

DISEÑO DE UN BIPEDESTADOR MODULAR PEDIÁTRICO INSPIRADO EN EL ARTE PRECOLOMBINO ECUATORIANO

*Mary J. Vergara³⁴, José M. Segnini³⁵,
Pablo R. Santacruz³⁶ y Andrea Castillo³⁷*

La parálisis cerebral es una de las causas más frecuentes de discapacidad motora en niños. Su gravedad es extremadamente variable y trae como consecuencia que un gran número de ellos pasen la mayor parte de sus vidas sentados o acostados. Este problema de capacidad postural reducida puede resolverse con ayuda de dispositivos para estabilizar el cuerpo y mantener una posición bipedestada. En este capítulo se presenta un diseño de un bipedestador modular para niños de cinco años de edad que permite que las actividades de la vida diaria de ellos se puedan efectuar de mejor manera, ya que incrementa el equilibrio del cuerpo superior y asiste al desarrollo musculoesquelético. El dispositivo está constituido por un chasis ensamblado por ocho piezas con sujeciones de presión conectadas sobre una superficie móvil, que además contiene dos piezas opcionales para apoyar la cabeza en caso de ser necesario. Las restricciones de diseño consideradas se orientan básicamente a que resista las cargas a la que será sometido, sea fácil de ensamblar con la menor cantidad de piezas, sirva para desplazar

³⁴Grupo de Investigación en Diseño Sustentable GIDISUS, Escuela de Diseño de Productos y Control de Procesos, Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Ibarra, Ecuador / Grupo de Diseño y Modelado de Máquinas DIMMA, Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela {mjvergara@pucesi.edu.ec}

³⁵Grupo de Investigación en Diseño Sustentable GIDISUS, Escuela de Diseño de Productos y Control de Procesos, Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Ibarra, Ecuador {jmsegnini@pucesi.edu.ec }

³⁶Grupo de Investigación en Diseño Sustentable GIDISUS, Escuela de Diseño de Productos y Control de Procesos, Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Ibarra, Ecuador

³⁷Grupo de Investigación en Diseño Sustentable GIDISUS, Escuela de Diseño de Productos y Control de Procesos, Pontificia Universidad Católica de Ecuador, Ibarra, Ecuador

al niño, incorpore la identidad del país y sea económicamente accesible. Así, los resultados obtenidos muestran que es posible materializar el diseño propuesto con campos de esfuerzo, deformación y desplazamientos menores a los permisibles considerando tableros de fibra de media densidad (MDF). El costo total es 40% menor que uno comercial análogo, ya que posee piezas topológicamente básicas que incorporan elementos de sujeción sencillos de tipo clip como parte de un todo. Además, el dispositivo propuesto considera no solo lo funcional, sino que refleja rasgos de la cultura Jama Coaque, con una identidad propia que da una visión del pasado en el siglo XXI inspirándose en el arte precolombino de Ecuador.

Palabras clave: diseño; bipestador; arte precolombino; pediátrico

INTRODUCCIÓN

Según el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades de Ecuador (CONADIS, 2016), de las personas registradas en él, alrededor del 1,75% corresponde a niños de edades comprendidas entre tres y seis años, lo que determina la existencia de un problema que se debe resolver y está dirigido a mejorar la calidad de vida de quienes pertenecen a esta población y tienen dificultades asociadas a la adaptación de diferentes posiciones del cuerpo, como se detalla en Montesdeoca (2014). Así, la utilización de un bipestador para estar de pie durante un tiempo determinado es común para mejorar el equilibrio del cuerpo superior, asistir al desarrollo musculoesquelético, activar la presión sanguínea, mejorar el tránsito intestinal, la digestión, la espasticidad (Paleg y col., 2013; Rivi, 2014) y que en general que se puedan llevar a cabo de mejor manera las actividades de la vida diaria en niños con parálisis cerebral (Gibson, 2009), sin olvidar, claro está, que es recomendable un tratamiento preliminar para el manejo del dolor, común en estos niños, como se describe en Nilsson (2016).

Varios estudios están enfocados hacia el impacto que tiene el uso del bipestador en diferentes tipos de pacientes, algunos de los cuales van dirigidos a minimizar complicaciones secundarias de la esclerosis múltiple (Hendrie, 2014). También se encuentran estudios dirigidos hacia los factores que se deben considerar en la prescripción e implementación de programas de bipestación por parte de los fisioterapeutas escolares con

la intención de describir la forma en que estos pueden ser utilizados en la escuela (Kristin, 2009) y otros dirigidos al uso de tecnología de punta para desarrollar dispositivos automatizados que además ayuden al proceso de caminar (McCormick, 2016; Franco, 2012). Sin embargo, se debe considerar que dicha automatización encarece y dificulta aún más las posibilidades de adquisición de estos cuando los costos pueden llegar hasta los miles de dólares, como puede verse en Pediatric Standers (2016).

