



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

## La historia y sus protagonistas

### 1. Origen Institucional

El nacimiento y creación del hoy Departamento de Bioingeniería (DBI) están íntimamente ligados a las acciones llevadas a cabo por el Dr. Máximo Eugenio Valentinuzzi quien en 1972, luego de múltiples intercambios epistolares con el Ing. Juan Manuel Yalour – docente del entonces Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET) -, se incorporó al Laboratorio de Bioelectrónica. Este laboratorio fue creado en 1965 por el Ing. Luis F. Rocha, secundado por el Dr. Fernando Martínez Corvalán, transformando así a la Universidad de Tucumán en la primera universidad en la Argentina, y en uno de los primeros en América Latina, con un laboratorio orientado a la Bioingeniería. Este hecho se constituyó en el origen y antecesor del actual Departamento de Bioingeniería. Debe subrayarse que en el mundo, esta especialidad entonces sin nombre bien definido aún, había recién comenzado hacia fines de los años 1950; es decir, nuestra Universidad actuó realmente en forma temprana y visionaria. En algún momento el Laboratorio de Bioelectrónica pasó a depender del Rectorado y posteriormente de la Facultad de Medicina constituyendo el actual Instituto de Bioelectrónica (IBE). Quedó en el Instituto de Ingeniería Eléctrica el Laboratorio de Bioingeniería bajo la dirección del Dr. Valentinuzzi.

En 1974, el Dr. Valentinuzzi, con el apoyo y colaboración del Dr. Francisco Domingo Barbieri (ya fallecido) de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, obtuvo el apoyo económico para iniciar el Programa de Bioingeniería. Es así que reconocemos a 1974 como el año de la creación del hoy DBI. Posteriormente, el Laboratorio de Bioingeniería pasó al status de Instituto y, algo después, a Departamento de Bioingeniería, quedando definitivamente dentro de la estructura de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología.

En noviembre de 1979, siete jóvenes profesionales integrantes del Laboratorio de Bioingeniería fundaron la Sociedad Argentina de Bioingeniería (SABI), sociedad civil sin fines de lucro con el objetivo principal de promover el desarrollo de la aplicación de las Ciencias Exactas a la solución de problemas de las Ciencias Biológicas y Médicas. Estos verdaderos pioneros en el desarrollo y divulgación de la bioingeniería fueron los Ingenieros Electrónicos María Teresa Arredondo, Oscar Ernesto Clavin, Sergio Gustavo Guillén, Jorge Emilio Monzón y Eduardo Valdez; la Bioq. María Rosa Armayor y la Lic. en Biología Estela Ruiz. Ellos redactaron los Estatutos y en enero de 1981 lograron la Personería Jurídica de la Sociedad, según consta en el Decreto Nro. 156/14 (SSG) del Poder Ejecutivo de la Provincia de Tucumán. En la actualidad la SABI cuenta con numerosos miembros radicados a lo largo y ancho de nuestro país, organizados en 9 Regionales. En 1981 se realizó en Tucumán la primera Reunión Científica, SABI'81, a partir de la cual se organizaron hasta el momento 19 Congresos que fueron realizados en las diferentes Regionales. A partir de 1995 se edita la Revista Argentina de Bioingeniería en la que se pueden publicar trabajos originales, de difusión, notas técnicas, novedades educativas e informes de interés general.

En 1980 cuatro directores de institutos de investigación (Francisco Barbieri, Máximo Valentinuzzi, Ricardo Farías y Alfredo Coviello) decidieron reunir diferentes disciplinas de trabajo dando impulso a nuevas formas de encarar los problemas interdisciplinarios. Así surgió el Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), por convenio entre la UNT y el CONICET, integrado por cuatro departamentos: Bioingeniería (de la FACET), Biología del Desarrollo y Bioquímica de la Nutrición (ambos de la Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia) y Fisiología (de la Facultad de Medicina), todos ellos coexistiendo dentro de las estructuras de las facultades respectivas.



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

## 2. Primeras actividades científicas y estructura actual

Desde sus inicios, la investigación en el DBI estuvo orientada a explicar fenómenos biológicos utilizando herramientas de las Ciencias Exactas. Las líneas de trabajo originales fueron: Impedancimetría -aplicada a sistemas biológicos- y Fibrilación-Desfibrilación Cardíaca. A su vez, Impedancimetría presentaba dos temas principales: la Medición de Volúmenes de Sangre en el corazón y la Bacteriometría por Impedancia. Posteriormente se fueron abriendo otras líneas de trabajo como Biomecánica e Ingeniería Clínica. Todas estas fueron el origen de los laboratorios que forman hoy el Departamento de Bioingeniería. Todos estos Laboratorios realizan docencia e investigación, pero tienen impresas diferentes orientaciones, como la Bioingeniería en sí misma.

### ❖ Laboratorio de Investigaciones Cardiovasculares Multidisciplinarias (LICaM)

Directora: Dra. Ing. Myriam Cristina Herrera

Cuando en 1974 el Dr Valentinuzzi se establece en Tucumán e inicia las actividades científicas traía la experiencia obtenida en el Baylor College of Medicine (Houston, Texas), en su trabajo de tesis doctoral, trabajando en el corazón de anacondas y boas. La fisiología cardiovascular y la biofísica aplicada a los tejidos biológicos fueron los temas elegidos para iniciar las actividades en Latinoamérica. Con un grupo de alumnos del entonces Instituto de Ingeniería Eléctrica se iniciaron dos líneas de investigación; la primera abarcaba el conocimiento de la actividad eléctrica cardíaca y las patologías relacionadas (desde arritmias de diferentes etiologías hasta la fibrilación ventricular) en estrecha relación con el diseño de equipamiento médico para tratarlas o mitigarlas, especialmente estimuladores y desfibriladores cardiacos. La segunda línea se propuso investigar las variables físicas del sistema cardiovascular (como la presión arterial y los volúmenes cardíacos) utilizando una herramienta netamente ingenieril como es el concepto de impedancia eléctrica.

