



DESARROLLO DE PRÓTESIS DEPORTIVAS PARA LA INCLUSIÓN

ESTUDIO DE PRÓTESIS DEPORTIVAS EN MATERIALES COMPUESTOS PARA AMPUTADOS TRANSTIBIALES

i Información general

Síntesis

Las prótesis de uso competitivo resultan ser hoy de difícil adquisición, compleja importación y costo prohibitivo siendo una tecnología capaz de desarrollarse aquí, constituyendo una posibilidad de sustitución a la importación, y medio para que nuestros atletas paralímpicos alcancen el escenario competitivo en igualdad. Surge así la necesidad de un plan destinado a cubrir un área de vacancia, donde nuestra intervención genere nuevos conocimientos y medios para construir prótesis de uso deportivo, capaces de resistir las solicitudes de la competencia permitiendo entonces alcanzar el máximo potencial de los futuros usuarios. El alto rendimiento deportivo evidencia los mejores aspectos de una sociedad inclusiva reconociendo por igual méritos el deporte convencional y adaptado. La universalidad de la tecnología es la encargada de desarrollos que permitan la oportunidad de inclusión y que estén disponibles para los deportistas que sufran una patología susceptible de ser compensada a través del uso de una prótesis. Los atletas amputados o quienes presentan una malformación congénita, comparable a una amputación, pueden beneficiarse del uso de las mismas para la práctica deportiva tanto en amputaciones de miembros superiores como inferiores.

Convocatoria

Convocatoria Ordinaria 2018

Palabras Clave

Salud Comunitaria

Discapacidad

Inclusión

Tejido Social

Deporte

Derecho de la Niñez

ONG

Línea temáticaSALUD INTEGRAL Y COMUNITARIA

Unidad ejecutoraFacultad de Ingeniería

**Facultades y/o colegios
participantes**

Facultad de Ciencias Económicas

Escuela Universitaria de Recursos Humanos - Equipo de
Salud

Facultad de Bellas Artes

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación

Destinatarios

El presente proyecto apuesta a mejorar la calidad de vida tanto para aquellos deportistas de iniciación y federados como a quien desee introducirse en la práctica deportiva recreativa, vinculando las disciplinas del deporte adaptado de todas las patologías, y en particular a los atletas lesionados con amputaciones o bien aquellos que presentan una malformación congénita similar a una amputación de miembros inferiores. Dado que los atletas que nos representan están agrupados en confederaciones según la patología de afección, nuestros representativos nacionales abarcan atletas de características tan diversas como disminuidos visuales, con síndromes de parálisis cerebral, lesionados medulares y amputados o con malformaciones congénitas y disminuidos intelectuales. El proyecto está destinado a la población de atletas amputados que se desempeñan en la disciplina de atletismo, quienes requieren ciertos equipamientos para poder desempeñarse en el primer nivel, siendo a su vez los principales beneficiarios del desarrollo de estos equipamientos específicamente los atletas que integran la Selección Argentina de atletismo adaptado representando a la Federación Nacional de Fadesir (Federación Argentina de Deportes en Silla de Ruedas) que nuclea a deportistas que presentan patologías de amputados y lesionados medulares.

En particular, los atletas actualmente que no poseen dichos equipamientos se ven forzados a competir sentados en pruebas de lanzamiento o en sillas de ruedas cuando en rigor son capaces de valerse por sus propios medios en posición erguida y sin el uso de otros medios mecánicos. Es pues de esperar una mejora en la salud a través de un acceso a mejor calidad de vida, no solo en la performance de competencia, de aquellos usuarios que podrán realizar una práctica deportiva.

Localización geográfica

El trabajo se realizará entre el CeNARD (Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo) (Miguel B. Sanchez 1070 CABA, ex.Crisólogo Larralde 1070 CABA) y CEF N° 2 (Av 32. e/21 y 23, s/n, La Plata) para establecer los puntos de evaluación.

En la facultad de Ingeniería, en el departamento de Aeronáutica (116 e/47y 48, s/n La Plata) se llevará a cabo el análisis de los resultados y fabricación contando con la colaboración de los siguientes Grupos para la utilización de sus espacios físicos:

GEMA (Grupo de Ensayo Mecánico Aplicado) (116 e/47y 48, s/n La Plata).

GFC/Laclyfa (Grupo de Fluidodinámica Computacional/Laboratorios de Capa Límite y Fluidodinámica Ambiental) (116 e/47y 48, s/n La Plata).

Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia para la calidad de la Educación en Ingeniería con orientación al uso de TIC (UNITEC), (Domicilio: 48 y 116, La Plata. Argentina)

Centros Comunitarios de Extensión Universitaria

Cantidad aproximada de destinatarios directos

5

Cantidad aproximada de destinatarios indirectos

20

☰ Detalles

Justificación

Los atletas con amputaciones o bien aquellos que presentan una malformación congénita similar a una amputación y requieran de realizar la práctica deportiva, pueden beneficiarse del uso de las prótesis en desarrollo.

