



# UCA

PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
ARGENTINA

Santa María de los Buenos Aires

## FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

### 1- PROYECTO

**Título:** Adquisición y procesamiento de señales biológicas asociadas a la biomecánica del adulto mayor y al riesgo de caída.

#### 1.2 Área Temática

Disciplina: Ingeniería para la Salud

Especialidad: Biomecánica humana/ Procesamiento de señales biológicas

#### 1.3 Área Prioritaria: Envejecimiento

**1.4 Tipo de Proyecto:** Investigación aplicada.

**1.5 Lugar de Trabajo:** Fac. de Ingeniería y Ciencias Agrarias; Laboratorio de Biomecánica de Ingeniería para la Salud (LaBIS).

### 2- RESPONSABLES

#### 2.1 Director

**Apellido y nombre:** Dra. Mónica. T. Miralles

**Cargo Docente:** Titular Mecánica de Fluidos/ Electrónica I/

**Dedicación:** Exclusiva

**Títulos académicos obtenidos:** Dra. En Ciencias Físicas (FCEyN-UBA)

### 3. PLAN DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Resumen

El cambio en los registros de equilibrio (aumento de variabilidad) es un de las consecuencias inmediatas y observables cuando se presenta algún tipo de problema en el control motor, o la declinación del mismo por cualquier otro factor. En sujetos normales, a medida que avanza la edad, los trastornos degenerativos del sistema nervioso central aumentan la probabilidad de caídas, con las consecuentes fracturas y traumatismos asociados. Luego, la posibilidad de tener algún tipo de detección del riesgo de caída a partir de los patrones de equilibrio se vuelve un interesante desafío. El objetivo central del presente proyecto es analizar, utilizando herramientas matemáticas innovadoras y complementarias a los métodos clásicos de análisis del equilibrio

humano, normal o disfuncional, espectros (obtenidos con acelerómetros 3D) utilizando análisis multiescala, y registros estabilométricos (obtenidos a partir de plataformas -dinámica y estática-) utilizando aplicaciones de la teoría dinámica de sistemas. Las actividades realizadas en este proyecto servirán para su validación. Con los resultados obtenidos se espera poder definir índices o parámetros pertinentes que permitan una mejor comprensión del complejo fenómeno del equilibrio humano para la mejora de test y pruebas diagnósticas, complementarias a las ya existentes en el campo clínico, como también, proponer nuevos protocolos de rehabilitación o de entrenamiento basados en sus conclusiones. Por otra parte, el proyecto busca una estrecha interacción con los estudiantes de grado de ingeniería electrónica y/o de sistemas, tanto en el campo del procesamiento de señales como de la posible inclusión de los resultados a desarrollos pertinentes para adultos mayores.

### **3.2 Palabras claves**

**Procesamiento de señales; adulto mayor, riesgo de caída, balance.**

### **3.3 Estado actual del conocimiento sobre el tema**

El equilibrio corporal, tema de interés central para la biomecánica humana, es una condición esencial para realizar cualquier tipo de actividad física durante la estación de pie, la marcha y los diversos movimientos, gestos y posturas de la vida cotidiana. Se considera que el “equilibrio-postural-humano” es el resultado de distintas integraciones sensorio-perceptivo-motrices que, -al menos en una buena medida- conducen al aprendizaje en general y al aprendizaje propio de la especie humana en particular (Lázaro Lázaro, 1994). Esta primordial necesidad de un estado persistente de equilibrio se debe a la inestabilidad intrínseca de las estructuras de soporte y movilidad (sistema ósteo-músculo-téndino-articular). Se logra el equilibrio estable mediante el continuo accionar de sistemas retroalimentados de regulación y control. El fino y continuo ajuste automático de las posiciones y posturas correctoras a los músculos, es el resultado de la información que perciben tres sistemas complementarios de captación de información (sistemas aferentes) y de un conjunto de sistemas efectores de interpretación y envío de órdenes, que hacen que el centro de masa corporal se proyecte dentro de variados y cambiantes polígonos de sustentación.

Una de las consecuencias inmediatas y observables cuando se presenta algún tipo de problema en el control motor, o declinación de éste, es el cambio en los registros de equilibrio (aumento de variabilidad).