En este contexto, entre 1980 y 1990, se desarrollaron desfibriladores con diferentes características tecnológicas -de descarga capacitiva, de ondas senoidales, de corriente fija- generando una extensa producción científica en revistas internacionales. Para la evaluación de estas tecnologías, se detectaron umbrales desfibrilatorios aportando al conocimiento médico conceptos como la eficiencia de la desfibrilación, disminución del daño cardíaco post-defibrilatorio y el reconocimiento de nuevas variables para mejorar el proceso defibrilatorio, entre otros.

La mayoría de los miembros de este grupo original ya no se encuentra en el DBI: Dra. María Teresa Arredondo (actualmente funcionaria de la Universidad Politécnica de Madrid), Msc Oscar Ernesto Clavin (desde 1986 sacerdote de la orden de los Dominicos), Dr. Sergio Gustavo Guillén (en España), Dr. Jorge Emilio Monzón (funcionario de la Universidad Nacional del Nordeste), Ing Eduardo Valdez (en ejercicio libre de la profesión); Bioq. María Rosa Armayor (en ejercicio libre de la profesión), Dra. Estela Ruiz (funcionaria de la FACET) y el último integrante Mag. Juan Manuel Olivera (Jefe Del DBI). Alcanzaron en su mayoría su formación de posgrado y accedieron a instituciones de ciencia y tecnología en diversos países (Méjico, España, EEUU, entre otros) generando una amplia producción científica que incluye trabajos científicos en revistas internacionales, desarrollo de tecnologías y transferencia de conocimientos a la comunidad científica internacional de calidad reconocida. También estas investigaciones dieron origen a un primer libro titulado “Fibrilación y Defibrilación cardíaca” (Editorial Intermédica, 1986) que recientemente fuera revisado y publicado en 2010 -Valentinuzzi ME (2010) **Fibrillation-Defibrillation: Clinical and Engineering Aspects**. World Scientific Publisher, New Jersey & Singapore, (xxii + 279) pp, 8 chapters. Series on Bioengineering & Biomedical Engineering, vol 6, ISBN: 978-981-4293-63-1///981-4293-63-6-

Simultáneamente, la segunda línea de investigación desarrollaba equipos capaces de evaluar la función ventricular; esto es, la aplicación del concepto de una bomba hidráulica al corazón como bomba eyectora de sangre. Usando un catéter con electrodos metálicos ubicado en la cavidad ventricular izquierda, y midiendo la impedancia de la sangre



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

contenida en dicha cavidad, se pudo monitorear los volúmenes intracavitarios como una función temporal. Con el agregado de un transductor de presión en el mismo catéter fue posible graficar “Diagramas Presión-Volumen (DPV)” en el corazón. Una vez construidos los prototipos se estudiaron corazones de animales experimentales hasta completar la fase de pruebas y evaluación instrumental. Entre las patologías estudiadas se mencionan la hipertensión arterial y la insuficiencia cardíaca, ambas con un elevado impacto en la salud cardiovascular.

En 1982 tuvo lugar uno de los tantos hechos destacables en la vida del DBI, la visita del Dr. René Favalaro y parte de su grupo de trabajo para definir proyectos de investigación conjuntos donde se priorizó el aporte de nuevas tecnologías a la cardiología clínica (foto). En particular, la medición de volumen cardíaco tuvo su máximo impacto cuando en 1985 se concretaron determinaciones de DPV en pacientes post infarto agudo de miocardio con un equipo completamente desarrollado en el DBI. Estas prácticas médicas se llevaron a cabo por primera vez en la Argentina en las instalaciones del Instituto de Cardiología (Hospital del Niño Jesús, Tucumán) con un grupo interdisciplinario integrado por investigadores de la Fundación Favalaro, médicos cardiólogos del Instituto de Cardiología de Tucumán (Adolfo Poliche y Mauricio Osatinsky) e investigadores del DBI (Roberto Javier Martínez, Myriam Cristina Herrera y Máximo Valentinuzzi). El equipo y la técnica desarrollada en el DBI han derivado en una patente (en trámite), numerosas publicaciones de primer nivel y la titulación de posgrado –tanto de maestría como de doctorados- de los investigadores del grupo.

La inserción en el área de las patologías cardiovasculares incrementó la interacción con instituciones y organizaciones del ambiente médico como la Federación Argentina de Cardiología y la Sociedad Tucumana de Cardiología habiendo participado por décadas en actividades del Comité de Bioingeniería de dicha institución.