Dada la experiencia del equipo en el movimiento paralímpico y en el deporte adaptado en general, se ha podido constatar en algunos casos el uso en competencia de prótesis comunes (de "uso diario") no específicas para el deporte pudiendo ocasionar lesiones tanto físicas directas como en los muñones de la pierna, como indirectas ante una posible falla de la pieza que en sí no es apta para tal práctica, imposibilitándoles correr cómodamente, sin aprovechar todo su potencial por presentar asimetría entre zancadas e incluso pudiendo ocasionar graves lesiones futuras en sus piernas, rodillas, caderas y espalda, víctima del impacto y favoreciendo la aparición de lesiones por estrés.

En nuestro país, las prótesis de uso competitivo resultan ser de difícil adquisición, importación y costo prohibitivo para la media de los usuarios. El desarrollo de dicha tecnología constituye una posibilidad de sustitución a la importación y el medio para que nuestros atletas paralímpicos alcancen el escenario competitivo en igualdad permitiendo además, la práctica deportiva a personas con afecciones motrices.

Surge así la necesidad de un plan destinado a cubrir un área de vacancia, mediante la intervención para construir dicho tipo de prótesis con el fin de posicionar en el plano competitivo nacional e internacional a los atletas en igualdad de condiciones y en el plano deportivo a través de la inclusión de la práctica recreativa.

El proyecto cuenta con el aval de diversos actores institucionales en el ámbito del deporte paralímpico y la inclusión en un marco de cooperación tendiente a promover el crecimiento del deporte adaptado, buscando desarrollar este proyecto comprometidos con la misión de dotar a la comunidad una real igualdad de oportunidad potenciando la inclusión y a través de la misma la salud y realización personal. Además, el proyecto cuenta con la colaboración ininterrumpida de un atleta modelo de testeo de las prótesis del cual se pretende que sea capaz de realizar una realimentación para el proceso de cálculo, diseño y construcción así como también es el espíritu del proyecto consolidarlo como entrenador de futuros usuarios de prótesis en el marco del proyecto dada su amplia experiencia como usuario.

Objetivo General

La meta es dotar de prótesis a futuros usuarios lesionados con amputaciones o bien aquellos que presentan una malformación congénita similar a una amputación que pueden beneficiarse del uso de la misma de modo que puedan darle un uso recreativo y de iniciación al deporte principalmente en niños y jóvenes así como también desarrollar prácticas en el ámbito del deporte adaptado ya sea en los torneos homologados por el IPC (Comité Paralímpico Internacional), como son los circuitos de loterías Caixas, el open internacional

"campeonato Nacional de Mayores Chaco" y los torneos endosados de la federación atlética metropolitana (FAM).

El objetivo de este proyecto es perfeccionar y optimizar los procesos por los cuales el futuro usuario que ingresa al programa con una amputación susceptible de ser compensada por este tipo de dispositivos se encuentre con una solución a la medida de sus necesidades particulares que le permita alcanzar en el mejor de sus casos su máximo potencial deportivo. Para esto deben realizarse las mediciones necesarias sobre el usuario y modificando la menor cantidad de parámetros sobre la prótesis modelo comenzar la fabricación para entregarla en el menor tiempo posible, el cual podría ser tan corto como una semana. Para el caso particular de la competición se busca que, inicialmente las prótesis fabricadas sean de uso deportivo destinadas a atletas que se desempeñan en pruebas de pista, amputados transtibiales por debajo de la rodilla doble y simple, respectivamente T43 y T44 de acuerdo con las "Reglas y reglamentaciones del IPC 2014/2015" vigentes (International paralympic Committee) art. 3.3.1/3.3.2/3.3.3 que participen en pruebas de 100m, 200m y hasta 400m ya que el resto de las pruebas de pista responden a diversas características funcionales y requerirán a priori de una modificación en la forma de la pieza.

De forma paralela se pretende estudiar la viabilidad económica del desarrollo del proyecto que permita su sostenibilidad y sustentabilidad en el tiempo. En este aspecto se han realizado cálculos preliminares que acotan el costo de la materia prima e insumos a unos doscientos dólares (U\$D 200) a lo que debería sumarse la ingeniería, mano de obra, servicios e instalaciones pero que se resume en una disminución sustancial del valor de la prótesis en comparación a sus pares importados. Permitiendo de esta manera, la fácil iniciación en la práctica deportiva generando un lógico beneficio social.