Una revisión que presenta Daniels (2005) de los bipedestadores comerciales detalla que un sistema de bipedestación debe contener: apoyo en los pies, apoyo de rodilla con ajuste anterior y posterior que permita soportar grados variables de flexión, cinturones pélvicos asimétricos y soporte para cabeza que brinde apoyo para la posición supina, además de brindar seguridad y soportar los miembros superiores. Estos requerimientos son satisfechos por la mayoría de los bipedestadores, pero con algunas limitaciones en cuanto a la complejidad de armado y su posterior mantenimiento, ya que muchos de ellos contienen una gran cantidad de piezas ensambladas.

En esa misma dirección, varias patentes muestran la evolución de dichos dispositivos, principalmente para adultos, pero que pueden ser construidos de forma análoga para niños. Así, Duran y Guzzetti (1997) presentan un bipedestador desplazable sobre cuatro ruedas con soportes de apoyo anatómicos ajustables y regulables en tres direcciones. En Tholkes y col. (2013) se presenta un soporte adaptable unido a una rueda que sirve para apoyar y elevar al usuario a fin de proporcionar posturas sentadas y erguidas, mientras que Matos y Zupicich (2014) proponen un dispositivo que puede ser usado como bipedestador y permite un desplazamiento autónomo.

Una variedad similar se encuentra en las patentes de bipedestadores para niños. Así, Nava y Gil (2000) presentan un elemento único con tres funciones: silla de transporte, tabla de bipedestación y camilla con un sistema adicional que facilita el paso de la posición sentada a la bípeda. Patentes más recientes como la de Zhang y col. (2011) presentan un bipedestador para niños que además de mantenerlo en la posición bípeda puede fijar la cabeza por un dispositivo ajustable, mientras que en Li Ruiyin (2014) se exhibe una estructura para niños provista de varias piezas ensambladas que permiten al niño estar de pie. Por último, Santos (2014) presenta una invención referida

a un andador que contiene un conjunto ortésico que incorpora componentes para asistir en la bipedestación y ayudar a caminar en posición erguida.

Finalmente, es importante resaltar que no se han hallado diseños idénticos al dispositivo para bipedestación en niños con minusvalías motoras como el presentado en las siguientes tres secciones de este capítulo. Este considera formas precolombinas de la cultura Jama Coaque representativa de Ecuador, de bajo costo, compuesto de pocos elementos de fácil sujeción y que puede construirse con MDF (Medium Density Fiberboard), ya que es un material en el que en su superficie no se desarrollan microorganismos. En la primera sección se detalla un proceso de diseño especificando cada uno de los requerimientos que apoyan el desarrollo del bipedestador propuesto. La segunda sección presenta los resultados obtenidos considerando programas CAD-CAE-CAM que sirven de base para que en la sección tres se presente un prototipo hecho a escala, acompañado de consideraciones para la construcción de un bipedestador que será sometido a condiciones de servicio.

Para cerrar el capítulo se destacan las conclusiones más relevantes del diseño del bipedestador propuesto.

PROCESO DE DISEÑO

Para diseñar el bipedestador se lleva a cabo un proceso de diseño propio, resumido en la Fig. 1, en el cual la primera fase está relacionada con el planteamiento de la problemática embebida en el entorno, por lo que en esta investigación surge como un proyecto de vinculación de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador, sede Ibarra, con el Centro Infantil Hogar para sus Niños en Quito. Allí se efectuó la retroalimentación con un fisioterapeuta que describió las necesidades y requerimientos del dispositivo para niños con parálisis cerebral. El usuario potencial del dispositivo es uno de sus pacientes de cinco años de edad, y las características más relevantes consideradas para el diseño del chasis del bipedestador son:

- a. La medida de la base debe ser mayor a la medida de la cadera.
- b. La base debe ser amplia para poder mantener la posición.
- c. No necesita inclinación, la posición del niño debe estar a 90° con respecto a la base.
- d. La mesa ocupacional debe ser regulable, y en lo posible debe ajustarse desde la altura de la cadera.

- e. Utilizar bordes de 4 cm de altura en la mesa ocupacional para evitar que los juguetes caigan al suelo.
- f. Debe tener ruedas con seguro para trasladarse.
- g. Debe poder apoyarse en la pared para sostener la cabeza.
- h. El número de piezas totales del bipedestador debe ser lo más reducido posible.
- i. Los materiales deben ser accesibles y de bajo costo.

En la segunda fase se considera un proceso creativo inspirado en el arte precolombino de la cultura Jama Coaque de Ecuador, acompañado de una investigación de antecedentes de dispositivos similares y una visión de la tecnología disponible en la zona para la construcción del bipedestador.