El Dr René Favalaro recibe el saludo del Dr. Máximo Valentinuzzi durante su visita al Departamento de Bioingeniería (1982)



Foto en el Hospital del Niño Jesús, en Tucumán, en ocasión de la medición de diagramas PV (1985). Dres. Alberto Crottogini, Myriam C. Herrera, Fernando de la Serna(h) y personal del Instituto

En la década del 2000, con la implementación de la carrera de grado en Ingeniería Biomédica y nuevos recursos humanos, se amplió el escenario científico basado en la interdisciplinariedad que ha permitido la diversificación de las áreas de desarrollo y el surgimiento dentro del DBI del “Laboratorio de Investigaciones Cardiovasculares Multidisciplinarias (LICaM)” bajo la dirección de la Dra. Myriam Herrera. El grupo de trabajo está integrado por docentes-investigadores, becarios y estudiantes (a partir de 2008 se integran los primeros Ingenieros Biomédicos) que



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

trabajan, entre otras cosas, en la incorporación de tecnologías de avanzada al instrumental médico utilizado en Cardiología. Con esta premisa, se incorporaron dispositivos de comunicación inalámbrica en el seguimiento de pacientes, sistemas y técnicas de monitoreo ambulatorio basados en la utilización de dispositivos de carácter no-invasivo (como electrodos vestibles) y dispositivos inteligentes que utilizan microcontroladores, GPS, telefonía celular, entre otros.

En el periodo 2003-2006 se completó el desarrollo de un sistema para evaluar la salud de los vasos sanguíneos usando pletismografía de impedancia; el análisis cuantitativo de la respuesta del tono vascular a estímulos de presión permite predecir el comportamiento en patologías como la hipertensión arterial, el efecto de las lesiones causadas por patologías como la aterosclerosis y la diabetes, entre otras. En este contexto, el grupo de investigación encaró un estudio clínico observacional y prospectivo con la participación de personal médico del Sistema Provincial de Salud de Tucumán (Si.Pro.Sa) bajo la supervisión médica de Gabriela Feldman en el Hospital Gral. Lamadrid de Monteros subsidiado por el Ministerio de Salud de la Nación con el objeto de cuantificar la respuesta vascular endotelial en una población con riesgo cardiovascular. Los resultados permitieron aplicar medidas curativas y preventivas con medidas epidemiológicas de alto impacto social.

A partir del 2008, se aplican los esfuerzos a desarrollar tecnología de monitoreo y seguimiento de pacientes con insuficiencia cardíaca (en especial la insuficiencia de tipo congestiva causante de descompensaciones cardíacas que desencadenan internaciones reiteradas de estos pacientes). De nuevo, aplicando conceptos de impedancia, se incorporaron electrodos y sensores miniaturizados sobre prendas de vestir acopladas a la piel o sobre los tejidos, que permiten hacer el seguimiento de los pacientes en busca de cambios en su status hídrico previniendo descompensaciones cardíacas. Utilizando comunicación inalámbrica de los dispositivos vestibles y el uso de INTERNET se generan estrategias de telemedicina preventiva.

En la actualidad se continúa en busca de soluciones tecnológicas innovadoras a las patologías cardíacas y vasculares que aún no han sido resueltas a nivel internacional.

#### ❖ Laboratorio de Medios e Interfases (LAMEIN)

Director: Dr. Ing. Carmelo José Felice

El Laboratorio de Medios e Interfases fue creado en noviembre de 2007 por iniciativa de un grupo de investigadores que trabajaban en Espectroscopía de Impedancia integrado por docentes-investigadores del DBI (Carmelo José Felice, Rossana Elena Madrid, Gabriel Alfredo Ruiz), Becarios (Federico Treo-de San Juan-, Fernando Farfán y Carmen Clotilde Mayorga Martínez-de Perú) y personal de apoyo técnico (Félix Colomo) y contable (Daniela Reynoso). Está ubicado en el primer piso del tradicional Laboratorio de Construcciones Hidráulicas de la Facultad e incluye laboratorios biológico y tecnológico, más un conjunto de boxes para el personal.

La filosofía fundacional del LAMEIN fue llegar a ser *Un centro científico tecnológico argentino reconocido en todo el mundo, por sus líneas de investigación innovadoras y sus transferencias de tecnologías en bioingeniería*. Para esto, se promovió desde el principio la investigación de excelencia en bioingeniería, a través de la formación de recursos humanos y del uso eficiente de los medios materiales e intelectuales, incentivando la imaginación y creatividad de sus integrantes para la producción de ideas originales e innovadoras. Las primeras líneas de investigación incluyeron *Espectroscopía dieléctrica no lineal de suspensiones biológicas, Biosensores de pesticidas y sustancias de interés biomédico, Modelización de interfase electrodo-electrolito y Medición de ternura de carnes por impedancia*.

Para lograr transferir en forma efectiva todos los desarrollos a la sociedad, el LAMEIN buscó activamente la transferencia de tecnología a través del licenciamiento de patentes a empresas existentes, o la creación de nuevas empresas con productos y servicios de alto valor agregado. Para esto, los proyectos cuentan con vigilancia tecnológica,



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

y se alienta a los becarios con espíritu emprendedor, a formarse también en el área de negocios y transferencia de tecnologías.

La formación de recursos humanos fue implementada a través de pasantías de becarios, docentes y estudiantes en instituciones de investigación argentinas (INTI, Instituto Leloir, Comisión Nacional de Energía Atómica, Universidad Nacional de Buenos Aires y de Córdoba, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) y del exterior (España, Colombia, Alemania, Dinamarca y Singapur). También se formaron recursos humanos de otros países, a través de pasantías en el LAMEIN de becarios de Cuba y México, y de cursos y seminarios dictados en Colombia, Cuba, Uruguay, Alemania y EE.UU.



