

# Papalani, triciclo para el desarrollo deportivo y de rehabilitación de personas con parálisis cerebral

**SILVIA ANA MARÍA OROPEZA HERRERA**

DEPARTAMENTO DE TEORÍA Y ANÁLISIS  
UAM XOCHIMILCO  
soropeza@correo.xoc.uam.mx

Diseñadora Industrial con Medalla al Mérito Universitario por la UAM-X. Estudios de Maestría en Ingeniería y Diseño de Envase y Embalaje y Maestría en Formación Docente. Coautora de los libros *Manual de Diseño de Envases*; *Experiencias en el Proceso de enseñanza del diseño industrial*; *Desarrollo de la Creatividad y Portafolio Docente, fundamentos, modelos y experiencias*. Trayectoria profesional en el área de envases, reconocida a nivel nacional e internacional; profesora invitada en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de São Paulo, Brasil.

**BERTHANA MARÍA SALAS DOMÍNGUEZ**

DEPARTAMENTO DE TEORÍA Y ANÁLISIS  
UAM XOCHIMILCO  
bmsalas@correo.xoc.uam.mx

Diseñadora industrial por la UAM-X. Maestría en Diseño Industrial con especialidad en Ergonomía y es Doctorante de Arquitectura por la UNAM. Sus líneas de investigación son la ergonomía, discapacidad física y diseño industrial. Participación en proyectos de investigación para la UAM y el IMSS. Tiene premios internacionales de diseño y trabajo como investigadora invitada en la Universidad en Búfalo de la Universidad Estatal de Nueva York.

El diseño de objetos puede mejorar la rehabilitación e inclusión social de personas con parálisis cerebral, movilidad reducida y de la tercera edad. El rediseño de un triciclo para competencias "Race Runner" adaptado a las necesidades de usuarios mexicanos, que considera las condiciones sociales, económicas y las dimensiones de la población, fue desarrollado por un equipo interdisciplinario conformado por diseñadores industriales, terapeutas físicos, personas con discapacidad, cuidadores y administradores. **Palabras clave:** *diseño industrial, discapacidad física, parálisis cerebral, triciclo.*

*The design of objects may improve the rehabilitation and social inclusion of people with cerebral palsy, reduced mobility, and the elderly. An interdisciplinary team made up of industrial designers, physical therapists, people with disabilities, caregivers and administrators redesigned a Race Runner competition tricycle adapted to the needs of Mexicans, taking into account the social and economic conditions and the body dimensions of the population of potential users. Keywords: industrial design, physical disability, cerebral palsy, tricycle.*

## INTRODUCCIÓN

El diseño de objetos no sólo se refiere al desarrollo de muebles o elementos de uso común, la labor del diseñador industrial se fundamenta en el análisis de los usuarios y en poder resolver problemas y necesidades reales a las que se enfrentan en sus actividades de la vida diaria o situaciones específicas. Al realizar estos análisis como parte de un proceso de investigación, las soluciones desarrolladas pueden integrar: un rediseño de sistemas de objetos o mecanismos, adecuaciones a lo existente, reutilización no sólo de los materiales sino de los conceptos generales e incluso el desarrollo de servicios, por lo que el proceso de diseño se convierte en un sistema complejo que requiere del apoyo de diversas especialidades.

Estos puntos se confirman con la definición sobre diseño industrial que dio en 2015, la Organización Mundial de Diseño (WDO), antes llamada International Council of Societes of Industrial Design (ICSID):

El diseño industrial es un proceso estratégico destinado a resolver problemas, aplicable a productos, sistemas, servicios y experiencias, cuyos resultados redundan en innovación, éxito en los negocios y en una mejor calidad de vida. Es una profesión transdisciplinar que involucra a la innovación, a la tecnología, a los negocios, a la investigación y a los clientes en el aprovechamiento de la creatividad y la visualización para resolver problemas de cara a plantear soluciones, reformulando problemas para convertirlos en nuevas oportunidades con la intención de hacer un mejor producto, sistema, servicio, experiencia o negocio y proporcionando siempre valor y/o una ventaja competitiva. En los resultados del diseño industrial están implícitos de forma intencionada los aspectos económicos, sociales, ambientales y éticos que han de ir siempre encaminados a crear un mundo mejor.<sup>1</sup>

1. Consejo Internacional de Diseño (ICSID), citado en Oliver, Rafael, *Invertir en Diseño Industrial. Una opción diferenciadora para competir en el mercado*, 2015. En <http://rafaeloliver.es/invertir-en-diseno-industrial/> (consultado el 04/03/2019).

Considerando que el objetivo primordial del diseño industrial es el de resolver las necesidades reales de los usuarios, se observa en esta definición que el proceso de diseño se apoya en diversas áreas y que por medio de la innovación se puede mejorar la calidad de vida de los usuarios. Un buen diseño permite que éstos realicen de una manera más cómoda, efectiva y segura sus actividades o interacción con los objetos. Sin embargo, es necesario que como parte de este proceso se incluyan, por ejemplo, los principios de sustentabilidad, ya que hoy en día nos enfrentamos a una problemática mayor muy relacionada con el diseño: el consumismo desmedido. Ejemplo de ello, es la actualización o cambio de objetos basada en una estética, moda o aparente ampliación de funciones (aunque éstas nunca sean utilizadas), el ahorro de acciones manuales, el estatus que genera el manejo de una marca o diseño en específico y una obsolescencia programada que genera altos volúmenes de desechos.