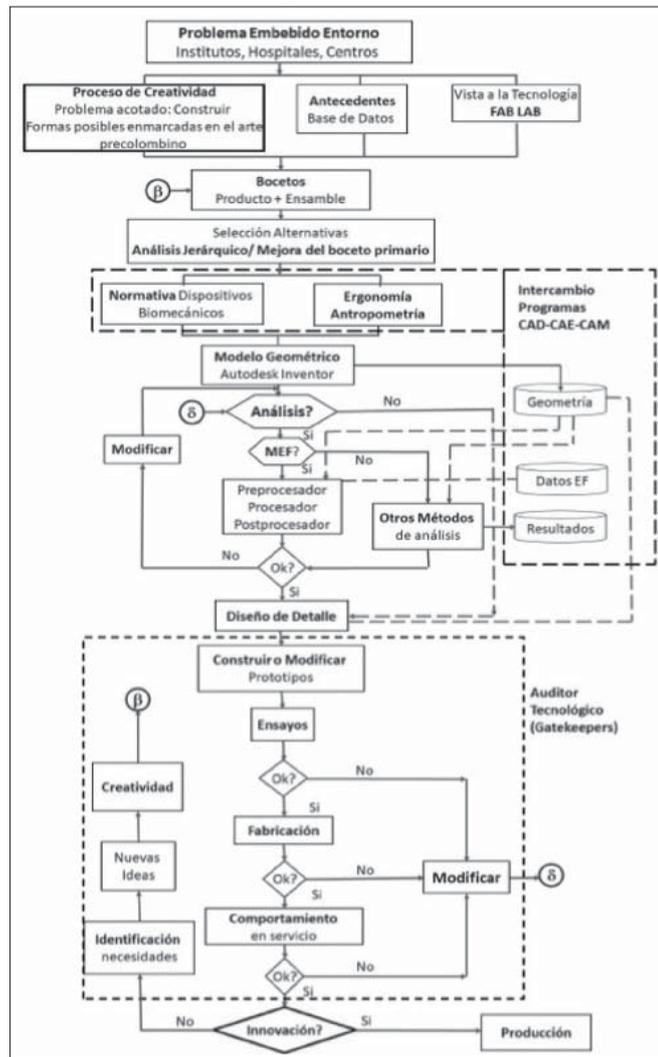


Figura 1. Proceso de diseño

Un tercer paso surge como resultado del proceso anterior y corresponde al desarrollo de bocetos acompañado de una selección de alternativas que en este caso corresponden a una mejora del boceto primario, tal y como se muestra en la Fig. 2a. En las partes b y c de la misma figura se muestran las formas digitalizadas y una propuesta inicial de lo que conforma un empaque -que también se propone en este proceso- como una visión global del entorno del producto. Así, se introducen en el diseño preliminar los requerimientos funcionales, estructurales, formales, productivos y de uso.

Después es necesario considerar la ergonomía y las dimensiones antropométricas mostradas en la tabla 1. El siguiente paso está referido al uso de programas CAD-CAE utilizados para levantar la geometría en 3D, hacer una simulación del comportamiento estructural utilizando el método de elementos finitos (MEF) apoyados en los datos que se encuentran en la Tabla 2.

Para el dispositivo se plantea un análisis estructural estático, ya que su ensamblaje se hará pocas veces y entre grandes intervalos de tiempo, así que no se produce fatiga en las uniones. Al culminar con este análisis se pasa al diseño de detalle del dispositivo para construir un primer prototipo con intercambio de información de los programas CAD-CAE-CAM utilizados. En este prototipo se verifica principalmente el comportamiento de las uniones tipo clip propuestas que sustituyen a los clásicos elementos mecánicos de sujeción y sirven de base para la construcción del modelo de prueba en servicio.

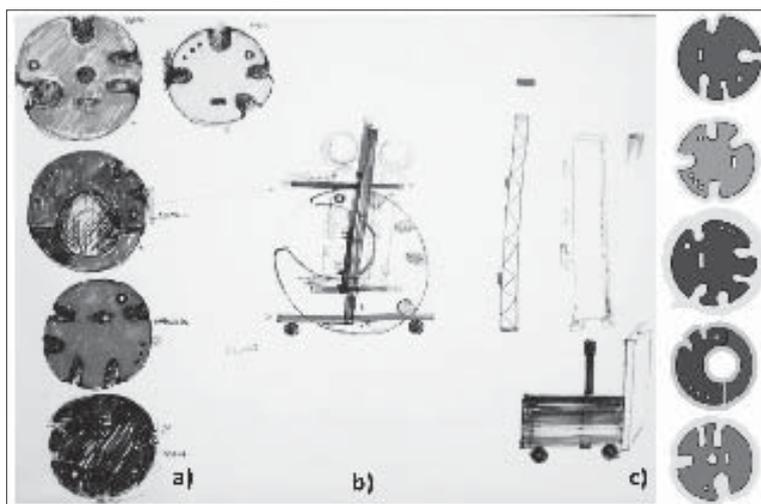


Figura 2. Boceto inicial del bipedestador. a) Módulos b) Propuesta del empaque. c) Formas digitalizadas