Docentes, Investigadores, Becarios y personal del LAMEIN



Equipo “Quantibac”, patente licenciada por la UNT-CONICET a la empresa Tecnovinc S.R.L. para su comercialización

Los primeros logros científicos y tecnológicos del LAMEIN fueron el resultado de tesis doctorales y proyectos de investigación, entre los cuales los más destacados fueron la realización de electrodos de muy baja impedancia de interfase, modelos descriptivos de la ZIEE con un control de la geometría y parámetros electroquímicos primarios, electrodos de acero inoxidable especiales de bajo costo y robustos para la medición de pH, dispositivo y procedimiento para la medición de Z no lineal en suspensiones biológicas, base tecnológica para bioquímica *seca* y para análisis de biología molecular, dispositivo y procedimiento para la medición de terneza de carnes empleando espectroscopía de impedancia y cultivos *in-vitro* de vesículas de limón, y descripción del código neural que codifica rugosidad y textura en vibrisa de rata, lo que permitió diseñar sensores táctiles en aplicaciones biomédicas e industriales.

La primera línea de investigación fue *Espectroscopía de Impedancia de suspensiones biológicas*. En ella se desarrollaron temas como medición instantánea de hematocrito, monitoreo de enzimas de membrana *in-situ* e *in-vivo*, modelos fractales de una interfaz electrodo metálico-electrolito, evaluación instantánea de terneza de carnes, y la cuantificación y monitoreo *on-line* en tiempo real de fermentación alcohólica, para uso en fermentadores industriales.

En el año 2008 se forma el grupo de Biosensores, dirigido por la Dra. Rossana Madrid, que intensifica las relaciones con otras instituciones académicas y grupos de investigación del país y del mundo en micro y nanotecnología. Su meta fue renovar y afianzar la formación de recursos humanos, para poder trabajar en temas de alta tecnología y con recursos humanos propios. Se iniciaron trabajos con nanotecnología, en conjunto con grupos de investigación de nuestra Facultad, como el grupo NanoProject, dirigido por el Dr. David Comedi, y con distintas Universidades de Alemania.



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

La Universität Leipzig y la Technische Universität München participan en el diseño, construcción y evaluación de biosensores que emplean materiales nanoestructurados, incluyendo grafeno y diferentes nanoestructuras de óxido de Zinc, de aplicación directa en la industria. En 2009 se inicia la línea de microfluídica, con la formación de recursos humanos en el Institut for Mikro- og Nanoteknologi, DTU Nanotech, Dinamarca, un centro líder en Microfluídica en el mundo. Se trabaja en la actualidad con Microfluídica en papel, una tecnología emergente en el área.

En 2013, se iniciaron trabajos en colaboración con el Instituto Tecnológico Agroindustrial del Noroeste Argentino (ITANOA) de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), para desarrollar un biosensor para la detección temprana de una patología de los Citrus, el HLB, y tratar de impedir el avance de esta grave enfermedad.

En el año 2012 se inicia el grupo de Neurociencias dirigido por el Dr. Fernando Farfán, y Dra. Ana Lía Albarracín (Bióloga discípula directa del Dr. Emilio Décima fundador del Laboratorio de Neurociencia en la UNT). Ellos trabajaron en *Análisis temporal de la actividad aferente del sistema vibrisal*, tema que dio origen a nuevas líneas de investigación que cimentaron la formación del grupo (Neurociencia Computacional, Electrofisiología, y también Interfaz Cerebro-Computadora para el control y tratamiento de la enfermedad de Parkinson).

Los ideales del LAMEIN, y su Visión, condujeron a la repatriación desde Japón, en el año 2009, de la Dra. Andrea Paola Rodríguez, para iniciar nuevas líneas de investigación en el área de Ingeniería de Tejidos. Desde el comienzo el área fue altamente interdisciplinaria, integrándose al grupo profesionales de la Odontología, Física, Bioingeniería, Medicina, Ingeniería Química e Informática. Promediando la segunda década del Siglo XXI, las metas ambiciosas del grupo incluyen el diseño de implantes de biointegración acelerada, *scaffolds* para implantes óseos *custom made* por ingeniería de tejidos, y la búsqueda de nuevos polímeros como biomateriales para uso odontológico y en la construcción de *scaffolds* por electrospinning.

En su relación con empresas, el LAMEIN trabajó en conjunto con la Universidad Nacional de La Plata, y especialistas en sistemas georeferenciados, en un macroproyecto para REPSOL-YPF para el control microbiológico de aguas del sistema de recuperación secundaria en yacimientos petroleros. Este proyecto fue altamente interdisciplinario, involucrando especialistas en microbiología clásica, biología molecular, sistemas georeferenciados y bioingeniería.

Las tesis doctorales de los Dres. Felice y Madrid, condujeron a dos patentes que fueron las primeras de la Universidad Nacional de Tucumán, y también las primeras en forma conjunta entre la UNT y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Estas patentes tratan sobre tecnología para detectar y cuantificar microorganismos en distintas áreas de interés, tal como industria alimentaria, aplicaciones médico-clínicas, en la industria petrolera y otras. Estas patentes fueron licenciadas en el año 2005 a la empresa tucumana Tecnovinc SRL, para su desarrollo comercial y venta. Ese mismo año, la empresa lanzó al mercado el equipo denominado *Quantibac*. Al 2014 la empresa había vendido equipos a grandes empresas nacionales, tales como ARCOR o el Ingenio San Martín del Tabacal, y buscaba comercializarlo en Latinoamérica y China. Durante varios años, la relación entre el LAMEIN y TECNOVINC SRL fructificó en avances tecnológicos en los equipos de la empresa, el empleo de ingenieros noveles, tesinas de grado para ingenieros, y por supuesto desde el punto de vista comercial, a la empresa.

