare.net/la\\_pampa/matriz-de-contradicciones](http://www.es.slideshare.net/la_pampa/matriz-de-contradicciones)
- [33] [www.profitnessmx.com](http://www.profitnessmx.com)