La idea de analizar las necesidades reales de los usuarios, deberá estar más centrada en uno de los principios fundamentales en la vida de todos los seres humanos: ser felices. Para lo cual es necesario, por ejemplo, replantear si tener más funciones en el teléfono realmente es importante, o si se debe priorizar el desarrollo de elementos que nos permitan mejorar nuestra salud o condición de vida, nos den libertad e independencia, nos permitan comunicarnos mejor o nos permitan integrarnos a la sociedad, no obstante las deficiencias, limitaciones o capacidades que tengan los usuarios finales.

En el ámbito de la salud y la discapacidad existe una gran cantidad de necesidades y problemas a resolver, esto debido a las condiciones que las personas están enfrentando en un momento y un contexto preciso, por ejemplo, la situación de vida, los procesos de rehabilitación y la inclusión social que viven las personas con discapacidad motriz o parálisis cerebral.

Según lo indicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS):

las personas con discapacidad conforman uno de los grupos más marginados del mundo. Esas personas presentan peores resultados sanitarios, obtienen resultados académicos inferiores, participan menos en la economía

y registran tasas de pobreza más altas que las personas sin discapacidades.<sup>2</sup>

Esta discapacidad se ha vuelto más notoria debido a que la misma sociedad ha impuesto limitaciones y segregación en los espacios públicos al no exigir políticas de inclusión y accesibilidad. Sin embargo, lo que más afecta a las personas con discapacidad es la falta de recursos económicos, la cual, aunada a condiciones desfavorables en un entorno, genera discriminación y falta de oportunidades de desarrollo. Hoy en día el modelo de atención para las Personas con Discapacidad está basado en potenciar sus habilidades y en la aplicación de los derechos humanos. El diseño industrial se convierte en un elemento que permite mejorar las condiciones de vida por medio del diseño o rediseño de objetos basados en sus necesidades reales.

De acuerdo con lo dicho líneas antes, se desarrolló un proyecto que apoyará en la rehabilitación e inclusión de personas con parálisis cerebral. Si bien, desde un principio no fue el único enfoque, en el proceso de análisis para la determinación de necesidades y requerimientos fue necesario considerar otro tipo de usuarios, pues aunque esta población en específico tiene un nivel de vulnerabilidad mayor, existen otros sectores que van presentando un detrimento de sus capacidades físicas y de movimiento, como son las enfermedades musculares degenerativas o una condición de tercera edad, que aunque no presentan una falta de movimiento, sí presentan una dificultad que puede ser subsanada por medio del diseño. Por lo que mejorar las posibilidades de inclusión de cualquier persona, potenciando su desarrollo e integración en la sociedad sin limitaciones, no sólo contribuye en la propia persona, también en la sociedad.

Un equipo interdisciplinario dirigido por el Laboratorio de Pruebas y Simuladores de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, espacio de investigación de la Licenciatura en Diseño Industrial y la División de Ciencias y Artes para el Diseño, integrado por profesores

2. Organización Mundial de la Salud, *10 datos sobre la discapacidad*, noviembre de 2017. En [www.who.int/features/factfiles/disability/es/](http://www.who.int/features/factfiles/disability/es/) (consultado el 2/07/2018).

investigadores, terapeutas físicos, atletas paralímpicos con parálisis cerebral espástica y los usuarios finales, analizó y rediseñó un triciclo para competencias de velocidad en pista de atletismo, adaptado a las dimensiones de la población mexicana y latinoamericana de personas con parálisis cerebral, considerando las necesidades económicas y sociales de los usuarios.

### LA PARÁLISIS CEREBRAL Y SUS NECESIDADES

La Parálisis Cerebral (PC) describe a personas con condiciones permanentes de vida que causan limitaciones de actividad, movimiento y postura, atribuidas a disturbios no progresivos que ocurrieron durante el desarrollo cerebral del feto. Calzada señala que su rango de incidencia mundial es entre 2 y 2.5 por cada mil nacimientos.<sup>3</sup> Las limitaciones motoras de la PC están comúnmente acompañadas por problemas en la sensación, percepción, cognición, comunicación y comportamiento, por epilepsia o por problemas músculo esqueléticos secundarios,<sup>4</sup> por lo que las condiciones y necesidades de cada persona con PC son diferentes, basadas en su capacidad postural y de balance, otras requieren de un cuidado o asistencia constante. Cuando tienen un soporte adecuado, desde el punto de vista médico, social y económico, pueden participar en la mayoría de las actividades diarias y con programas de rehabilitación adecuados al desarrollo de sus habilidades éste puede ser potenciado, y las personas con PC obtienen una mejor calidad de vida.