Los investigadores del LAMEIN, a la vez docentes de la FACET, volcaron a lo largo de los años el conocimiento generado a partir de la investigación científica, en los cursos de grado de la Carrera de Ingeniería Biomédica de la FACET, y de Postgrado a nivel Doctoral, tales como *Bioimpedancia*, *Biosensores*, *Ingeniería de Tejidos* y *Propiedad Intelectual y Ciencia*.



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

## ❖ Gabinete de Tecnologías Médicas (GaTeMe)

Director: Mag. Ing. Juan Manuel Olivera

Vice Directora: Mag. Ing. Viviana Inés Rotger

Con el devenir de los años el DBI se planteó como objetivo interactuar con el sistema de salud con el objetivo de transmitir los conocimientos y herramientas de la Ingeniería Clínica que, por la década de los 90, ya emergía como especialidad de la Ingeniería Biomédica. A nivel mundial, en 1990 se fundó en los Estados Unidos el American College of Clinical Engineering (ACCE), que es la sociedad profesional internacionalmente reconocida para los ingenieros clínicos, y que posee miembros en los Estados Unidos y en el extranjero. El empuje y crecimiento de esta especialidad propició la aparición de varias sociedades. En nuestro país, la Ingeniería Clínica posee un Capítulo dentro de la Sociedad Argentina de Bioingeniería (SABI) y a su ejercicio profesional le caben las regulaciones establecidas para los títulos de Ingeniero Biomédico y Bioingeniero. Los colegios profesionales son los responsables de observar el cumplimiento de las leyes vigentes en el ejercicio profesional y son los emisores de las matrículas habilitantes de acuerdo al marco regulatorio vigente.

El DBI ingresa al mundo de la Ingeniería Clínica en 1991 de la mano de un contrato celebrado con la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA) en el cual el DBI se comprometía a capacitar al personal médico y paramédico en temas relacionados con la Seguridad Eléctrica Hospitalaria. En el año 2000 toma cuerpo el grupo de trabajo en Ingeniería Clínica integrado por docentes del DBI: Mag. Ing. Luis Alfredo Rocha, Mag. Ing. Viviana Inés Rotger y el Mag. Ing. Juan Manuel Olivera. A ellos se les sumó a partir del 2008 el Ing. Marcelo Vázquez. Este grupo reunió al mundo académico con el mundo profesional ya que los Ing. Rocha y Vázquez poseían una vasta trayectoria dentro del sistema de salud en Tucumán.

Durante el 1er proceso de Acreditación de la carrera de Ingeniería Biomédica, que comenzó en el año 2005, se comenzó a proyectar el Gabinete de Tecnologías Médicas (GaTeMe) con la idea de preparar a los alumnos del ciclo superior antes de que realicen sus Prácticas Profesionales Supervisadas. Es así que a través del Proyecto de Mejora de la Enseñanza en Ingeniería (PROMEI) de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU), en el año 2009, se adquirieron equipos de test para equipos médicos que en conjunto con los que adquirió el Sistema Provincial de Salud (SIPROSA) de Tucumán, conforman un set de equipos para la evaluación de los parámetros de funcionamiento, seguridad eléctrica y radio física de la planta instalada en la provincia. Siguiendo con los lineamientos del Ministerio de Educación que impulsa la educación en ingeniería dentro de los laboratorios tanto en investigación, extensión como en vinculación con los sectores productivos y de servicios de la sociedad, el GaTeMe adquirió el status de Laboratorio Tecnológico por Res. CD 585/2012 de la FACET.

El Departamento de Bioingeniería realizó tareas en conjunto, en forma ininterrumpida, con la Dirección General de Mantenimiento del SIPROSA desde el año 2002. La importante incorporación de equipamiento para uso médico que se realizó en el área de Salud Pública de Tucumán, la necesidad de posibilitar sus prestaciones de un modo adecuado y seguro a lo largo de su vida útil, el gran costo involucrado en la adquisición de la aparatología, el costo y la calidad del mantenimiento requerido, hacen oportuno y necesario plantear un cambio de modelo estructural y funcional dentro del SIPROSA para cubrir y garantizar las funciones técnicas mencionadas, lo que conlleva a plantear un Programa de Gestión de Tecnologías Médicas (TM). La Ley 26.906 "*Régimen de trazabilidad y verificación de aptitud técnica de los productos médicos activos de salud en uso*", sancionada en noviembre de 2013, hace que la interrelación con el medio sea una necesidad social y esto se refleja en la activa presencia de alumnos, egresados y docentes en los principales hospitales de la región NOA.



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

Dentro de las actividades realizadas se destacan la participación en conjunto del GaTeMe con la Dirección de Mantenimiento Técnico Hospitalario del SIPROSA, en la Cumbre MercoSur, celebrada en Junio de 2008 en la provincia de Tucumán (la cual tuvo la presencia de las delegaciones de Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay, Venezuela, Chile, Bolivia, Colombia y México). La organización de este evento constituyó un asunto de máxima prioridad para el Gobierno de la Provincia dada la trascendencia del mismo, ya que en ella se encontraban comprometidos aspectos que hacen a la seguridad de los Parlamentarios y Mandatarios participantes. Por iniciativa de la Dirección Provincial de Emergencias dependiente del Sistema Provincial de Salud, la Dirección de Mantenimiento Técnico del SIPROSA solicitó la colaboración de docentes del Departamento de Bioingeniería y estudiantes avanzados de la carrera de Ingeniería Biomédica para el control, chequeo, reparación y puesta en funcionamiento, en los casos que fuera necesario, del equipamiento médico ubicado en las ambulancias de terapia afectadas a la Cumbre. La siguiente imagen muestra a los alumnos, docentes y personal técnico que intervinieron en esta tarea.