Son muchas las herramientas matemáticas propuestas para el tratamiento de los datos biomecánicos, como así también los modelos que sustentan el uso de éstas. Las herramientas matemáticas no dejan de multiplicarse, resultando de especial interés para este proyecto la estabilidad postural y la dinámica fractal (Blaszczyk, et al 2001), donde la dimensión fractal se presenta como una medida sensible para las señales de posturografía, como también el análisis no lineal de las series temporales de marcha en adultos mayores, tanto neurológicos como no neurológicos (Dingwell J. et al. 2000; Han et al 2005). Por su parte, en el procesamiento de señales hoy se cuenta con numerosas y sofisticadas herramientas de tratamiento que van desde la aplicación de las leyes de la mecánica clásica y los tratamientos usuales de señales periódicas (FT, FFT), hasta las más novedosas aplicaciones al campo biológico de herramientas desarrolladas para analizar complejas señales no estacionarias (por ej. análisis tiempo-frecuencia multiescala).

Son de interés en este proyecto, además de los tratamientos clásicos bien conocidos, utilizar herramientas matemáticas de la estabilometría fractal y, en particular, adoptar parámetros provenientes de la Teoría de los Sistemas Dinámicos (Kaplan et al, 1995). Esta última teoría considera que los patrones de movimiento surgen a partir de la organización sinérgica del sistema neuromuscular, la cual depende de factores morfológicos (estructuras biológicas), biomecánicos (leyes de la cinética y de la cinemática), ambientales (eventos espacio temporales) y de la tarea específica realizada (marcha, correr, saltar) y ven el envejecimiento en forma cualitativa a partir de pérdidas de frecuencias en diagramas específicos.

Es decir, asumir que los patrones de movimiento son el resultado de músculos individuales y de trayectos neurales colectivamente trabajando en conjunto para lograr una salida funcional acorde a las restricciones del sistema. Esto sugeriría que, variaciones en la forma en que el sistema neuromuscular está organizado, se traducen en la variabilidad de los registros de equilibrio, pueden estar relacionadas con la salud y no con la disfuncionalidad, como lo consideran los métodos clásicos.

Este enfoque novedoso, que vincula la variabilidad de parámetros biomecánicos con la salud motora del individuo, se sustenta en un modelo del movimiento que pone foco sobre sus características de “complejidad”, en el sentido propuesto por la teoría de los sistemas adaptativos complejos. Esta dinámica compleja se justifica

en el alto número de grados de libertad que exhibe el aparato motor humano, tanto en su conjunto articulado de segmentos corporales, como en las acciones neuromusculares que lo movilizan.

Por su parte, el volumen de datos, en cada uno de los ensayos, ya sea de marcha o de equilibrio ortostático, justifica la aplicación de técnicas de Data Mining, particularmente de Machine Learning (Chen 2005). La segmentación de pasos en estudios de marcha se ha vuelto un campo de investigación en sí mismo. Los algoritmos de segmentación son un tema fundamental para poder comprender y analizar la marcha humana, tanto normal como patológica. Poder segmentar refiere a identificar en un registro temporal, cada uno de los pasos dados por el sujeto, con su variabilidad espacio temporal (periodo y largo de zancada). Dentro de cada ciclo de marcha se definen sub-ciclos, cuyos parámetros, a su vez, permiten valorar el estado de equilibrio del sujeto. Diversos métodos para la segmentación de pasos de marcha, a partir de señales generadas por sensores de medidas inerciales, han sido propuestos. Entre los más destacados se encuentran el de Shin y Chan Gook Park (2011), que proponen un algoritmo de estimación de longitud de pasos utilizando parámetros óptimos. Otra metodología para la segmentación de pasos fue la que utiliza un sensor de esfuerzo sobre del cuerpo, de bajo costo, con algoritmos de marcha apropiados (Godfrey, 2015). El grupo cuenta, en una primera aproximación a la temática de Machine Learning, con antecedentes en la validación de índices propuestos de marcha utilizando algoritmos como el AdaBoost (Gherssi, et al 2014).

Finalmente, la integración a los estudios ortostáticos de la posturografía clínica se considera que pueden permitir el establecimiento de nuevas correlaciones ligadas al balance del adulto mayor.

La observación de las relaciones inter-segmentarias de la postura en posición de pie, se las agrupa según las siguientes cuatro alienaciones: cervice – cefálica, del tronco y columna, de cintura escapular y miembro superior y, de cintura pelviana y miembro inferior. Estas alienaciones permiten definir un “índice de diagnóstico postural funcional” de manera amplia y exhaustiva (Oleari, 2011). Con estos conceptos se desarrolla la objetivación de los signos de alineación postural, por regiones y planos, en diferentes tomas de fotografía clínica (posturografía). Se estandarizan los puntos anatómicos significativos (a través de la anatomía de superficie, palpatoria, proyectiva y topográfica) que permiten, al unirse entre sí, determinar líneas y ángulos, y de este modo, transformarse en indicadores posturales de alineación (o desvíos respecto a una situación normal de referencia).