Tabla 1. Medidas antropométricas del niño de 5 años

| Descripción (Dimensiones) | Características (cm) |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| Altura | 93.5 |
| Pie hasta la rodilla | 24.5 |
| Pie hasta la cintura | 50 |
| Rodilla hasta la nalga | 15 |
| Pie hasta la nalga | 41 |
| Pie hasta apófisis xifoides | 60 |
| Ancho de cadera | 21 |
| Ancho de hombros | 30 |
| Espalda al ombligo | 17 |
| Espesor máximo de MDF | 2 |

Tabla 2. Consideraciones iniciales

| Peso máximo Usuario | 40 Kg |
|----------------------------|------------------------------------|
| Partes | Ocho piezas fijas y dos opcionales |
| Sujeción | Tipo clip |
| Material | Madera o MDF de la región |
| Formas | Precolombinas, con diámetro máximo |

La última fase, que considera la innovación antes de la producción del bipedestador, se ha conectado con una creatividad propia, ya que sin ella, no existe potencial para tal innovación (Thompson y col., 1999). Esta usa como base el conocimiento de las formas curvas representativas de la cultura precolombina Jama Coaque, una de las más estudiadas y cronológicamente extensas en Ecuador, como se muestra en Zeidler (2016); Stahl y Pearsall (2012). Esa cultura considera una deidad al mono para así dar idea de supremacía y conexión con el reino animal. Así, el resultado final de la forma surge como un híbrido entre lo que significa la forma animal, las curvas representativas de la cultura y el diseño propuesto como un ‘todo integral’. La idea del diseño propuesto se inspiró en la imagen de un mono que abraza a un niño para mantenerlo en pie para promover movimientos en él que fuera de esta posición

serían imposibles. Para culminar es importante recalcar que el auditor tecnológico (*gatekeepers*) dentro de este proceso de diseño, desempeña un papel importante hasta llegar a la producción del prototipo, pues alimenta la segunda fase propuesta en este proceso de diseño.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La generación de la geometría, efectuada con el programa Autodesk Inventor®, se muestra con detalle en la figura 3. Con ese programa se hace el análisis estructural para las cargas asociadas a los 40 Kg del niño repartidas en el dispositivo, en la cual, además, se considera una condición crítica que puede desestabilizar la estructura. Una vez que se analiza la simulación realizada en Ansys® se presenta el modelo geométrico final, que se encuentra en proceso de patente (ver Vergara y col.,2017).

Geometría propuesta en 3D

El dispositivo de posicionamiento alternativo diseñado es un bipedestador modular y portable para niños de cinco años de edad que no pueden permanecer en pie por sí mismos, el cual ayuda apoyar a niños con discapacidad de leve a severa, incluso con parálisis cerebral espástica. Está constituido a partir de un chasis de soporte ensamblado (ver tabla 3) constituido por las partes: (1), (3), (4), (5) y (6), con sujeciones de presión (8) situado sobre una superficie móvil, formado por la unión de un segundo ensamblado formado por (2) y (7) que además contiene dos piezas opcionales (9) y (10) para apoyar la cabeza en caso de ser necesario. Para su uso, el ensamblado debe hacerse uniendo primero las dos piezas que forman el espaldar (1) a través del clip de sujeción (6). Un segundo ensamblado requiere unir el espaldar (1) con uno de los módulos (4) o (5), para luego encajar con el portabrazos, que es una pieza intercambiable (3). Todas las uniones son de tipo clip (8) y generan el bipedestador modular cuando se une la base móvil (2) y las ruedas (7) con el chasis que resulta del primer y segundo ensamblado. En caso de ser necesario apoyar la cabeza se considera un último ensamblado de (9) y (10).