Representantes del SIPROSA, docentes y alumnos del Dpto. de Bioingeniería

Actualmente, el GaTeMe atiende tareas docentes de asignaturas de la carrera de Ing. Biomédica: Ingeniería Clínica I, Ingeniería Clínica II, Evaluación de Tecnologías (electiva), Ingeniería Clínica Avanzada (electiva), Prácticas Profesionales Supervisadas (exigencia adicional obligatoria del último año), Proyectos Finales de Graduación y a los Residentes en Ingeniería Clínica del SIPROSA en su faz universitaria. Cabe destacar que todas las asignaturas del área son teórico-prácticas, con prácticas de laboratorio y trabajos de campo en Instituciones de Salud (hospitales y sanatorios).

En lo referente a I&D se llevan a cabo proyectos subsidiados que tienen directa relación con el Sistema Provincial de Salud de Tucumán, entre ellos podemos mencionar:

- Proyecto CIUNT 26/E480-2 (2011-2012): “Ingeniería Clínica aplicada al Sistema de Salud Pública en la Provincia de Tucumán”. Director: Mag. Juan M. Olivera.
- Proyecto CIUNT 26/E480-3 (2011-2012): “Telemedicina en Tucumán: Aplicación en el Sistema Provincial de Salud (SIPROSA)”. Directora: MAg. Viviana I. Rotger.
- Proyectos Federales de Innovación Productiva (PFIP), Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología (2007 al presente): “Implementación de un plan de gestión de tecnologías médicas en los servicios de salud pública de la provincia de Tucumán”. Director: Mag. Juan Manuel Olivera.



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

- Proyectos Federales de Innovación Productiva (PFIP), Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología (2008 al presente): TUC 21 “Incorporación de Tecnologías de Gestión de equipos médicos en el Sistema de Salud Provincial: Desarrollo, Implementación y Evaluación”. Directora: Dra. Myriam C. Herrera.

Sin dudas se presenta un futuro promisorio cumpliendo con las premisas fundamentales de la Universidad que son Educación, Investigación y Extensión.

#### ❖ Laboratorio de Biomecánica

Director: Mag. Lic. Julio César Politti

En el año 1997 un estudiante de la carrera de Licenciatura en Física, Gustavo Goroso que cursaba una materia optativa en el entonces Instituto de Bioingeniería, presentó a los profesores de la cátedra de Física Experimental I, liderada por el Dr. Orlando Bravo, un desafío: Explicar la “Paradoja de Codman”.

El Dr. Máximo Valentinuzzi en su clase, relatando una experiencia propia, comentó que un médico que lo atendía durante una operación por la que había pasado, le había presentado dicha paradoja. Entre los oyentes había integrantes del grupo de Biomecánica del Instituto de Física creado en el año 1994 por el Dr. Bravo que se entusiasmaron con la propuesta y se dedicaron a resolver la paradoja planteada. Esto llevó a que los grupos de investigación de bioingeniería y de biomecánica compartieran sus actividades, y ante la propuesta del Dr Valentinuzzi, surgió la idea de fusionar ambos grupos. Con este propósito se presentó el primer, y único hasta el momento, artículo científico escrito en conjunto - “*Codmans’s Paradox Of The Arm Rotations Is Not A Paradox: Mathematical Validation*”. J. Politti, G. Goroso, M. Valentinuzzi, O. Bravo. *Medical Engineering & Physics*. Vol 20, pp: 257 –260 (1998). La ansiada fusión de los dos grupos no se pudo concretar, pero el Lic. Julio Politti se sumó al grupo de bioingenieros, ingresó a la Maestría de Bioingeniería y creó la línea de Biomecánica en el actual DBI asumiendo el papel de responsable de esta línea de investigación,

Los trabajos de investigación desarrollados por el grupo se iniciaron en el área de estudio de los movimientos humanos, normales, deportivos y/o con problemas patológicos. Posteriormente la investigación básica se desarrolló en el área de electromiografía (EMG), y electroencefalografía (EEG) con el objetivo de aplicar estos conocimientos para controlar dispositivos robotizados inteligentes, a través de un control cerebro computadora, ó sistemas inteligentes portables por un usuario.

En el año 2001 el Lic. Politti obtuvo una beca por seis meses en el laboratorio de robótica de L’Ecole Supérieure d’Ingénieurs en Génie Electrique (ESIGELEC)”, en Rouen, Francia, para el estudio y experimentación de la marcha humana normal y patológica. Los experimentos se realizaron en el Hospital Universitario de Rouen utilizando un sistema de video computación VICON.

Desde el año 2005 esta línea de investigación es subvencionada por el CIUNT, bajo la dirección del Mag. Julio Politti, con el Proyecto: Biomecánica: Ortesis inteligente para miembro superior basado en plataformas paralelas activas (26E/441).

Desde el año 2006 incentivados por la directora de Relaciones Internacionales de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Dra. María Teresa Arredondo, ex docente-investigadora del DBI, se establecieron relaciones que permitieron al grupo trabajar en forma conjunta con investigadores del Laboratorio de Robótica e Instrumentación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la UPM.