Finalmente el gran objetivo de este proyecto es que los destinatarios alcancen una vida más plena, dado que se entiende al deporte como una herramienta de rehabilitación y motivación ayudando a quien lo practica en su inclusión y a alcanzar una vida más saludable.

Objetivos Específicos

- Sistematizar los estudios a realizar a los futuros usuarios para alimentar los modelos y determinar las características que debe presentar la pieza específica a fabricar. Entre ellos, los estudios de parámetros biomecánicos del usuario, medidas antropométricas, estudio de la marcha, la carrera, potencia unipodal, test multi hop y medidas de cargas en plataforma de fuerzas.
- Construcción de una plataforma de carga multidireccional para realizar ensayos sobre los usuarios y estudiar las GRF (ground reaction force) con el fin de modificar los parámetros necesarios sobre la prótesis para la mejor adaptación.
- Ensayos de caracterización de los distintos materiales compuestos a ser utilizados para la fabricación de la pieza con una doble finalidad. La adecuada elección de la mejor combinación refuerzo/matriz, entre fibra de vidrio y carbono por su relación costo/calidad y de la mejor resinas epoxy entre las disponibles en el mercado. Así como

también, la realimentación del modelo en elementos finitos capaz de validar la respuesta mostrada por la pieza construida.

- Generación de una función con método de elementos finitos que permita relacionar la constante elástica de la prótesis en la dirección de utilización con la cantidad de láminas de compuesto, siendo esta última, la principal variable independiente del sistema para modificar el parámetro más importante de la misma (rigidez). Manteniendo la geometría pero generando una función de escala con la altura del usuario.
- Fabricación del prototipo (entre 2 y 3 piezas) con la finalidad de realizar ensayos que nos permita testear distintas configuraciones de laminado cuya respuesta mejor se adapte al usuario.
- Ensayos de compresión sobre distintas prótesis construidas con el objetivo de obtener la constante elástica en función del número de láminas con la finalidad de validar los modelos obtenidos en elementos finitos.
- Estudio de la respuesta dinámica de la prótesis por método de elementos finitos, para obtener parámetros de deformación viscoelástica con su correspondiente fuerza asociada la que modificara la carrera del usuario así como la respuesta temporal de la vibración en la fase aérea de la prótesis para definir la condición de apoyo en la carrera.
- Estudios sobre posibles procesos de fabricación alternativos en el caso de prótesis que utilicen alta cantidad de láminas de material compuesto (mayor a 30) ya que se ha demostrado que el proceso utilizado actualmente (Vacuum bag wet lay-up) genera la falla de la pieza por delaminación.
- Fabricación del anclaje al cono/bota capaz de resistir las sollicitaciones cíclicas a que será sometido
- Adaptación del atleta o usuario a los prototipos, pruebas en campo (batería de test) y pruebas en pista. Trabajo retroalimentado con los usuarios, optimización continua.
- Comparación con respuesta de modelos comerciales existentes.
- Opciones de optimización en materiales y formas posibles que repliquen en el desempeño de la pieza transdisciplinarias.
- Capacitación de nuevos extensionistas.
- Estimación de cantidad de horas diarias de uso y uso en competencia para determinar rango de uso y vida útil.
- Formación del atleta modelo de testeo de la prótesis como formador de futuros usuarios de prótesis.
- Análisis de viabilidad económica del desarrollo del proyecto que permita su sostenibilidad y sustentabilidad en el tiempo.
- Parametrización y estandarización del proceso de fabricación para diversos usuarios. Optimización de recursos.

- Continuar desarrollando actividades de extensión, generando vínculos entre instituciones involucradas
-

Resultados Esperados

El resultado esperado principalmente es dotar a los atletas, quienes actualmente se desempeñan en el alto rendimiento, de prótesis de uso deportivo competitiva. Es de esperar que la mencionada, idealmente, supla las carencias propias de una amputación brindando similares características a las presentadas por el miembro sin afección. Es sabido que las prótesis presentan algún grado de similitud biomecánica con los miembros no afectados pero distan de ser iguales, sin embargo el resultado final del uso de la misma debe ser equivalente en cuanto a duración de la zancada, frecuencia de pasos y fase aérea del corredor que no presenta afección alguna. Es conclusión, la primera aproximación es un análisis de similitud.

Se busca pues fabricar prototipos en materiales compuestos (fibra de vidrio y carbono), con los diversos estudios y ensayos previos mencionados en los objetivos, con el objeto de resultar prótesis capaces de resistir las sollicitaciones y esfuerzos a la que será sometida en competencia puesto que es la encargada de transmitir el movimiento al cuerpo devolviendo toda la energía que acumulada en su deformación elástica.