Se considera, entonces, y hay recientes trabajos que así lo sugieren (Ahsan et al. 2006), que, a partir de herramientas matemáticas específicas aplicadas a los patrones de equilibrio, se puede establecer la probabilidad de riesgo de caída en pacientes ancianos. Estos dispositivos y resultados pueden abrir paso al rediseño de protocolos, la propuesta de medios y evaluaciones complementarias a ser incorporados o sumados a los test cualitativos tradicionales utilizados en neurología (Morrison, 1998; Davis A.M. 1998 y INEGI, 1997).

### 3.4 Objetivos e hipótesis de la investigación

**Objetivo general:** Adquirir conocimiento acerca de la variabilidad de los patrones de equilibrio (estático y dinámico) del adulto mayor, en particular, con riesgo de caídas.

Objetivos derivados

- a) Explorar y aplicar herramientas matemáticas avanzadas en el procesamiento de señales acelerometría 3D, de bases propias y abiertas.
- b) Introducir el análisis de correlaciones entre estabilogramas, posturografía clínica y otros sistemas de señales estáticas y dinámicas (por ej. electromiografía).
- c) Introducir mejoras continuas en el equipamiento destinado a tareas de investigación del balance y equilibrio humano, y concebir nuevos dispositivos que integren tecnologías innovadoras.

#### Hipótesis de la investigación

La variabilidad de los registros de equilibrio y balance de adultos mayores, en particular con riesgo de caídas, abordada a partir del estudio de los patrones de equilibrio estático y por posturografía clínica, y del equilibrio dinámico (marcha), permiten cuantificar y relacionar variables significativas para aportar mejoras o definir nuevos protocolos a partir de indicadores que logren evidenciar, de manera objetiva, repetible y cuantificable, la performance de los pacientes, su progreso o declinación, en el control del sistema motor.

### 3.5 Metodología

Los pasos se explicitan mediante diferentes actividades que se incluyen en el cronograma.

Para el objetivo a):

**A-1. Actualización y revisión del estado del arte (modelos biomecánicos, sistemas y herramientas matemáticas).**

**A-2.1 Análisis de registros de equilibrio de bases de señales propias e internacionales.**

**A-2.2. Análisis de registros de sujetos normales y óptimos.**

Se considera la evaluación de sujetos en diferentes etapas etarias que se consideren saludables a partir de las bases disponibles. Se incluirán los llamados sujetos óptimos, quienes entrenan el equilibrio desde tempranas edades (bailarines clásicos, atletas, acróbatas), para obtener un mayor conocimiento de similitudes y diferencias con patrones de marcha senil.

**A-3. Análisis de patrones estabilométricos por métodos tradicionales.**

Esta etapa corresponde al análisis de las variables relevadas. Se estudian fases temporales en las que se analiza el desplazamiento del centro de masa en los distintos planos, relación con el centro de presión, fuerzas de reacción, aceleración en las tres direcciones, y todo aquello que se considere de valor conclusivo. Se utilizarán las distintas formas de representación comúnmente utilizadas, tales como los gráficos de velocidad en función de desplazamiento por grado de libertad, que aportan información gráfica de la estabilidad y organización de la locomoción humana.

**A-4. Análisis de patrones estabilométricos por métodos innovadores.**

Tratamientos matemáticos aplicados a los espectros pertinentes para señales no estacionarias, Se utilizarán métodos multivariados y la teoría dinámica de sistemas.

**A-5. Definir índices o parámetros que permitan una mejor comprensión del complejo fenómeno del equilibrio humano.**

**A-6. Discusión de protocolos de equilibrio.**

Se trata de analizar, comparar y determinar la performance de los protocolos de equilibrio en uso y avanzar sobre su justificación.

**A-7. Desarrollo de dispositivos auxiliares para la realización de pruebas protocolares (oportunidad para desarrollos finales, integrados).**

**A-8. Desarrollo de herramientas para automatizar el análisis de los registros o visualizar índices**

Estas herramientas (interfaces gráficas de usuario dedicadas o funciones automatizadas) permiten: (a) Normalizar datos de fuentes diversas y facilitar la visualización y selección de registros y su recorte; (b) Ofrecer funciones auxiliares que faciliten la posterior extracción de índices (por ejemplo, segmentación automática de ciclos de marcha en señales de aceleración), y (c) Automatizar el manejo de grandes conjuntos de datos para el análisis y validación de índices propuestos. Son necesarias tanto al inicio (a), (b) como al cierre (c) de los ciclos de exploración sobre las señales. Por último, cumplen la función adicional (d) de consolidar los métodos validados en herramientas accesibles para futuras investigaciones.