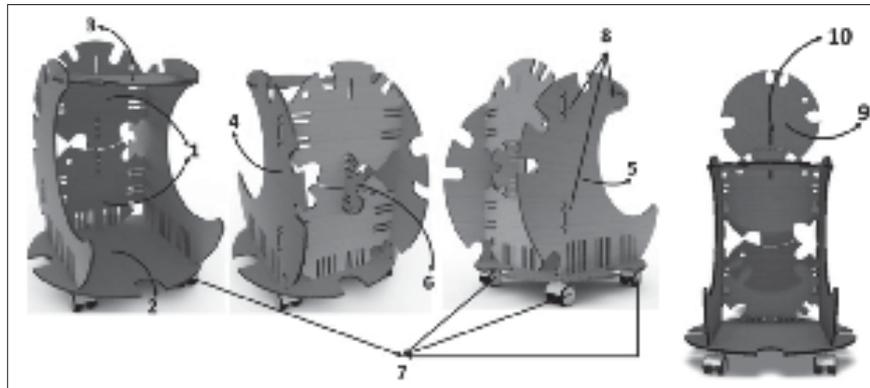


Figura 3. Geometría del bipeDESTADOR y sus piezas

Tabla 3. Descripción de los elementos del bipeDESTADOR pediátrico

| Descripción | Elemento | Cantidad |
|------------------------------------|----------|----------|
| Espaldar | 1 | 2 |
| Base móvil | 2 | 1 |
| Porta brazos intercambiable | 3 | 1 |
| Módulo izquierdo | 4 | 1 |
| Módulo derecho | 5 | 1 |
| Pieza secundaria | 6 | 1 |
| Elementos móviles ruedas | 7 | 4 |
| Sujeciones tipo clip | 8 | 9 |
| Apoya cabeza opcional | 9 | 1 |
| Pieza secundaria de unión opcional | 10 | 1 |

Análisis estructural

Para la construcción del prototipo del bipeDESTADOR se ha considerado el MDF por poseer características deseables y ser actualmente utilizado para dispositivos análogos; de hecho, en la última década, este ha sido remplazado por madera, como se detalla en Akgül y col. (2013)

El MDF tiene un espesor de 18 mm para todas sus piezas y está disponible en el mercado. Presenta propiedades mecánicas como las especificadas en (Martínez y col., 2002), cuya resistencia promedio en

la condición seca es de 17.64 MPa y el módulo de elasticidad 2144 MPa sin dirección preferencial en estas propiedades.

Para el análisis de los campos de esfuerzo y deformación se plantea un modelo estático con dos tipos de carga: uno en el que interviene el peso del niño repartido en un 70% en las extremidades inferiores (base móvil del bipedestador), un 30% en las superiores (portabrazos) y otro que corresponde a una carga lateral igual al peso del niño que puede desestabilizar el chasis, lo que sería la condición más crítica. Se supuso un material de comportamiento isotrópico y se consideraron las propiedades mecánicas del MDF mencionadas anteriormente.

Estado de carga y refinamiento de malla para el análisis estático

Para el estudio del bipedestador se considera la posición y malla refinada final, mostrada en la Fig. 4, con fuerzas de 280 N, 120 N y 400 N distribuidas en el apoyo móvil, portabrazos y un lateral. Las direcciones de estas, se definen de acuerdo al peso del niño repartido como ya se ha mencionado, con una carga perpendicular a uno de los laterales.

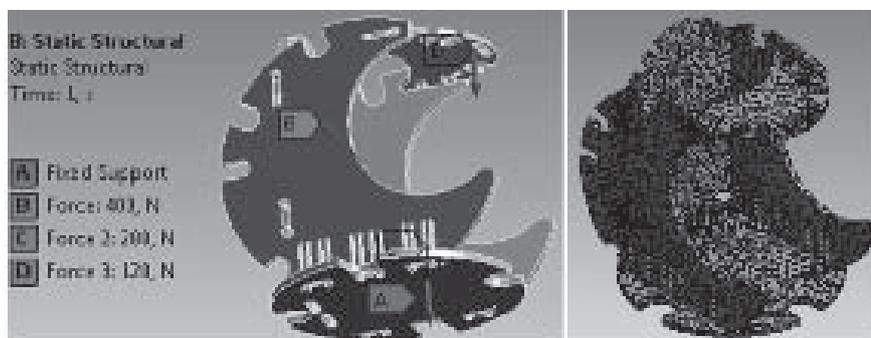


Figura 4. Condiciones iniciales de carga y último mallado

La zona de estudio, donde se presenta el esfuerzo máximo para cada refinamiento, corresponde a la superior entre el portabrazos y el lateral izquierdo. En la Fig. 5 se muestra el esfuerzo equivalente de Von Mises en el último refinamiento de malla. En esta puede observarse además que el esfuerzo producido por las cargas establecidas no sobrepasa los 6,2 MPa, lo que significa que el dispositivo resistirá ese estado de carga.

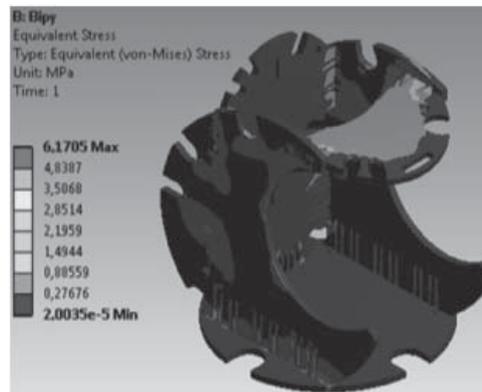


Figura 5. Esfuerzos de Von Mises

En la Fig. 6 se observa que los desplazamientos no superan los 1,6 milímetros, mientras que la 7 muestra que la deformación producida para las cargas máximas establecidas no sobrepasa el 1%. Motivado a lo anterior se observa que con estas magnitudes de cargas de operación, el bipeDESTADOR no fallará por deflexión ni deformación.