Además, se fabricarán las probetas con el objetivo de que primeramente caracterizan los materiales utilizados con ensayos elaborados por el grupo y también con el fin de que permitan analizar la energía almacenada en la deformación elástica, la cual deberá ser comparable a la que es capaz de desarrollar el atleta. De tal modo se espera que mediante la pieza en cuestión el atleta logre igual frecuencia de paso, zancada y tiempo de vuelo, así como una fuerza transmitida al piso de similar magnitud a la de la pierna sana.

De la misma forma en que ocurre con una cadena en la que el eslabón más débil es el que propicia su rotura, se busca identificar en qué fase del movimiento la energía aportada por la prótesis no es transmitida completamente (dado que las mismas poseen una restitución de energía un 50% mayor a la de un miembro sano pero una fuerza transmitida al piso o 'GRF' un 22% menor aprox.), logrando de igual modo que el resultado final en la carrera sea comparable al de atletas convencionales al usar la prótesis y evidenciando una mejora en el desempeño del mismo mediante su uso.

Es esperable una mejora significativa en las velocidades finales y la marcha propia de la carrera, que deberían mostrar los registros del atleta una vez adaptado al uso de la misma y, que de ser una transición óptima es esperable que se halle en el orden de más de un segundo en los 100m, resultando además en un confort de carrera más saludable. También se busca que los destinatarios finales alcancen una vida más plena dado que se entiende al deporte como una herramienta de rehabilitación y motivación ayudando a quien lo practica en su inclusión.

El trabajo mancomunado con el CeNARD entiende el desarrollo del proyecto como una potencial fuente de datos para alimentar el estudio de una problemática que no se realiza en el país hasta el momento y que permita su difusión y realimentación en futuros congresos o

simposios.

Finalmente se pretende que el atleta modelo de testeo de las prótesis sea capaz de realizar una realimentación del proceso de cálculo, diseño y construcción para lograr la pieza concluyente esperando que además sea capaz de entrenar a los nuevos futuros usuarios en el uso de las mismas.

Indicadores de progreso y logro

Establecido el cronograma con cada actividad, se entiende que el progreso se basará en el desarrollo de cada acción en tiempo y forma buscando recolectar datos experimentales que permitan alimentar el modelo previo a la confección de la pieza.

Permanencia: para tal cuestión es imprescindible que los atletas evaluados se mantengan vinculados al proyecto de modo de obtener su colaboración en todo momento como destinatarios finales del desarrollo del mismo permitiendo medir los parámetros necesarios para el modelo, así como dando una devolución acerca de los factores a mejorar para obtener la pieza óptima.

Consecuentemente un indicador de progreso lo obtendremos a partir de la comparación de los datos relevados del atleta con las publicaciones experimentales disponibles sobre fuerza transmitida al piso (o GRF 'ground reaction force'), frecuencia de pasos, duración del vuelo con y sin prótesis, rigidez de la pieza comportamiento viscoelástico (es decir no perfectamente elástico, que nos permita un modelo más real de la pieza), y confort de marcha entre otros parámetros indicadores relevantes.

Comparación de características que deberá presentar el modelo en contraste con los relevados experimentalmente en la pierna no afectada, permitiendo un análisis de similaridad entre el modelo y la pieza.

Comparación con atletas de similares características antropométricas y biomecánicas de modo de cuantificar el grado de afección de la falta de la prótesis como la mejora en el uso de la misma. También se comparará la elasticidad de las probetas con las simuladas para la pieza final y el prototipo con piezas análogas comercialmente disponibles.

Adaptación y pruebas en pista, evaluación de desempeño o performance con prótesis vs. sin prótesis.

Análisis de resultados y posibles mejoras.

Metodología

Continuando con el desarrollo iniciado en el proyecto de extensión: 'DESARROLLO DE PRÓTESIS PARA COMPETICIÓN EN MATERIALES COMPUESTOS' de la convocatoria ordinaria 2015, acreditado (puntaje final: 31 pts, sin financiamiento) y a partir de los avances llegados al proyecto: 'PRÓTESIS DEPORTIVAS EN MATERIALES COMPUESTOS PARA AMPUTADOS TRANSTIBIALES' de la convocatoria ordinaria 2017 (acreditado con subsidio parcial), correspondientes a los estudios relacionados con el diseño de una prótesis transtibial a través de la medición de las diversas características necesarias que debe cumplir la prótesis ya sea

por comparación con el miembro sano del atleta en cuestión y/o por comparación con un atleta convencional de similares condiciones antropométricas y biomecánicas se establecen los valores de los parámetros y especificaciones técnicas que deberá alcanzar la pieza a fabricar que se ajusta luego a las necesidades del usuario que realimenta el modelo para una mejora continua.