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

Se inició entonces una nueva línea de investigación aplicada, con el objetivo de desarrollar órtesis y prótesis para personas discapacitadas basadas en plataformas paralelas activas. El proyecto conjunto tuvo como responsable por parte de la UPM al Dr. Roque Saltaren Pazmiño. Como anécdota destacada de esta vinculación, un joven recién graduado, el Ing. Lisandro Puglisi, quien realizó su tesina de grado en el Laboratorio de Biomecánica se presentó a una beca de doctorado en la UPM y lleno de ilusiones pasó los primeros meses de su estadía alojado en casa del Dr. Saltarén hasta recibir la confirmación y el monto correspondiente de la beca. Actualmente recibió el título de Magister en Robótica y se encuentra en proceso de terminar su Tesis de Doctorado.

La relación entre los grupos de investigación hizo posible a los integrantes del Laboratorio realizar pasantías en la UPM y en la Universidad Miguel Hernández de Elche, lo que permitió que se abriera una nueva línea de investigación: Interfaz Cerebro Computadora a cargo del actual Dr. Fernando Farfán. Como un logro de este trabajo conjunto, se puede destacar la implementación de la primera escuela de robótica en Bogotá Colombia en 2008.

Desde el 2009 se realizan proyectos conjuntos con universidades españolas y latinoamericanas en el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo (Acción CYTED) para la docencia e investigación en robótica médica. Este programa nucleó a las universidades: UPM, Miguel Hernández en España, así como universidades de México, Colombia, Cuba y Ecuador. Estos proyectos soportados por la Comunidad Europea tienen como finalidad además de la investigación, ayudar al crecimiento de los grupos en la temática de los sistemas robotizados, introducirlos en robótica quirúrgica y de rehabilitación, así como a la implementación de cursos de divulgación sobre el tema en países latinoamericanos. La red de colaboración creada entre los grupos latinoamericanos permitió una mayor comunicación y ayuda entre los grupos que redundó en un crecimiento y avance en la temática de sistemas inteligentes.

A partir del 2012 con la inclusión del Ing. Luis Di Pinto y un grupo de estudiantes de Bioingeniería e Ingeniería Electrónica, quienes realizaron sus tesinas de graduación en el laboratorio, la investigación aplicada se centró en el estudio y desarrollo de sistemas robotizados utilizando sensores y actuadores de estado sólido de última generación. En el 2013 se suma al grupo el Ing. Juan Carlos Casal docente de la carrera de Ing. Eléctrica quién aportó su experiencia y entusiasmo.

El objetivo final de esta investigación es lograr sistemas robotizados inteligentes, capaces de ser utilizados como asistentes mecánicos, órtesis y prótesis que ayuden en el proceso de rehabilitación de personas discapacitadas. Para ello se trabaja en el desarrollo de interfaces hápticas, con salida a computadora, que permita al usuario visualizar y comparar sus movimientos con otros preestablecidos.

En el Laboratorio se ha desarrollado y patentado en Argentina un nuevo prototipo de actuador basado en alambres con memoria de forma. Se construyeron los primeros prototipos portátiles de sistemas de adquisición de señales biológicas. Se creó además un prototipo de laboratorio de sistema háptico rehabilitador para miembro superior e inferior y se avanza en la implementación de un exoesqueleto activo.

La evolución del grupo ha permitido en la actualidad buscar una salida comercial a los sistemas diseñados en el laboratorio. Para ello se ha unido a un grupo de empresarios con los que se espera salir al mercado local y sudamericano con los primeros prototipos. Se han dado los primeros pasos para resolver problemas en el ámbito deportivo, diseñando equipos para medición de parámetros biomecánicos y fisiológicos *in-situ*. Se han iniciado las tratativas para establecer un convenio con la Unión Argentina de Rugby, abriendo el abanico de posibilidades del laboratorio.

En docencia, el grupo impartió cursos de grado y posgrado en Biomecánica dentro de la FACET, así como cursos de posgrado en la Facultad de Medicina y de Educación Física. Se avanza hacia la creación y dictado de una especialización en robótica y sistemas robotizados así como al dictado de materias afines a este campo. De los proyectos de investigación



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

e interdisciplinaria del grupo surgieron además tesis de grado y posgrado, de alumnos de distintas carreras y facultades, así como pasantías, y artículos presentados en congresos y revistas nacionales e internacionales.

### 3. El Departamento y la docencia

En 1972 se dictó el primer curso de “Introducción a la Bioingeniería”, convirtiendo a nuestra UNT en la primera universidad en América Latina con este tipo de oferta académica. Años más tarde se sumó el curso de “Bioinstrumentación”, ambos como materias optativas de la carrera de Ingeniería Eléctrica, orientación Electrónica que tomaban también alumnos de otras carreras de la UNT y profesionales (biólogos, bioquímicos, médicos, etc). Luego se diversificaron en otros cursos y dieron origen, años más tarde a la creación de nuevas ofertas académicas.