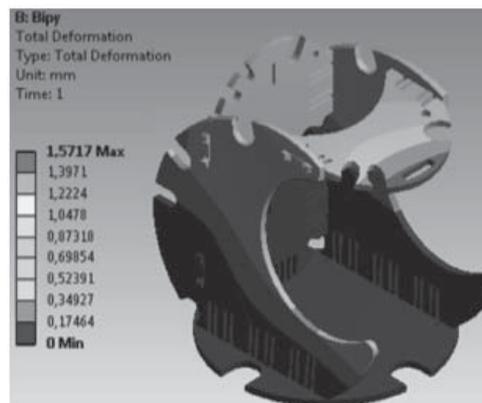


Figura 6. Distribución de las desplazamientos en mm

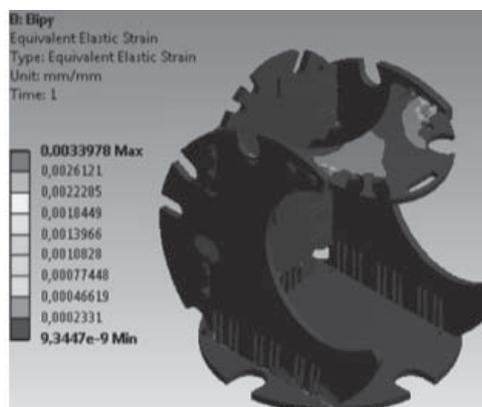


Figura 7. Distribución de las deformaciones

Verificación numérica del dispositivo. Convergencia

Para la verificación de la simulación efectuada se debe analizar la convergencia de esfuerzos de Von-Mises hacia la solución y el error estructural cometido en la representación de la geometría con la malla de elementos finitos. En la Fig. 8 se muestra que se hicieron cinco refinamientos, y que a partir del cuarto existe convergencia hacia una magnitud de esfuerzo máximo de 6.2 MPa con un error aceptable de 0.0036 mJ, tal como se muestra en la figura 9.

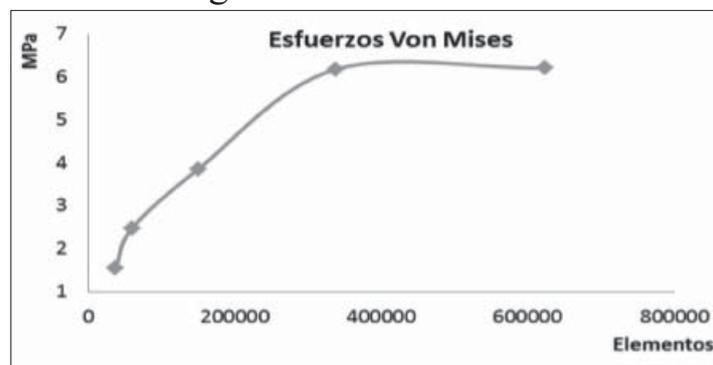


Figura 8. Convergencia numérica

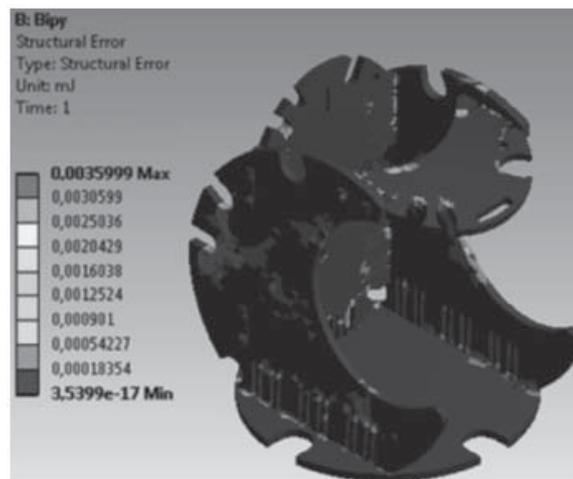


Figura 9. Error estructural

CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO. CAM

Una propuesta final del bipedestador, junto con los elementos para sujeción del niño, se presenta en la figura 10. En ella se considera el velcro con una lámina de polímero revestida con tela antitranspirante, de tal manera que el usuario se pueda ajustar suavemente al dispositivo.