Ana Madrigal Muñoz, del Observatorio de la Discapacidad del Instituto de Mayores y Servicios Sociales (INMERSO) establece que:<sup>5</sup>

- La parálisis cerebral es un conjunto de trastornos neuromotores, de carácter crónico, debidos a una lesión o defecto en el desarrollo del cerebro inmaduro.

3. C. Calzada y C. Vidal, "Parálisis cerebral infantil: Definición y clasificación a través de la historia", en *Revista Mexicana de Ortopedia Pediátrica*, vol. 16, núm. 1, 2014, pp. 6-10.

4. P. Rosenbaum, N. Paneth, A. Leviton y M. Goldstein, "A report: The definition and classification of cerebral palsy", en *Developmental Medicine and Child Neurology*, núm. 109, 2007, p. 9. PubMed doi: 10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x.

5. A. Madrigal, *La parálisis cerebral*, en [http://sid.usal.es/idocs/F8/FD08993/paralisis\\_cerebral.pdf](http://sid.usal.es/idocs/F8/FD08993/paralisis_cerebral.pdf) (consultado el 19/06/2018).

- Para poder hablar de parálisis cerebral, la lesión se debe producir en los tres primeros años de vida, aunque algunos especialistas extienden este periodo hasta los cinco años.
- La parálisis cerebral se debe a factores prenatales (durante la gestación), perinatales (durante el parto) o postnatales, después del nacimiento.
- La parálisis cerebral se caracteriza por alteraciones del tono muscular, la postura y el movimiento, aunque puede ir acompañada de otros síntomas como deficiencia intelectual, problemas en la articulación de las palabras, problemas sensoriales o epilepsia, entre otros.
- El diagnóstico se lleva a cabo a través de pruebas de exploración neurológica, Resonancia Magnética, Tomografía Axial Computarizada, Ultrasonidos y Encefalogramas. También se llevan a cabo pruebas psicológicas y sensoriales para evaluar los síntomas asociados.
- La parálisis cerebral no tiene cura, aunque se puede lograr una mejor calidad de vida si se sigue el tratamiento adecuado desde el momento en que se confirma el diagnóstico.

### **EL SISTEMA “RACE RUNNER”**

A partir de sus habilidades y características físicas, las personas con PC pueden ser integradas en una gran diversidad de eventos; en el caso del atletismo participan en las carreras de sillas de ruedas. En un inicio lo hacían de espaldas y en una posición sentado: los competidores se propulsaban extendiendo sus rodillas y pies con el objetivo de desarrollar un movimiento más eficiente. En 1989, Connie Hansen y Mansoor Siddiqi, atletas paralímpicos de carreras en silla de ruedas, dirigieron una investigación con la idea de desarrollar el potencial físico de los atletas en conjunto con su fuerza muscular; cambiaron la posición de espaldas a una posición frontal semi-parada, mejorando el tiempo récord de 38 a 28 segundos en una competencia de 100 m. Con esta propuesta nació el concepto de “Race Runner”, definido como un “triciclo sin pedales con una placa frontal de soporte para el tórax”. El objetivo fue promover las habilidades y capacidades de las personas con PC permitiendo el movimiento autónomo para

obtener mayores velocidades. En 1995, la Asociación Internacional de Deportes y Recreación para Personas con Parálisis Cerebral (Cerebral Palsy International Sports and Recreation Association, CPISRA) comenzó a usar los triciclos *Race Runner* en competencias generales. En 2013, las competencias de Race Runner se convirtieron en una disciplina atlética.<sup>6</sup>

La práctica del deporte en México, en general, no es muy alentada, los programas que existen son limitados y no son impulsados para que sean practicados por la mayoría de la población, en el caso específico de los deportistas paralímpicos de alto rendimiento, la falta de reconocimiento y apoyos económicos ha limitado su desarrollo y participación en eventos internacionales. Por lo que un deporte como el *Race Running* no ha sido aplicado en México por falta de conocimiento, apoyo y acceso a la compra de triciclos. Los triciclos *Race Runner* originales son manufacturados y vendidos en Europa del Norte, por lo que son demasiado caros para la mayoría de la población en México. Las personas con PC que desean hacer un deporte parecido, sólo tienen acceso a dispositivos que utilizan una posición sentada, y son triciclos bajos o con una aplicación tipo tándem, algunos son hechizos y otros adquiridos en el extranjero.

El triciclo *Race Runner*, desarrollado por Hanson y Siddiqi, fue diseñado con base en las necesidades de una población general con PC, los dividieron en tres tamaños funcionales o tallas, e incluyen una serie de piezas intercambiables y ajustables como el asiento, la pechera, el manubrio y los frenos, las cuales se adaptan a los requisitos de uso específicos de cada competidor. En México la principal problemática que se presenta es que al estar diseñados para una población europea, éstos no se adaptan a las dimensiones corporales de la población latinoamericana y es difícil ajustar y personalizar los triciclos a las necesidades específicas de los usuarios con PC del país. Por lo cual se llevó a cabo un análisis antropométrico, biomecánico y de objetos análogos para el desarrollo de

6. M. Siddiqi, “The History of RaceRunning”, en *RaceRunning*, en [www.racerunning.org/document/default.asp?documentID=499&id=832](http://www.racerunning.org/document/default.asp?documentID=499&id=832).

variantes de triciclos. La investigación reveló que este diseño no sólo permite que las personas con parálisis cerebral compitan u obtengan una rehabilitación física, también que puede ser utilizado por personas con movilidad reducida o de la tercera edad, aumentando sus posibilidades de rehabilitación y su inclusión social.