**A-9. Evaluación de los datos según las diversas categorías.**

Procesamiento de las señales, comparaciones y análisis estadísticos

**A-11. Elaboración de conclusiones y publicación de resultados. Validación de Modelos.**

Los resultados serán presentados en congresos de la especialidad, nacionales e internacionales, y publicados en Journals de revistas reconocidas.

**A-12 Formación de recursos humanos de grado y de posgrado.**

### **3.6 Desarrollo del Trabajo**

El grupo de investigación ha acumulado experiencia centrada en el campo del equilibrio humano de adultos mayores, la biomecánica y las nuevas tecnologías, en forma continua, desde 2009.

Durante estos años:

- a) Se han desarrollado dispositivos innovadores (balanzas estabilométricas y dispositivos ambulatorios para el estudio de la marcha) que permitieron la obtención de estabilogramas y de series temporales a partir de los trabajos de campo, que fueron base de algunas de las publicaciones.
- b) Se ha estudiado modelos y procesamiento de estas señales en las formas tradicionales, como también a partir de la Teoría de los Sistemas Dinámicos (sistemas complejos adaptativos).
- c) Se cuenta con el servicio de neurología del hospital C. Milstein, con el aval de su comité de ética, y con la presencia de médicos como, la Dra. Esnaola y el Dr. Pérez Akly, junto a kinesiólogos, como la Lic. Mariela Ferrando, que permitieron ir configurando, a lo largo del tiempo, una base propia de señales de

adultos mayores con riesgo de caída, la cual, junto a las bases disponibles en el mundo, permiten establecer correlaciones y obtener mejores resultados (Miralles et al 2012,2017 ).

- d) Se realizan tests y escalas para riesgo de caída (Tinetti, Get Up and Go, etc), cuyos puntajes se pueden correlacionar con nuestras mediciones simultaneas *in situ*, lo que permite dar objetividad científica a ítems tales como simetría de pasos, etc.
- e) Se cuenta experiencia en el desarrollo de Indicis o indicadores que puedan ser buenos predictores del riesgo de caídas a partir de la integración de todas las observaciones. En este último punto se está terminando una maestría (Ing. Diego Edwards), docente de UCA, que incluye aspectos vinculados con la minería de datos. (Gheri et al, 2003, 2015; Akly et al 2011)).
- f) La integración de estudios posturográficos, desde 2017, junto a la Dra. Oleari (FM-UBA) , ha permitido profundizar aspectos de estabilometría no detectables con las balanzas estabilométricas, que representan una línea promisoría a desarrollar en el presente proyecto.
- g) La integración con el Diseño Industrial ha permitido el desarrollo de accesorios (escalera de paso graduable, calibradores) para pruebas específicas, como también ideas para la concepción de nuevos tipos de plataformas (Mondani et al, 2016).
- h) La compra de equipos comerciales adquiridos con sucesivos subsidios UBACYT, como el sistema Neurocom VSR (plataforma con Notebook Dell Inspiration, Core I5-balance manager, en 2017, al igual que el G-Walk de BTS, para estudios de marcha, permiten que las señales pueden ser adquiridas en “bruto” y procesadas por el grupo para su investigación, independientemente de los resultados dado en el software correspondiente. Estas adquisiciones, han permitido comparar los prototipos desarrollados, como también adquirir las señales “brutas” de los tests incorporados, para su estudio y procesamiento por otros medios.

La metodología está detallada en las diferentes actividades propuestas en el ítem metodología.