Figura 10. Bipedestador con sujeciones para el niño

Se ha construido un primer prototipo (ver Fig. 11) que junto con el empaque y la imagen corporativa, mostrada en la Fig. 12, presentan una propuesta completa de un producto íntimamente ligado a la solución de problemas vinculados con la sociedad, el referido a los niños con minusvalías motoras.

Con objeto de comprobar que las uniones tipo clip son funcionales se construye un primer prototipo en MDF de 4 mm a escala 1:50, como se observa en la Fig. 11. Para la construcción del prototipo se exporta de Autodesk Inventor® un fichero de extensión .dxf con la geometría de cada una de las piezas obtenidas con una cortadora laser.

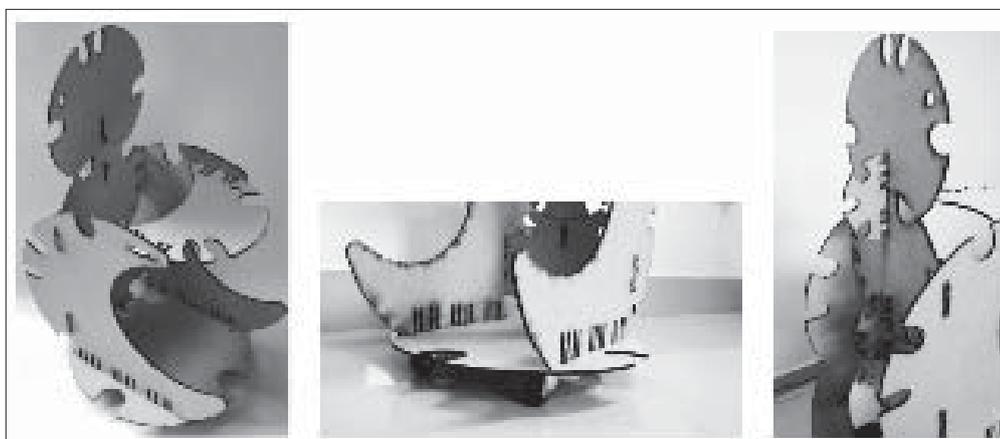


Figura 11. Prototipo del bipedestador



Figura 12. Diseño del empaque

Para el costo total del prototipo real propuesto se ha considerado un tablero de MDF de 18 mm, cortes en equipos de control numérico, cuatro ruedas con seguridad, lijado, sellado y pintura, correas, tela antitranspirante y velcro para la sujeción del niño a la silla. Este da como resultado un costo 40% menor que otro comercial similar.

Es importante resaltar que para el corte del modelo propuesto en MDF, en periodo de prueba por el parte del usuario, se ha considerado una velocidad de alimentación baja y una de corte elevada para minimizar la delaminación en la perforación de MDF, como el sugerido por Gaitonde y col. (2008).

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Centro de Investigaciones de la PUCESI por haber brindado su apoyo económico para la construcción del bipedestador.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que se puede materializar un bipedestador modular pediátrico de diez piezas para niños con discapacidad motora con un diseño que incorpora rasgos de la cultura Jama Coaque de Ecuador. Adicionalmente, este diseño permite fijar la cabeza del niño, en caso de ser requerido, mediante la incorporación de dos accesorios.

El costo total es 40% menor que uno elaborado comercialmente, ya que está construido en MDF, posee pocas piezas y los elementos de sujeción tipo clip necesarios para su ensamble están incorporados en las piezas que lo constituyen.

Los resultados obtenidos en la simulación muestran que las magnitudes de desplazamientos son de 1.6 mm, las deformaciones de 1% y un esfuerzo máximo de 6.2 MPa, lo que implica un factor de seguridad aproximado de 3, apto para el dispositivo presentado.

REFERENCIAS

- AKGÜL, M.; AYRILMIS, N.; CAMLIBEL, O.; KORKUT, S. (2013) *Potential utilization of burned wood in manufacture of medium density fiberboard. Journal of Material Cycles and Waste Management*, 15(2), 195-201.
- CONSEJO NACIONAL DE DISCAPACIDAD (2016) *Estadísticas*. Consultado el Diciembre 6, 2016, de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html>.
- DANIELS, N.; PINNINGTON, L.; CLIFT, M.; GOPSILL, C.; ARMSTRONG, J.; WARD, C. (2005) *A review of standing frame features and their impact on user acceptability*. *International Journal of Therapy & Rehabilitation*, 12(8), 363-367.
- DURAN J.; GUZZETTI H. (1997) *Un bipedestador*. Patente No. AR000537 (A4). Número de solicitud. AR19140000095. Número de prioridad: AR19140000095. Argentina.
- FRANCO, A.B. (2012) *Ayudas para la marcha en la parálisis cerebral infantil/ Help for the March in the Child Cerebral Palsy*. En: *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 6(1), 9.
- GAITONDE, V.N.; KARNIK, S.R.; DAVIM, J.P. (2008) *Prediction and minimization of delamination in drilling of medium-density fiberboard (MDF) using response surface methodology and Taguchi design*. *Materials and Manufacturing Processes*, 23(4), 377-384.
- GIBSON, K.; SPROD, JA; MAHER CA (2009) *The use of standing frames for contracture management for nonmobile children with cerebral Pals*. *International Journal of Rehabilitation Research*, 32(4), 316-323.
- HENDRIE, W.A., WATSON, M.J.; MCARTHUR, M.A. (2015) *A pilot mixed methods investigation of the use of Oswestry standing frames in the homes of nine people with severe multiple sclerosis*. *Disability and rehabilitation*, 37(13), 1178-1185.