### EL TRICICLO COMO PROYECTO DE DISEÑO

El proyecto se desarrolló teniendo como referencia a un atleta paralímpico mexicano con PC espástica llamado Ignacio Domínguez, quien se acercó al Laboratorio de Pruebas y Simuladores con el objetivo de obtener un dispositivo más adecuado a sus necesidades específicas. Ignacio, desde hace años, ha participado en competencias y tuvo la oportunidad de viajar a Europa del Norte donde ganó un par de competencias, al regresar fundó la Asociación de Deportes para Personas con Parálisis Cerebral (ADEPPAC), que tiene por objetivo apoyar e impulsar los deportes paralímpicos para personas con PC, especialmente el de *Race Running*.

Las necesidades que especificó el deportista fueron:

1. Que se ajuste correctamente a su cuerpo en la pechera y el asiento.
2. Que le permita subirse y bajarse con más comodidad.
3. Que el manubrio cuente con un tope que en condiciones de carrera sólo permita un giro de 3°.
4. Que se pueda desarmar y plegar con facilidad.
5. Que cuente con un estuche para transportar en avión.
6. Que sea ligero.

De su experiencia, destaca que por iniciativa propia mandó construir, con ayuda de un herrero, un triciclo que utilizó durante algún tiempo (Figura 1), posteriormente, con ayuda de un ingeniero del Instituto Politécnico Nacional, desarrolló una segunda versión (Figura 2). Al utilizar estas versiones se dio cuenta de cambios y ajustes necesarios por lo que propuso el desarrollo de un triciclo que cubriera las especificaciones de CPISRA y, al mismo tiempo, las necesidades de la población latinoamericana, construyéndose una tercera versión (Figura 3), la cual también cubría la necesidad de que fuera plegable y de fácil transportación en avión.



Figura 1. Triciclo realizado con ayuda de un herrero.



Figura 2. Segunda versión del triciclo, realizado por un ingeniero del IPN.

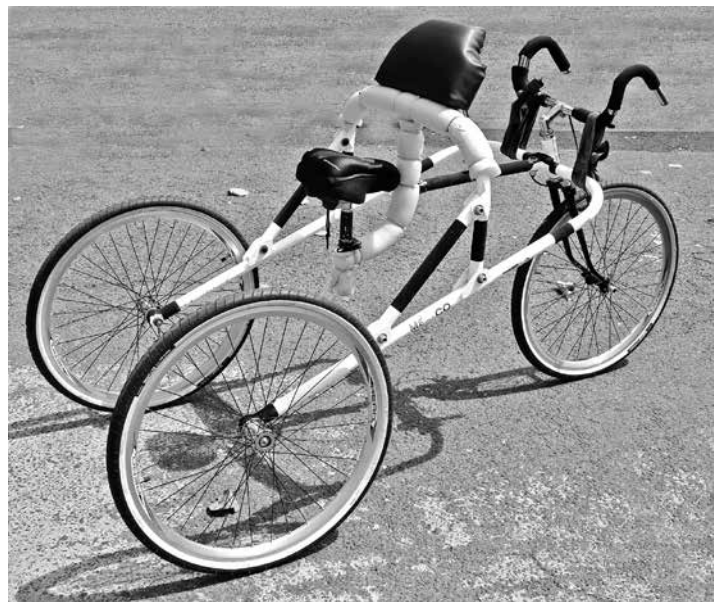


Figura 3. Tercera versión del triciclo.

Los primeros triciclos han sido construidos de manera artesanal por un herrero con la supervisión del estudiante de ingeniería, sin embargo, son pesados, con poco diseño y las dimensiones no son adecuadas, son muy rígidos para las necesidades del deporte. En el caso del tercer triciclo el sistema de plegado es funcional, pero presenta problemas de peso y tamaño, no cuenta con amortiguadores para reducir el impacto ni con un pistón que reduzca a tres grados el ángulo de torsión del manubrio y que evite accidentes durante la carrera. Al buscar competir a nivel internacional, el triciclo debe ser desarmable para que pueda ser empacado. El triciclo desarrollado por el atleta tuvo que ser empacado en una caja de cartón, comprometiendo la integridad de las piezas. Después de su participación en Europa y con las medallas recibidas, algunas instituciones como la Comisión Nacional del Deporte (Conade), institutos locales para personas con PC y escuelas se interesaron en utilizar el triciclo diseñado por Ignacio. Tanto los terapeutas físicos como los padres, creen que este sistema tiene un gran potencial si se promueve entre atletas y personas con discapacidad motriz.