### 3.7 Bibliografía

- Ahsan H. Khandoker, Rezaul K Begg and Marimuthu Palaniswami. (2006). Estimating falls risk in the elderly: a wavelet based multiscale analysis, *4th International Conference on Electrical and Computer Engineering ICECE 2006*, 19-21 December 2006, Dhaka, Bangladesh.
- Blaszczyk J. Klonowsky W. (2001) Postural stability and fractal dynamics, *Acta Neurobiol.* 61:105-112.
- Chen, H. Sherrilynne S. Friedman, F.C.;Hersh W., (2005). Medical Informatic. Management and Data Mining in Biomedicine. New York. Springer.
- Czyzyk, Paulina (2016), Nuevos desafíos para la kinesiología: marcha y cognición en el AM; *Rev. Arg. de Gerontología y Geriatria*;Vol 30(2):72-74. 2016.
- Davies, A.M. (1998). Ageing and health in the 21st century: an overview. *Proceedings of a WHO Symposium*. Kobe, 10-13.
- Dingwell J., Cusumano J. (2005); Non linear time analysis of normal and pathological human walking, *Chaos*,10, 4, 848-855.
- Gheri I, Mariño M y Miralles M T. (2016). Discrete Kalman Filter Based Sensor Fusion for Robust Accessibility Interfaces, *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 705, Conference 1, Online ISSN: 1742-6596, 10pp. 2016.
- Gheri, I., Alvarez, F., & Miralles, M. T. (2015). Classification of Performance in risk-of-falls assessment based on accelerometer data and feature boosting, *IFMBE Proceeding of VI Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2014, Paraná, Argentina 29, 30 & 31 October 2014*, Volume 49, 222-225, 2015; Braidot A., Hadad, A. (Edit); ISBN: 978-3-319-13116-0, 1023 pag. [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-13117-7\\_155#page-1](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-13117-7_155#page-1)
- Godfrey, A., Del Din, S., Barry, G., Mathers, J. C., & Rochester, L. (2015) Instrumenting gait with an accelerometer: A system and algorithm examination; *Medical Engineering and Physics*, 37(4), 400-407.
- Han, J, Moussavi1, Z., Szturm T. and Goodman. V. (2005). Application of nonlinear dynamics human postural control system. *Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference Shanghai, China, September 1-4.*
- INEGI, *Estadísticas sociodemográficas por grandes grupos de edad, según entidad federativa*, 1997.

- Kaplan D; Glass Leon (1995); *Understanding Nonlinear Dynamics*; Springer Science+Business Media, LLC, New York.
- Kraant., G. A., van Veen, J., Snijders, C. J., Storm., J., (2001). Starting from standing why step backwards?, *J. of Biomech.* 2001, 34,211-215.
- Lázaro Lázaro, A., (1994). La función del equilibrio en el ser humano: aspectos educativos. *Sicomotricidad, Rev. de Estudios y Experiencias*, 41: 43-61.
- M. T. Miralles; R. Vecchio; I. Ghersi, R. Paterson; F. Álvarez; M. P. Akly; Mariela Ferrando; A Paterson (2012), Estudios de equilibrio en pacientes con riesgo de caída a partir de datos de acelerometría en tres ejes. *Actas de las XIV Jornadas de Ingeniería Clínica y Tecnología Médica*, Paraná 2012. ISBN 978-950-608-295-9. Online: <http://bioingenieria.edu.ar/grupos/geic/biblioteca/j2012/Documentos/Trabajos/T12TCAr14.pdf>
- Miralles M T y Ghersi I (2017)), Capítulo 9: Muscle-skeletal system, en *Further Understanding of the Human Machine*, editor Max E. Valentinuzzi, World Scientific Publishing, Singapur. 2017)
- Mondani, M, Ghersi I y Miralles M T (2016) Video-analysis Interface for Angular Joint Measurement, *Journal of Physics: Conference Series*, Volume 705, Conference 1, Online ISSN: 1742-6596, 012016, 8pp.
- Morrison-Bogorad M. (1998) Neuroscience and neuropsychology of aging: from basic science to clinical research. *Neurosc. Newlett.* 29:10.
- Oleari, C; 2011 Método de las Tres Escuadras - Método de Reeducción Postural con Abordaje Global Mezierista: fundamentos teóricos científicos – técnicos, sistematización de la evaluación, evolución y resultados del tratamiento; *Tesis doctoral*, Biblioteca Central Facultad de Medicina UBA; Bs. As. Argentina.

Actividad	Meses del primer año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A-1. Actualización y revisión del estado del arte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-2.1 Análisis de registros de equilibrio de bases de señales propias e internacionales			X	X	X			X	X	X		
A-2.2. Análisis de registros de sujetos normales y óptimos.			X	X	X			X	X	X		
A-2.3. Seguimiento de pacientes con asistencia primaria ya iniciada (talleres de integración psicomotriz)				X	X					X	X	
A-3. Análisis de patrones estabilométricos por métodos tradicionales.					X	X	X	X	X			
A-4. Análisis de patrones estabilométricos por métodos innovadores.										X	X	X
A-5. Definir índices o parámetros que permitan una mejor comprensión del complejo fenómeno del equilibrio humano						X	X	X	X	X	X	X
A-6. Discusión de protocolos de equilibrio (Discusión preliminar y durante desarrollo del primer año)	X	X				X	X					X
A-8. Desarrollo de herramientas para automatizar el análisis de los registros o visualizar índices (Preparación para análisis de registros y automatización de extracción de parámetros definidos)	X	X	X	X						X	X	X
A-9. Evaluación de los datos según las diversas categorías (Análisis integral de avances del primer año y proyecciones del segundo año)										X	X	X