Esto se realizará en el marco de evaluaciones realizadas por los deportólogos, médico y biomecánico tanto en el Cenard como en el CEF N°2 de La Plata, utilizando tanto plataforma de fuerzas, como test multihop, equipo de antropometría, etc. Dichos profesionales, evalúan tanto la parte física como la deportiva mediante una serie de encuentros con los posibles usuarios y el equipo propuesto brindando su experiencia tanto en la temática correspondiente como posibles optimizaciones, bibliografía, etc.

Entre los parámetros más destacados que definirán el estudio lo constituyen la masa, la antropometría, la biomecánica del atleta, la velocidad que puede desarrollar y la fuerza que logra transferir al suelo durante la marcha, entre otros.

El tipo de marcha que es capaz de desplegar el atleta tiene impacto en la frecuencia con que la prótesis toma contacto con el suelo deformándose y acumulando energía elástica al tiempo que la devuelve en impulsos. De esta forma se establecen criterios que permiten asegurar que dicha frecuencia de toma de contacto con el suelo está lejos de la natural propia de la prótesis, garantizando además que la misma recuperará entre paso y paso su configuración de no deformación.

Secuencial y cronológicamente la metodología a emplear abarca la medición de parámetros del atleta y su experiencia con el prototipo, comparación con atletas de similar condición antropométrica y biomecánica; consecuente alimentación del modelo numérico con los datos y parámetros relevados al diseño (propuesto según el usuario) y esperables para la prótesis; elección de materiales que mejor reproduzcan las condiciones deseadas según la solicitud; construcción de las probetas y la prótesis; ensayos de las mismas y consecuente validación con las publicaciones y estudios existentes; adaptación del atleta al uso de la prótesis y evaluación comparativa contra la condición previa; análisis de posibilidades de mejora y optimización.

Actividades

- Se aplica un protocolo de estudio que nos permita establecer las capacidades del atleta o a quien originalmente está destinada la pieza a través de:
 - Análisis plantigráfico de pisada
- Estudio de GRF a través de plataforma de fuerzas
- Estudio dinámico de la carrera
- Estudio cinemático de la carrera mediante video y post procesado a partir de estudio de velocidades parcializadas durante la carrera sin la prótesis y frecuencias
- Potencia unipodal / Baterías de test tipo 'Hop test' de salto para establecer energías de miembros.

- Además, se realizarán reuniones semanales del equipo para analizar el avance discutiendo problemáticas enfrentadas, potenciales soluciones y dirección a seguir en pos de su solución y reuniones mensuales plenarias con los colaboradores para obtener una óptica transdisciplinaria que posibilite enfrentar los potenciales problemas de una forma integral .
 - Optimización: Se diseñan distintos modelos de la pieza para hallar aquella que cumpla de manera óptima con los requisitos (máxima fuerza, frecuencias forzantes lejos de frecuencia natural del modelo, optimización de peso.
 - Análisis numérico mediante software FEM de la forma elegida buscando que cubra los parámetros establecidos.
 - Construcción del prototipo y probetas para caracterizar el material.
 - Comparación de la prótesis lograda versus las características de las versiones comerciales.
 - Pruebas del prototipo, adaptación del atleta a la misma y posterior evaluación para comparar con los datos bibliográficos y con los datos previos sin prótesis.
 - Análisis apuntado a la optimización.
-

Cronograma

Actividades 2019	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Reuniones de equipo		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Capacitación de extensionistas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistematización de estudios		X	X									
Construcción de test de impacto		X	X									
Ensayos de caracterización		X	X	X								
Función de K vs N° de láminas			X	X	X							
Construcción de plataforma				X	X	X						
Estudio de la respuesta dinámica		X	X	X	X							
Estudios de procesos de fabricación						X						
Fabricación de prototipos						X	X	X				
Fabricación del anclaje							X	X	X	X		
Pruebas en campo del atleta									X			
Comparación con prótesis existentes										X		
Estandarización del proceso										X	X	
Análisis de viabilidad económica											X	X
Estimación de la vida útil											X	X

Bibliografía

IPC Athletics Rules and Regulations 2014/2015.