Una fase del proyecto que aquí se presenta fue financiada por un apoyo universitario denominado “Formulación y Consolidación de propuestas de Servicio Comunitario 2016”, entregado por la Rectoría de la Unidad Xochimilco. El objetivo fue desarrollar triciclos accesibles y asequibles para entrenar a más personas, que pueda ser comercializable y se convierta en un proyecto de investigación autofinanciado, beneficiando a la universidad y con el cual, a largo plazo, se logre un apoyo del gobierno que promueva y permita la competencia a nivel internacional.

Para el desarrollo de este proyecto se integró un equipo interdisciplinario:

1. Personas con PC y sus familias: son los usuarios directos que determinan los elementos de diseño ya que deben ser cubiertas sus necesidades de uso, tanto del atleta como del acompañante, que es la persona que apoya en el cargado, armado y montado del triciclo.
2. Laboratorio de Pruebas y Simuladores: donde se desarrollaron los análisis y el rediseño del triciclo, se hizo la manufactura del simulador para analizar los conceptos y realizar las pruebas de uso.
3. Asociaciones de Parálisis Cerebral: proveen de espacios adecuados para las pruebas de uso, así como prestar los tres triciclos ya construidos para el análisis antropométrico y biomecánico y para reclutar otros usuarios potenciales.
4. Terapeutas ocupacionales y físicos: proveen de un conocimiento médico y biomecánico para asesorar en las posturas correctas en el uso del triciclo y evaluar la rehabilitación potencial que genera el triciclo.
5. Profesionales en administración: estudian la viabilidad financiera del producto y desarrollarán un modelo de negocios para establecer la factibilidad de desarrollar un diseño personalizado.
6. Estudiantes de servicio social: realizan el trabajo de campo y apoyo en el desarrollo técnico, de manufactura y las pruebas de uso.

## EL PROCESO DE DISEÑO

Como parte del proceso de diseño industrial este proyecto se dividió en tres fases.

### Fase 1. Análisis del usuario

El desarrollo de este proyecto comenzó con la realización de un análisis etnográfico de la población con PC, se hicieron observaciones directas, entrevistas y estudios ergonómicos, antropométricos y biomecánicos de los usuarios finales con el objetivo de desarrollar un elemento confortable, funcional, eficiente y seguro. Se trabajó con un total de 10 participantes con PC espástica, con un rango de edad entre 14 y 50 años, todos capaces de seguir instrucciones y caminar con ayuda, acompañados de su cuidador primario, también considerado un usuario directo. Los participantes fueron invitados a utilizar y a probar los triciclos construidos por Ignacio en una pista de atletismo de tartan de 400 metros de longitud (Figura 4).

Cada participante utilizó las tres versiones de los triciclos y fue motivado a completar una vuelta completa de 400 m. Se tomó video y fotografía durante el montado del triciclo, observando las actividades del cuidador primario en el momento de ajustar posiciones de los usuarios con PC (Figura 5), así mismo se analizaron las posturas desarrolladas durante la carrera o caminata en pista y al finalizar se incluyó el proceso de desmontaje del triciclo (Figura 6).





Figura 4.



Figura 5.



Figura 6.



Figura 7.



Figura 8.

Terminada la prueba, se realizaron entrevistas abiertas a las personas con PC y a sus acompañantes, de tal manera que sus opiniones y las recomendaciones de diseño puedan ser tomadas en consideración.

Se realizó un análisis independiente del atleta paralímpico en el laboratorio de Pruebas y Simuladores con el fin de obtener los datos antropométricos completos del participante y las medidas del triciclo. Las fotografías y video fueron hechas para analizar la postura del individuo utilizando una pared cuadrículada (Figuras 7 y 8). Se realizaron visitas a su casa y entrevistas abiertas que completaron e identificaron las necesidades relacionadas con el diseño específico del triciclo de competencia, por ejemplo, espacio de guardado, problemas de transporte, ajustes de cuerpo, etcétera.

## Fase 2. Análisis del objeto

Se utilizaron los métodos de ingeniería inversa, un análisis fue aplicado para evaluar los triciclos europeos y los contruidos por Ignacio, éstos fueron fotografiados y analizados considerando las características físicas (tamaño y peso), así como los elementos de diseño y estructurales. Con la ayuda de estos datos y la información obtenida con las fotografías y video se desarrolló una nueva propuesta de diseño, la cual considera las especificaciones de CPISRA,<sup>7</sup> para la manufactura de un triciclo:

- La longitud máxima es de 200 cm, la altura máxima es de 95 cm. El marco tiene una llanta frontal y dos traseras, el tamaño de la llanta frontal es de 25" y la trasera de 27".
- Dependiendo de las necesidades del usuario, se pueden utilizar asientos de bicicleta, en casos específicos, el soporte del asiento no tiene la forma tradicional de un asiento de bicicleta. La placa de soporte del tórax es necesaria para proveerle estabilidad o poder amarrar el cuerpo a la placa por medio de un cinturón o una abrazadera ortopédica.