- KRISTIN, TAYLOR (2009) *Factors Affecting Prescription and Implementation of Standing-Frame Programs by School-Based Physical Therapists for Children with Impaired Mobility*, *Pediatric Physical Therapy*, 1(2), 282-288.
- LI, RUIYIN. (2014) *Child standing frame*. Patente EE.UU. No. CN104208844.
- MATOS F.; ZUPICICH, W. (2014) *Andador-entrenador de marcha con dispositivo para uso como bipedestador*. Patente No. AR090746 (A1). Número de solicitud. AR2013P101290 20130419. Número de prioridad: AR2013P1012902013 0419. Argentina.
- MARTÍNEZ-ESPINOSA, MARIANO; CALIL JR., CARLITO, FIORELLI, JULIANO (2002) *Resistencia mecánica de los tableros de densidad media: parte 1: resistencia a la tracción paralela a la superficie*. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 4(2), 179-185.
- MCCORMICK, ANNA; ALAZEM, HANA; MORBI, ALIASGAR; BERANEK; RICHARD; ADLER, ROSELLE; TIBI, GENEVIEVE; VILÉ, ELIZABETH (2016) *Power Walker Helps a Child with Cerebral Palsy*. Proceedings of the 3rd International Conference on Control, Dynamic Systems, and Robotics, Canada.
- MONTESDEOCA, ANDREA (2014) *Equipamiento para desarrollar actividades escolares para niños con parálisis cerebral espástica leve y moderada de 5 a 11 años*. Trabajo de titulación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Arquitectura Diseño y Artes Carrera de Diseño, Ecuador.
- NAVA L.; GIL R., (2000) *Silla multipropósito*. Patente No. P000105229 Oficina de Patentes y Marcas de Buenos Aires. Argentina.
- NILSSON, STEFAN; JOHNSON, ENSA; ADOLFSSON, MARGARETA (2016) *Professionals' Perceptions about the Need for Pain Management Interventions for Children with Cerebral Palsy in South African School Settings*. *Pain Management Nursing*, 17(4), 249–261.
- PALEG, GS; SMITH, BA. (2013) *Glickman LB. Systematic review and evidence-based clinical recommendations for dosing of pediatric supported standing programs*. *Pediatr Phys Ther*, 25(1), 233-247.
- PEDIATRIC, STANDERS (2016) *Standing Frames and Systems*. Consultado el diciembre 6, 2016, de <http://www.rehabmart.com/>.

- RIVI, E.; FILIPPI, M.; FORNASARI, E.; MASCIA, MT.; FERRARI, A.; COSTI, S. (2014) *Effectiveness of standing frame on constipation in children with cerebral palsy: a single-subject study*. Occupational Therapy International. 21(3),115–23.
- SANTOS M. (2014) *Andador especialmente indicado para niños con parálisis cerebral*. P201232058. España.
- STAHL, P.W.; PEARSALL, D.M. (2012) *Late pre-columbian agroforestry in the tropical lowlands of western Ecuador*. Quaternary international, 249, 43-52.
- THOLKES, A. (1997) *Modular Standing Support*. Patente EE.UU. No. 5884935. Washington; DC: Oficina de Patentes y Marcas de EE.UU.
- THOMPSON, G.; LORDAN, M. (1999) *A review of creativity principles applied to engineering design*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering, 213(1), 17-31.
- VERGARA, M.; SEGNINI, J.; SANTACRUZ, P.; KASTILLO, A. (2017) *Dispositivo para bipedestación en niños con minusvalías motoras*. Ecuador. IEPI-2017-53927. Patente Modelo de Utilidad. En prensa
- ZHANG, Q.; WEI, B.; JIA, X., FA, L.; SHAO, X. (2011) *Standing frame*. Patente CN202051859 (U). Número de solicitud. CN2011259019U. Chinese
- ZEIDLER, J.A. (2016) *Modeling cultural responses to volcanic disaster in the ancient Jama–Coaque tradition, coastal Ecuador: A case study in cultural collapse and social resilience*. Quaternary International, 394, 79-97.