- IPC Athletics Classification Project for Physical Impairments: Final Report - Stage 1 (Research Report - IPC Athletics Classification Project for Physical Impairment 16 July 2010)
- Explanatory guide to Paralympic classification in Paralympic summer sports. September 2015 (IPC - <http://www.paralympic.org>)
- Chapter 4. 4 - Position Statement on background and scientific rationale for classification in Paralympic sport (IPC - <http://www.paralympic.org>)
- EVIDENCE-BASED CLASSIFICATION - CURRENT BEST PRACTICE [Based on: Tweedy, S.M. (2009), Appendix C - Assessing Extent of Activity Limitation Resulting from Impairment: In IPC Athletics Classification Project for Physical Impairments: Final Report - Stage 1, Tweedy, S.M., and Bourke, J. (Ed.) IPC Athletics, Bonn (pp. 74-6)]
- 'Biomechanics of double transtibial amputee sprinting using dedicated sprinting prostheses'. Bruggemann, Arampatzis et al., 2008.
- 'Running- specific prostheses limit ground-force during sprinting'. Grabowski - McGowan - McDermott - Beale, 2009.
- 'The fastest runner on artificial legs: different limbs, similar function?'. Weyand, Bundle, McGowan, Grabowski, 2009.
- 'Impact testing of new Athletic Prosthetic Foot'. Mushin Jweeg, Shaker Hassan, 2015.
- 'An Investigation Into the Measurement and Prediction of Mechanical Stiffness of Lower Limb Prostheses Used for Running' Dyer BT1, Sewell P, Noroozi S, 2014.
- 'Normative Spatiotemporal Parameters During 100-m Sprints in Amputee Sprinters Using Running-Specific Prostheses', Hobara H1, Potthast W, Müller R, Kobayashi Y, Heldoorn TA, Mochimaru M 2015.
- 'Sprint prostheses used at the Paralympics: a proposal for an assessment method to maintain fairness' Dyer B1, Sewell P, Noroozi S, Redwood S, Broomfield S, Callaway A 2012.
- 'Sprinting with an amputation: Some race-based lower-limb step observations' Dyer B1, Noroozi S2, Sewell P2, 2015.
- 'Leg stiffness of sprinters using running-specific prostheses' McGowan CP1, Grabowski AM, McDermott WJ, Herr HM, Kram R, 2012.
- 'The effects of changes in the sagittal plane alignment of running-specific transtibial prostheses on ground reaction forces', Shuichi Tominaga, PO,1,2,* Keisyoku Sakuraba, MD, PhD,1 and Fumio Usui, PO3, 2015.
- 'Metodología de evaluación de parámetros cinemáticos de la carrera de velocidad por medio de software libre y su contribución a la mejora del rendimiento atlético' Sanchez Ramirez
- "AQUÍ SE CUENTA" Primeros resultados de la Encuesta Nacional de Personas con Discapacidad, 2002-2003.(Complementaria del Censo 2001)ISSN 0329 - 7586 Número 14 - Diciembre 2004 - REVISTA INFORMATIVA DEL CENSO 2001
- Berritge, M. E. & Ward, G. R. (1987). International Perspectives on Adapted Physical Activity. USA: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Rius Sant, J. (1989). Metodología del atletismo. Barcelona: Paidotribo.
- Martín-Acero, R. & Porta, J. (1.994). Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la velocidad y la flexibilidad en el ARD. Modulo. 2.2.3. Master en Alto Rendimiento Deportivo.
- Kuznetsov, J.J. (1.984). Metodología del entrenamiento de la fuerza para deportistas de alto

nivel. Buenos Aires: Stadium.

- Zuhrt, R. (1986). Educación del movimiento y del cuerpo en niños discapacitados físicamente. Buenos Aires: Médica Panamericana.
 - Ríos, M. & Ruiz, P. (1998). Propuesta de un modelo integrador en las competiciones deportivas en edad escolar. Congrés de L'Educació Física i l'Esport en edat escolar a la ciutat de Barcelona.
-

Sostenibilidad/Replicabilidad

Existen muchos atletas con amputaciones o malformaciones congénitas, traumáticas o debidas a enfermedades que necesitan imperiosamente prótesis deportivas para uso competitivo o para práctica recreativa e inclusiva dentro del ámbito local y que actualmente se enfrentan al hecho de que solamente estos productos son fabricados en Europa o Estados Unidos e importados, con costos elevadísimos para el alcance de cualquier ciudadano del país (18000 dólares aproximadamente).

Ha sido constatado en diversos estudios y analizado el hecho de que más del 7% de las personas de nuestro país presentan algún tipo de discapacidad, muchas veces debida entre otros factores a precarias condiciones de salubridad, pobre alimentación, inadecuada atención durante la gestación, accidentes de tránsito y otros, y que gran parte de los casos de discapacidad están ligados a los sectores socio-económicos de medios a bajos recursos, para quienes estas tecnologías son inviables, haciendo que nuestra motivación ulterior sea en un futuro poner las mismas a disposición de quienes lo requieran a través de diversos agentes gubernamentales que correspondan, como pudiera ser por ejemplo el Ministerio de Bienestar o Desarrollo Social.

Actualmente se encuentran tres atletas del alto rendimiento deportivo trabajando mancomunadamente desde el inicio del proyecto acreditado 'DESARROLLO DE PROTESIS PARA COMPETICION EN MATERIALES COMPUESTOS' que han sido evaluados y colaboran con las pruebas de campo para evaluar el desempeño de sus respectivas prótesis. Además, el equipo ha sido contactado y vinculado con futuros posibles usuarios en su mayoría menores con gran potencial deportivo, entendiendo y apoyando la utilización de esta pieza desde temprano con el fin de lograr una adaptabilidad y uso natural de este tipo de productos.