7. CPISRA, "RaceRunning rules and regulations 2015", en *RaceRunning*, 2015. En [www.racerunning.org/document/default.asp?documentID=424&id=611](http://www.racerunning.org/document/default.asp?documentID=424&id=611).



Figura 9.

- El manubrio debe estar asegurado para que el atleta corra y maniobre sin riesgos, las manos pueden ser integradas al manillar por medio de una férula de soporte; si el atleta puede operar el freno, éste podría ser incluido (Figura 9).

Considerando los principios de diseño (ergonomía, forma y función) en el diseño del prototipo, se replantea el diseño de la placa de tórax, el asiento, el manubrio y los ángulos. Se proponen tres tamaños básicos: chico, mediano y grande, basados en los percentiles de los usuarios mexicanos y de la misma manera se desarrolla una segunda propuesta para niños, adolescentes y usuarios de la tercera edad.

Se realizaron pruebas de usuario y análisis de costos, con estos resultados se determinaron nuevos parámetros de diseño, los cuales fueron probados con modelos funcionales a escala y presentados al deportista Ignacio para sus pruebas.



### Fase 3

Los tres triciclos construidos inicialmente por Ignacio fueron limpiados, repintados y ajustados, un amortiguador fue integrado en el manubrio del triciclo plegable para que pudiera utilizarlo en sus sesiones de entrenamiento y competencia. La manufactura de un prototipo para el triciclo de competencia se encuentra en proceso de fabricación con el objetivo de utilizarlo en pruebas, entrenamientos y competencias formales.

Después de la entrevista realizada al atleta paralímpico y a la investigación etnográfica general, las necesidades de diseño determinadas fueron las siguientes:

1. Precio. El modelo europeo resulta extremadamente caro para la población latinoamericana, considerando la falta de apoyo gubernamental y el bajo salario de la mayoría de las familias entrevistadas, el precio debe encontrarse dentro del rango de un mercado de bicicletas no profesionales.
2. Plegado. El triciclo debe poder plegarse rápidamente y caber en un estuche resistente parecido a los de bicicleta para su fácil traslado. Es necesario considerar que los usuarios con PC y sus familias viven comúnmente en casas pequeñas y cuentan con autos compactos, además las competencias profesionales son realizadas en diferentes países o continentes por lo que el triciclo debe ser de fácil traslado en avión y ser resistente para el tipo de uso que va a tener.
3. Peso. La mayoría de las personas que funcionan como ayudantes en las actividades de las personas con PC son mujeres, ya sea madres o hermanas, por lo que debe ser ligero para que pueda ser manipulado fácilmente.
4. Dimensiones. Las medidas finales del triciclo y los ajustes necesarios deben estar basadas en las dimensiones de la población de América Latina.

Tras los análisis realizados el equipo de investigación encontró que el triciclo no sólo es útil para personas con PC, sino también para personas con dificultad para caminar, movilidad reducida, amputaciones, tercera edad o una fuerza limitada, producto de una enfermedad crónica degenerativa o de una discapacidad. No sólo puede ser utilizado para deportes especializados, sino también

como un elemento de rehabilitación dentro del ambiente terapéutico o como un elemento de integración familiar con actividades recreacionales o sociales aprovechando el uso de ciclistas o rutas ciclistas disponibles en la Ciudad de México.

### ANÁLISIS ERGONÓMICO Y BIOMECÁNICO

Para determinar las posiciones adecuadas de los usuarios en el uso de los triciclos, los terapeutas físicos notaron que la posición sentada varía en diferentes tipos de usuarios (Figura 10), donde el peso de la persona con PC, al caer sobre el asiento, genera una estabilidad; en algunos casos reduce los movimientos espásticos, lo cual ayuda a mantener una postura y balance, generando una actividad aeróbica que sustituye el ejercicio hecho con una caminadora. El uso de estos triciclos por personas con PC, permite que generen un mayor desarrollo de fuerza, destreza y una habilidad física general, permitiéndoles una mayor capacidad aeróbica; el dispositivo permite un mayor movimiento y logra que el usuario experimente una sensación de caminar generando un sentimiento de libertad y autonomía.

El diseño de estos triciclos debe tener una estructura base a la cual se integran las piezas que necesita cada usuario, por lo que entra en la categoría de "Diseño Personalizado", con el objetivo de evitar lesiones y una reducción de sus habilidades y capacidades. Los elementos adaptables deben permitir que las personas mantengan una posición segura cuando se sienten, debe proveer un soporte de cuerpo y control a través de un buen agarre en los manubrios, éstos deben ajustarse en altura y anchura, así como considerar los ángulos biomecánicos de movimiento (Figura 11).