A-11. Elaboración de conclusiones y publicación de resultados ( <b>Resultados preliminares: herramientas auxiliares y avances al cierre del primer año</b> )					X	X	X					X	X
A-12 Formación de recursos humanos de grado y de posgrado.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

- Pérez Akly, M.; Ferrando, M.; Tornari, J.C.; Esnaola, M. M.; Vecchio, R.; Ghersi, I.; Miralles, T.; Paterson, R.; Paterson, A.; Álvarez, (2011). Evaluación del riesgo de caídas en adultos mayores: trastornos de marcha y postura. Jornadas Interdisciplinarias de la Unidad Asistencial Dr.César Milstein – 2011, 28-30 de septiembre de 2011, Buenos Aires, Argentina.
- Shin, S. H., & Park, C. G. (2011) Adaptive step length estimation algorithm using optimal parameters and movement status awareness. *Medical Engineering and Physics*, 33(9), 1064-1071.

#### 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

##### 4.1 Cronograma de Actividades

Actividad	Meses del segundo año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A-1. Actualización y revisión del estado del arte	X	X	X				X	X	X			
A-2.1 Análisis de registros de equilibrio de bases de señales propias e internacionales						X	X	X	X	X		
A-2.2. Análisis de registros de sujetos normales y óptimos.						X	X	X	X	X		
A-2.3. Seguimiento de pacientes con asistencia primaria ya iniciada (talleres de integración psicomotriz)				X	X					X	X	
A-3. Análisis de patrones estabilométricos por métodos tradicionales.	X	X	X	X								
A-4. Análisis de patrones estabilométricos por métodos innovadores.					X	X	X	X	X			
A-5. Definir índices o parámetros que permitan una mejor comprensión del complejo fenómeno del equilibrio humano ( <b>Definición avanzada y ajustada por validaciones</b> )	X	X	X	X	X	X						
A-6. Discusión de protocolos de equilibrio ( <b>Discusión avanzada con resultados del primer año y a partir de validación de índices o metodologías</b> )	X	X	X				X	X	X	X	X	X
A-7. Desarrollo de dispositivos auxiliares para la realización de pruebas protocolares ( <b>con apoyo en discusión de protocolos</b> )				X	X	X	X	X				
A-8. Desarrollo de herramientas para automatizar el análisis de los registros o visualizar índices ( <b>Herramientas para validación de índices e extracción automática de índices una vez validados</b> )	X	X					X	X				
A-9. Evaluación de los datos según las diversas categorías ( <b>Integración de avances del segundo año y ajustes hacia la etapa de cierre del proyecto</b> )						X	X	X	X			
A-10. Clasificación y validación de índices. ( <b>Propuesta inicial en función de avances del primer año</b> )		X	X	X	X	X						
A-11. Elaboración de conclusiones y publicación de resultados									X	X	X	X

A-12. Formación de recursos humanos de grado y de posgrado.		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Actividad	Meses del tercer año												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A-1. Actualización y revisión del estado del arte	X	X	X										
A-2.1 Análisis de registros de equilibrio de bases de señales propias e internacionales	X	X	X	X	X								
A-2.2. Análisis de registros de sujetos normales y óptimos.	X	X	X	X	X								
A-2.3. Seguimiento de pacientes con asistencia primaria ya iniciada (talleres de integración psicomotriz)	X	X				X	X						
A-4. Análisis de patrones estabilométricos por métodos innovadores. (exploración final de métodos innovadores para análisis de equilibrio estático)	X	X	X	X	X	X							
A-5. Definir índices o parámetros que permitan una mejor comprensión del complejo fenómeno del equilibrio humano (Consolidación final de índices seleccionados para marcha y equilibrio estático)			X	X	X	X	X	X					
A-6. Discusión de protocolos de equilibrio (discusión de cierre)								X	X	X	X	X	X
A-7. Desarrollo de dispositivos auxiliares para la realización de pruebas protocolares (oportunidad para desarrollos finales, integrados)										X	X	X	
A-8. Desarrollo de herramientas para automatizar el análisis de los registros o visualizar índices (herramientas integradas de análisis y/o extracción de índices seleccionados)				X	X			X	X	X			
A-9. Evaluación de los datos según las diversas categorías.						X	X	X	X	X	X	X	X
A-10. Clasificación y validación de índices. (validaciones)					X	X	X	X					
A-11. Elaboración de conclusiones y publicación de resultados (conclusiones finales)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-12 Formación de recursos humanos.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

#### 4.2 Actividades de Transferencia

#### 4.3 Vinculación del proyecto con la actividad docente desarrollada en la UCA

Las actividades del proyecto se piensan para lograr la transferencia al grado, especialmente a las dos carreras de Ing. Electrónica e Ing. en Telecomunicaciones.