Hoy día la demanda es amplia dado que prácticamente todo producto de este tipo es importado mientras que la mayor parte de los potenciales usuarios se encuentran excluidos de la práctica deportiva por su carencia, constituyendo así una potencial demanda creciente a futuro.

Aprovechando además el impulso que se da hoy en la UNLP, Universidad pionera en el país en el movimiento inclusivo, en lo que respecta a lograr dotar de una mayor accesibilidad para todos los estudiantes con dificultades motrices al estudio, creemos que es el momento apto para buscar fortalecerse con miras a esta temática y apuntando a la comunidad deportiva a través de este trabajo de extensión del que se beneficiará nuestra sociedad.

Los trabajos a desarrollar serán además propuestos como trabajo final de Carrera y de la práctica Profesional Supervisada (PPS) para alumnos de los últimos años de la carrera de

ingeniería, continuando con la línea de trabajo iniciada por el Ing. Lucas Sznajderman, en su trabajo final presentado en el 2015, quien es colaborador en el proyecto. Se espera igualmente generar y desarrollar el trabajo de manera transdisciplinaria aprovechando la vasta experiencia de miembros del equipo en el manejo de la discapacidad y el deporte, y buscando formar más extensionistas en el proceso.

Autoevaluación

Habida cuenta de los avances logrados y la experiencia generada en los proyectos de extensión pasados, se pretende continuar con un trabajo multidisciplinario ampliando el equipo de trabajo en busca de mejorar los procesos y la obtención de resultados de la mano de especialistas en diversas áreas del deporte, la salud y la ingeniería para conformar el equipo que aporte diversas ópticas y soluciones a una problemática de por sí compleja. El equipo propuesto estará integrado por ingenieros Aeronáuticos (Lucas Sznajderman, Marco Fontana e Ignacio Villar) y el estudiante de ingeniería (Alvaro Benitez Franco), la Licenciada en Nutrición especialista en evaluación deportiva de la Facultad de ciencias Médicas (Natalia Exner), además se cuenta con la colaboración de referentes en la temática y recomendaciones del médico deportólogo especializado del CEF N° 2 (Dr. Carlos Benítez Franco), y del laboratorio de biomecánica del CENARD (PhD. Msc. Gustavo Represas) adicionando su experiencia a la de quienes integran el proyecto siendo los responsables de las evaluaciones previas que alimentan los modelos de desarrollo y evaluando posteriormente los resultados que permiten optimizar las prótesis cuya construcción y análisis a cargo de los integrantes del equipo. Vale decir que, lo actuado en los proyectos de extensión anteriormente mencionados y al cual se pretende dar continuidad, ha derivado en publicaciones presentadas y aprobada en los Congresos: CAIA IV (4° Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica), EUDII 31 Santiago de Cali Colombia(2016), IV Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión de la Facultad de Ingeniería, mientras que actualmente ha sido enviado para presentar en el CAIA V a realizarse en el año siguiente. Además, el proyecto a participado en la jornada "Tecnologías Nacionales aplicadas a la Inclusión", llevada a cabo los días 12 y 13 de Julio de 2017 en el Recinto de la H. Cámara de Diputados y publicado en la revista del Centro Argentino de Ingenieros (Número 1123, en marzo de 2017).

Contar con la presencia y colaboración del Sr. Hernán Ruiz atleta de Fadesir/COPAR y estudiante de Educación física, asegura la realimentación de los trabajos realizados así como permite vehiculizar nuestros esfuerzos hacia los futuros usuarios acompañando en el uso de prótesis. Además de ser un excelente deportista, se ha logrado a lo largo de los años generar la confianza y el feedback correspondiente para un proyecto de esta índole.

Al tratarse de un trabajo escalonado, es decir, donde es necesario tener conocimientos previos para continuar cada etapa el desarrollo, la producción del primer prototipo queda contenida en cada estudio, ensayo o evaluación previa, acumulando conocimiento para poder incrementar la base que proyecte y dispare la siguiente etapa de desarrollo, de manera que se torna un proyecto dinámico donde cada paso depende del anterior. El concepto de evaluación irá de la mano de los indicadores que nos darán una medida del grado y dirección de progreso

comparando los resultados con las publicaciones así como con los resultados esperables y los resultados de test de usuario brindados por los atletas.