### DESARROLLO DE ENVASE Y LOGÍSTICA DE TRANSPORTACIÓN

En el proyecto de desarrollo del triciclo se plantearon dos necesidades para el traslado del mismo, una cuando el triciclo es para deportistas y requieren realizar viajes, en este caso se plantea un sistema tipo estuche que permita contener desarmado el triciclo reduciendo el volumen al mínimo y acomodar las piezas de manera que no se dañen y resistan el manejo rudo de los aeropuertos, camiones o camionetas de traslado, de tal forma que el estuche que

Relación asiento-usuario

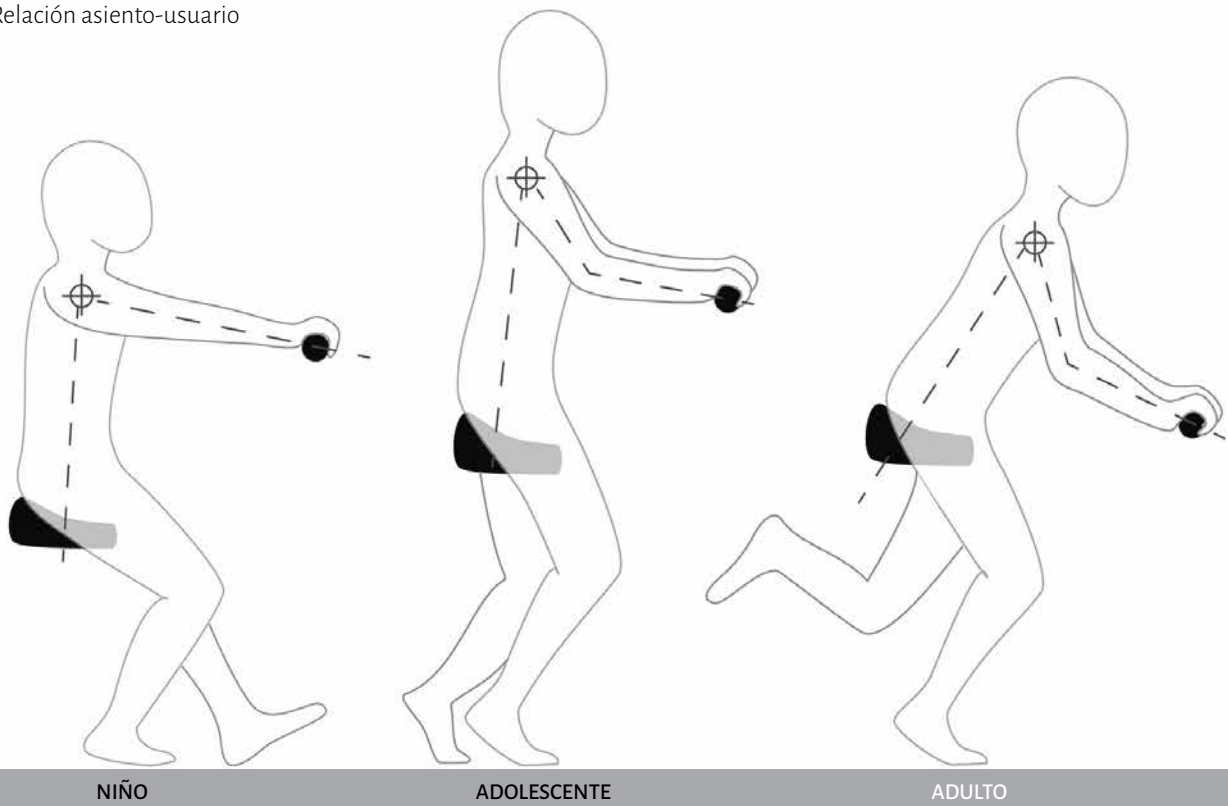


Figura 10.



Figura 11.



Figura 12. Logotipo de Papalani.

contiene el triciclo amortigua las piezas ante cualquier golpe y facilita su traslado. Dos, para los triciclos que no requieren traslado se utilizará el mínimo de componentes para que sea fácil protegerlos y que minimicen el desecho de cartón y películas de polietileno en su comercialización y venta.

Como parte del desarrollo institucional del proyecto, se generó un nombre y una imagen gráfica al considerar que el triciclo, especialmente el deportivo, será utilizado en espacios internacionales, buscando con ello una identidad nacional. Para el nombre del producto, se consideró lo mencionado por los usuarios de “que se sienten ‘libres’, como si volaran al usar los triciclos”; además que fuera fácil de pronunciar en cualquier idioma, por lo que se escogió “Papalani” que significa “Volar continuamente” en náhuatl (lengua indígena mexicana) (Figura 12).

### CONCLUSIÓN

Es pertinente la elaboración de un plan de negocios y un análisis financiero para la inclusión del triciclo en mercados locales y extranjeros. También se buscará que las instituciones de rehabilitación utilicen el producto en terapias físicas. Se considera un plan financiero debido a que los componentes y materiales utilizados son específicos y las necesidades de los usuarios señalan que es importante que el triciclo sea de fácil arreglo y mantenimiento, y que

sus refacciones sean fáciles de conseguir. Por lo que un escenario ideal sería que este triciclo pueda ser reparado en un taller de bicicletas tradicional.