Las mismas se realizan a partir de las actividades docentes en las materias del ciclo superior de Electrónica I y Procesamiento de Señales.

Por otra parte, y dado que hay antecedentes en el LaBIS de los trabajos finales en Ing Industrial, se espera reforzar esta relación introduciendo aspectos de biomecánica ocupacional, ligados a los nuevos requerimientos tecnológicos vinculados a las interfases hombre-máquina, que también pueden ser interesantes para la alumnos de Ing. De Sistemas.

En cuanto al posgrado, en el LaBIS se pueden tutorear trabajos finales de alumnos de la Carrera de Especialización en Higiene y Seguridad. En este momento esta terminado su trabajo el Ing. Mario Hurtado.



#### 4.4 Vinculación del proyecto con problemas de la Comunidad

Las actividades del grupo pueden volcarse a:

1- Programas de prevención de caídas.

2- Guías de recomendaciones de educación para la salud del adulto mayor:

3- Organización de Jornadas o encuentros abiertos a la comunidad.

4- Se espera retomar el ciclo: **Ciclo Ciencia+Arte+Diseño**, iniciado en 2018, en UCA.

5- Investigación en el área de diseño de producto. Hay pocos productos comerciales destinados a abordar la problemática de la prevención del riesgo de caída de adultos mayores desde intervenciones tecnológicas.

Una línea de abordaje es aquella destinada a apoyar la intervención de prevención de caídas tomado un enfoque proactivo para educar pacientes, que aún pueden estar en bajo riesgo de caerse y aumentar su conocimiento de los riesgos potenciales y, de esta manera, fomentar un cambio de comportamiento que puede reducir su riesgo de caída en el futuro.

Otra posibilidad es la de incorporar intervenciones de evaluación ambiental en los sistemas post-caída. Mientras que las caídas, a menudo, ocurren como resultado de múltiples riesgos, se beneficiaría gran parte de la evaluación de los factores de riesgo extrínsecos, incorporando intervenciones de evaluación ambiental.

Finalmente desarrollar, implementar y evaluar sistemas en condiciones de la vida "real". Las caídas son un fenómeno complejo y aún no se han entendido completamente. La fisiología de los pacientes, en relación con las caídas de la vida real, difiere de aquella referida a la recolección simulada de datos

El LaBIS se encuentra vinculados con los siguientes laboratorios e instituciones afines:

- **Centro de Investigación en Diseño Industrial de Productos Complejos (FADU-UBA)**. Allí, el grupo está en colaboración con el D.I. Gerardo Tomé (Director del CIDI-FADU-UBA) y con el Dr. Mario Mariño (Prof. Emérito de FADU-UBA) y con el Ing. H. Ferrari (Consulta FADU-UBA).
- **Centros de Atención del Instituto Nacional de Servicios Sociales para Jubilados y Pensionados – Sistema Por+Salud, INSSJP/PAMI** (incluyendo la Unidad Asistencial Dr. César Milstein, y el Centro de Promoción, Prevención y Rehabilitación). Allí se trabaja con el grupo de médicos neurólogos bajo la dirección de la Dra. María Martha Esnaola del servicio de Neurología.
- **Grupo de Ingeniería Biomédica** de la UBA. Director. Dr. Silvano Zanutto. En particular se espera contar con la colaboración del Dr. Andrés Ozols del área biomateriales vinculados a los conductores para el diseño de textiles inteligentes. Se está tramitando el correspondiente convenio.
- **Laboratorio de Investigaciones Biomecánicas** - Cátedra de Biomecánica y Anatomía Funcional y de la Carrera de Kinesiología y Fisiatría de la Facultad de Medicina de la UBA (directora Prof. Dra. Cristina Oleari, en conjunto con el coordinador general y colaboradores de la Cátedra).
- **Laboratorio de Biodiversidad y Biología Experimental** – Facultad de Cs. Exactas y Naturales, UBA. El Dr. E. Rodríguez es co-director del proyecto *De la variabilidad de los patrones de control motor estático y dinámico a la prevención de caídas en adultos mayores*. Convocatoria UBACYT 2020-2022; Código UBACYT: 20620190100005BA. Marginaciones Sociales (PIUBAMAS), Directora: Dra. Mónica T. Miralles (FADU-UBA); Codirectores: Dra. C. Oleari (FM-UBA); Dr. E. Rodríguez (FCEyN-UBA). Por Res. Resolución (CS) N° 1902/2018 (en CUDAP: EXP-UBA: 0014560/20169) El proyecto fue aprobado (98/100 puntos) y financiado RESC-2020-354-E-UBA-REC, Anexo V. Duración 1 de enero de 2020 al 31 de diciembre de 2022. Monto total estimado: \$ 288000. En el mismo participan 4 unidades académicas de la UBA (FADU, FM, FCEyN y FI), siendo el LaBIS-UCA declarado como laboratorio de desarrollos.
- **Universidad Favaloro** (convenio en curso), en relación con la *Diplomatura en Biomecánica Clínica: De la teoría a la práctica*.
- **Universidad Nacional de San Martín** (convenio firmado en relación con la línea de Biotensegridad).
- **Ital. Italiano** (carta de intención).