El Proyecto es beneficioso en todo sentido, pues nos permitirá desarrollar y poner al alcance de los deportistas tecnologías de difícil acceso para los mismos ofreciendo igualdad de condiciones en el plano de competición internacional pero así también permitirá poner esta misma tecnología al alcance de deportistas locales y personas que han visto truncada su participación en la vida deportiva por un accidente y que desean conectarse con la actividad física ya sea en una pista de atletismo como en el simple hecho de practicar el deporte recreativamente.

Al estudiar el proyecto, se han evaluado los beneficios que se consideran innegables en materia de alto rendimiento deportivo como en el factor socio-económico de los atletas destinatarios finales de las prótesis, así como también algunos aspectos que puedan traer dificultades a futuro. Pese a que se trata de un desarrollo nacional, algunas de las materias primas y elementos a utilizar para construcción o ensayos pueden ser de origen extranjero, generando dificultades en la importación por los costos, burocracia y tiempos. En cuanto al uso de las mismas en el plano competitivo internacional, luego de una revisión bibliográfica exhaustiva de la normativa IPC vigente, se concluye que no existe reglamentación que limite las prótesis en conceptos dinámicos, cinemáticos y o energéticos, pero si geométricos, no pudiendo dotar al atleta de una talla sobrenatural que modifique anormalmente su paso ni conteniendo la prótesis partes motoras, es decir, se puede crear una pieza que hoy en día es válida para la competición siempre y cuando no haya cambios a futuro.

Participantes

Nombre completo	Unidad académica
Sznajderman, Lucas (DIRECTOR)	Facultad de Ingeniería (Auxiliar)
Villar, Juan Ignacio (CO-DIRECTOR)	Facultad de Ingeniería (Profesor)
Fontana, Marco (COORDINADOR)	Facultad de Ingeniería (Auxiliar)
Antokoletz, Sebastian Pablo (PARTICIPANTE)	Facultad de Ingeniería (Graduado)
Exner, Natalia Andrea (PARTICIPANTE)	Escuela de Recursos Humanos (Jefe de Trabajos Prácticos)
Rossi, Maria Jimena (PARTICIPANTE)	Facultad de Ciencias Económicas (Auxiliar)
Benitez Franco, Alvaro (PARTICIPANTE)	Facultad de Ingeniería (Alumno)
Reinhadt, Ana Clara (PARTICIPANTE)	Facultad de Bellas Artes (Alumno)
Rodriguez Molina, Victor Manue (PARTICIPANTE)	Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (Alumno)

Organizaciones

Nombre	Ciudad, Dpto, Pcia	Tipo de organización	Nombre y cargo del representante
UNITEC	La Plata, Buenos Aires	Unidad de Investigación, Desarrollo, Extensión y Transferencia para la calidad de la Educación en Ingeniería con orientación al uso de TIC	Mg. María C. Cordero, Coordinador
GEMA	La Plata, Buenos Aires	UID unidad de investigación y desarrollo de la Facultad de ingeniería de la UNLP	Ing. Pablo L. Ringegni, Coordinador
LACLYFA	La Plata, Buenos Aires	UIDET unidad de investigación y desarrollo, extension y transferencia de la Facultad de ingeniería de la UNLP	Dr. Ing. Julio Marañon Di Leo, Coordinador
GFC	La Plata, Buenos Aires	UID unidad de investigación y desarrollo, de la Facultad de ingeniería de la UNLP	Dra. Ing Ana Scarabino, Coordinadora
CENARD - LABORATORIO DE BIOMECAÁNICA DEPORTIVA	Ciudad Autónoma de Buenos Aires	El CENARD pertenece a la Secretaría de Deporte de la Nación, cuya sede está situada dentro del mismo. Posee complejos de gimnasia deportiva y polideportivo, gimnasio de musculación con aparatos, gimnasio de pesas, gimnasio de boxeo, estadio deportivo y pistas de atletismo entre otras facilidades. Cuenta con un laboratorio de control antidoping, Asistencia Médica Preventiva con clínica médica, guardia media, radiología, traumatología, nutrición, kinesiología, cardiología, podología, psicología deportiva y odontología mientras que Los servicios externalizados son entre otros, laboratorio de fisiología y laboratorio de biomecánica.	Msc.PhD. Gustavo Represas, Dir. Laboratorio de Biomecánica
ADEDIS	La Plata, Buenos Aires	Asociación de deportistas discapacitados de La Plata, Berisso y ensenada	Cr. Guillermo Baci, Presidente

Nombre	Ciudad, Dpto, Pcia	Tipo de organización	Nombre y cargo del representante
ASOCIACIÓN PARAATLETIKA	Ciudad Autónoma de Buenos Aires	Asociación de deportistas discapacitados motores y visuales	Gustavo Romero, Presidente
CEF 2 LA PLATA	La Plata, Buenos Aires	Centro de Educacion Fisica perteneciente al Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires	Carlos Benitez Franco, Jefe medico