La idea es diseñar tres triciclos diferentes, el primero, denominado “Papalino Pro” para competencias, debe ser construido a la medida del atleta y manufacturado con duraluminio o acero Columbus y componentes de uso profesional, llantas de competencia y el soporte de tórax personalizado, y contar con estuche para viaje en avión. El segundo proyecto denominado “Papalani” es para rehabilitación o de integración social y está planeado para tener tres dimensiones básicas, debe ser plegable, utilizar piezas comerciales de bicicleta y accesibles a la economía de las familias. El tercer triciclo es el “Papalani Jr.”, diseñado en madera para niños con un peso menor a 30 kilos y con características diferentes de diseño que se adaptan a las condiciones de desarrollo motriz de los menores con estas características.

También es necesario diseñar un protocolo de investigación para realizar las mediciones antropométricas y biomecánicas que analicen el montado, sentado y el movimiento de caminata o carrera, con el objetivo de adaptar las medidas a las dimensiones generales de los triciclos desde el punto de vista del ajuste, incluyendo los mecanismos de sentado y la posición que debe tener el tórax al interactuar con el movimiento del manubrio.

Es importante señalar que el diseño del triciclo y la manufactura no tienen un costo bajo, por ello se están buscando opciones que sean más adecuadas para los usuarios finales de tal manera que la durabilidad pueda ser garantizada. Parte del alto precio que estos elementos presentan es porque deben ser realizados específicamente para cada usuario y sus necesidades. En el caso de la rehabilitación y los propósitos sociales, el desarrollo de una base de diseño con la inclusión de piezas alternativas es la mejor opción para reducir costos.

México tiene un presupuesto gubernamental limitado para personas con PC. Sólo las familias con mayores ingresos pueden comprar dispositivos extranjeros y las ayudas técnicas necesarias. El desarrollo de este mercado es un área emergente, las instituciones, universidades y empresarios están combinando esfuerzos para desarrollar mejores diseños con precios más accesibles, esto puede servir como modelo para otras economías en desarrollo.

No sólo estamos trabajando en triciclos, también lo hacemos en proyectos terminales y de investigación con temas más amplios de deporte paralímpico como boccia y natación; en conjunto con APAC se elaboran ayudas técnicas para personas con discapacidad física, talla baja, personas de la tercera edad, etcétera.

El laboratorio se encuentra abierto a personas que requieran de servicios de investigación y desarrollo, como se mencionó al inicio de este trabajo, y está enfocado a analizar las necesidades de los usuarios en un sentido más amplio y a desarrollar elementos que permitan contribuir a la calidad de vida de las Personas con Discapacidad, con una perspectiva sustentable en diferentes ámbitos de desarrollo, desde el replanteamiento de productos cotidianos y de producción masiva como son los envases y embalajes hasta la personalización de objetos para personas de grupos especiales. El laboratorio aborda los proyectos con la visión de búsqueda de materiales y procesos adecuados a las circunstancias de consumo y producción con una visión innovadora y creativa, dirigida a los usuarios y con una postura clara y amplia de la sustentabilidad, integrando en este término la calidad de vida, el menor impacto al medio ambiente, el desarrollo equitativo y la vida simple, entre otros conceptos que, en suma, buscan contribuir con la felicidad de ser y convivir de forma incluyente.

## FUENTES CONSULTADAS

- CALZADA, C., y C. Vidal, "Parálisis cerebral infantil: Definición y clasificación a través de la historia", en *Revista Mexicana de Ortopedia Pediátrica*, vol. 16, núm. 1, 2014.
- INEGI, *Las personas con discapacidad en México: una visión al 2010*, México, INEGI, 2013.
- MADRIGAL, A., *La parálisis cerebral*. En [http://sid.usal.es/idos/F8/FDO8993/paralisis\\_cerebral.pdf](http://sid.usal.es/idos/F8/FDO8993/paralisis_cerebral.pdf) (consultado el 19/06/2018).
- Organización Mundial de la Salud, *10 datos sobre la discapacidad*, noviembre de 2017. En [www.who.int/features/factfiles/disability/es/](http://www.who.int/features/factfiles/disability/es/) (consultado el 02/07/2018).
- OSKOU, M., "Growing up with cerebral palsy: Contemporary challenges of healthcare transition", en *The Canadian Journal Of Neurological Sciences*, núm. 39, 2012.
- RACERUNNING, "CPISRA RaceRunning rules and regulations 2015", en *RaceRunning*, 2015. En [www.racerunning.org/document/default.asp?documentID=424&id=611](http://www.racerunning.org/document/default.asp?documentID=424&id=611).
- ROSENBAUM, P., N. Paneth, A. Leviton y M. Goldstein, "A report: The definition and classification of cerebral palsy", en *Developmental Medicine and Child Neurology*, núm. 109, 2007. PubMed doi:10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x.
- SIDDIQI, M., "The History of RaceRunning", en *RaceRunning*. En [www.racerunning.org/document/default.asp?documentID=499&id=832](http://www.racerunning.org/document/default.asp?documentID=499&id=832).
- Consejo Internacional de Diseño (ICSID), citado en Oliver, Rafael, *Invertir en Diseño Industrial. Una opción diferenciadora para competir en el mercado*. En <http://rafaeloliver.es/invertir-en-diseno-industrial/> (consultado el 04/03/2019).