En relación a las empresas el LaBIS tiene vinculación con:

- La empresa **MicromedSystems**, (en vigencia un convenio).
- **BTS Motion Society** ( en curso)

## 5. PERSONAL ASIGNADO AL PROYECTO

5.1 Completar la tabla de datos para cada uno de los integrantes en el siguiente orden: Director, Codirector, Investigadores e Investigadores en formación.

### 5.1.1. Por la UCA

<b>Función:</b>	Directora/investigadora		
<b>Apellido y Nombre:</b>	Miralles, Mónica Teresita		
<b>Tipo y No. Documento:</b>			
<b>No. de Legajo en UCA:</b>			
<b>Lugar y Fecha de Nacimiento:</b>			
<b>Nacionalidad:</b>			
<b>Domicilio:</b>			
<b>TE Particular/celular:</b>			
<b>E -mail:</b>	monica_miralles@uca.edu.ar		
<b>Título de Grado:</b>	Lic. en Ciencias Físicas		
<b>Máximo Título Obtenido:</b>	Dra. En Ciencias Físicas		
<b>Cargo Docente:</b>	Prof. Titular		
<b>Si reviste como investigador en otra Institución (Ej.: CONICET, etc.), consignar:</b>	<b>Institución</b>	<b>Cargo</b>	<b>Dedicación</b>

<b>Función:</b>	Investigadora		
<b>Apellido y Nombre:</b>	Fusco, Mara Edith		
<b>Tipo y No. Documento:</b>			
<b>No. de Legajo en UCA:</b>			
<b>Lugar y Fecha de Nacimiento:</b>			
<b>Nacionalidad:</b>	Argentina		
<b>Domicilio:</b>			
<b>TE Particular/celular:</b>			
<b>E -mail:</b>			
<b>Título de Grado:</b>	Ingeniera en Electrónica		
<b>Máximo Título Obtenido:</b>	Magister en Ingeniería Biomédica		
<b>Cargo Docente:</b>	Adjunto Interino		
<b>Si reviste como investigador en otra Institución (Ej.: CONICET, etc.), consignar:</b>	<b>Institución</b>	<b>Cargo</b>	<b>Dedicación</b>

<b>Función:</b>	Laboratorista y actividades vinculadas a normativa y seguridad.		
<b>Apellido y Nombre:</b>	Florentin, Raúl		
<b>Tipo y No. Documento:</b>			
<b>No. de Legajo en UCA:</b>			
<b>Lugar y Fecha de Nacimiento:</b>			
<b>Nacionalidad:</b>	Argentino		
<b>Domicilio:</b>			
<b>TE Particular/celular:</b>			
<b>E -mail:</b>	<a href="mailto:electronicaraulflorentin@gmail.com">electronicaraulflorentin@gmail.com</a>		
<b>Título de Grado:</b>	Ingeniero Electrónico		
<b>Máximo Título Obtenido:</b>	Ingeniero Electrónico		
<b>Cargo Docente:</b>	Asistente en Señales y sistemas (a partir de septiembre 2021 Prof. Adjunto Electrónica I).		
<b>Si reviste como investigador en otra Institución (Ej.: CONICET, etc.), consignar:</b>	<b>Institución</b>	<b>Cargo</b>	<b>Dedicación</b>

## 6. ALUMNOS COLABORADORES

### 6.1 Por la UCA

- Flynn, Felipe Marcelo. (151800599) de la carrera de Ing. Electrónica, aceptó la invitación para hacer el trabajo final en el LaBIS.

Desde la cátedra de Mecánica de Fluidos estamos en contacto con el director Ing. E. Contento en relación a las actividades del Laboratorio de Mecánica de los Fluidos e Hidráulica. Usualmente por año hay dos alumnos que realizan tareas de colaboración proviniendo de tanto de las carreras de Ing. Industrial, Civil, Ambiental como de Alimentos.

Se convocarán a estudiantes avanzados de Ingeniería Electrónica para participar del proyecto de investigación, proporcionándoles oportunidades suficientes para desarrollar sus Trabajos Finales.



Dra. M. Miralles