Corrían los años 1994-1995 y las reuniones dentro del INSIBIO tenían un denominador común que era la Ley de Educación Superior, en la cual uno de los objetivos era promover en la comunidad docente la necesidad de acceder a títulos de grado superior. Fue así que, entre los años 1989 y 1998 se recibieron en la UNT los cuatro primeros Doctores en Bioingeniería en el país (Julio Spinelli, Carmelo Felice, Myriam C. Herrera y Rossana Madrid) bajo la modalidad de carrera no estructurada. A partir de esta experiencia, se pensó en una carrera de posgrado más estructurada, es así que en 1996 se crea la Maestría en Bioingeniería siendo los egresados de la misma los primeros magísteres de la especialidad en el país. Esta maestría fue categorizada en 1999 con nivel “An” por la CONEAU. En el mismo año se recibe un fuerte impulso con el Fondo para el Mejoramiento de la Calidad Universitaria (FOMECA), el cual fue creado desde la SPU para adecuar las Universidades luego del advenimiento de la Ley de Educación Superior. Particularmente en el DBI fue de mucha ayuda para la adquisición de equipamiento indispensable para las actividades prácticas de la maestría permitiendo separar las actividades docentes, del equipamiento exclusivo para investigación. Lamentablemente, con el advenimiento de los acontecimientos políticos y económicos del año 2001, no se pudieron completar las actividades programadas que financiaba este fondo. Paralelamente con la Maestría, en el INSIBIO se gestó el Doctorado en Ciencias Biológicas, en el que se encuentran diferentes orientaciones relacionadas con la Bioingeniería, Química, Botánica, Fisiología, Microbiología y Zoología, en un espectro continuo que va de lo básico a lo aplicado hasta llegar a lo tecnológico. Integran este doctorado cinco facultades (Agronomía y Zootecnia, Bioquímica, Química y Farmacia, Ciencias Exactas y Tecnología, Medicina y Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo) y tres centros de investigación (CERELA-Centro de Referencia para Lactobacilos-, INSIBIO y PROIMI -Planta de Procesos Microbiológicos-). Al día de hoy, este doctorado está acreditado con categoría “A” por la CONEAU.

Pero el grado era un anhelo que aún quedaba pendiente y por esto el 10 de marzo de 1998 el DBI presentó a la FACET el proyecto de carrera de grado en “Ingeniería Biomédica”. Dos años más tarde, la Facultad de Medicina manifestó su interés por participar en este proyecto, debido a esto se replanteó la propuesta original llegando al formato final de la Carrera a través de una cerrada colaboración entre el Departamento de Bioingeniería de la FACET y el Instituto de Bioelectrónica de la FM. Es así que el 27 de noviembre de 2001 el Consejo Superior de la UNT aprobó por unanimidad la propuesta de creación de la Carrera de Grado en “Ingeniería Biomédica” elevada por la FACET con colaboración de la Facultad de Medicina. El hecho fue histórico y trascendente por ser una carrera fruto del aporte de dos Facultades de la UNT, por cerrar un largo ciclo que se inició con la creación, a cargo del Dr. Máximo Eugenio Valentinuzzi, del Departamento de Bioingeniería en la UNT hace 40 años, y por representar una opción altamente interdisciplinaria que es ya el modo de vida de muchos estudiantes y lo seguirá siendo en los años venideros. Se inició el dictado de la misma en marzo de 2002 constituyendo para el DBI un hecho altamente positivo.

Desde el año 2005 la carrera participó de la primera y segunda fase de acreditaciones de las carreras de Ingeniería por la CONEAU y del segundo ciclo de evaluación de las Ingenierías, acreditando en las dos fases del primer ciclo y estando



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

en este momento a la espera de la resolución del último. Junto con los requerimientos de la primera fase llegó la posibilidad de participar del Proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza en Ingeniería (PROMEI) que para Ingeniería Biomédica fue el PROMEI II. Este proyecto impulsó fuertemente a la carrera permitiendo en el Departamento de Bioingeniería mejorar e incrementar la planta docente, acondicionar los Laboratorios e incorporar equipamiento para las prácticas de las asignaturas del ciclo superior.

Un área en el Departamento que se inició con la carrera de grado es la que llamamos *educación*, se inició como un grupo interesado en realizar el seguimiento de los alumnos de Biomédica para luego consolidarse como grupo de investigación, participando en proyectos cuyos resultados se volcaron en las diferentes etapas de acreditación de carreras de grado, en el Sistema de Gestión Alumnos de la facultad, en trabajos científicos presentados en congresos del área de la educación superior o en publicaciones en revistas locales y de Latinoamérica. Otro de los objetivos del grupo fue lograr un solo índice en el que se vean reflejadas diferentes variables que influyen en el rendimiento académico de los alumnos. El grupo estuvo formado por docentes del DBI: Dr. Gabriel Ruiz y Estela Ruiz, docentes de otros Departamentos: Agrim. María Eugenia Marquetti, Lic. Gloria Moris y Mag. Maximiliano Odstrcil, como así también por la Prof. Perla Azubell del Gabinete Psicopedagógico y la Ing. Susana Herrero, docente de la carrera e integrante del Instituto de Bioelectrónica de la FM. Como grupo integraron dos proyectos de investigación del CIUNT

- Proyecto 2005-2008, E334. Título: “Estrategias para mejorar la calidad educativa y el rendimiento de los alumnos de la carrera de Ingeniería Biomédica de la Universidad Nacional de Tucumán”. Directora Dra. Estela Ruiz.
- Proyecto 2008-2013, 26-E444. Título: “Rendimiento académico de los alumnos de Ingeniería Biomédica de la Universidad Nacional de Tucumán: análisis y seguimiento”. Directora Dra. Estela Ruiz.

A partir de 2014 los docentes del Departamento continúan realizando el seguimiento e integran otros proyectos de investigación.

Conjuntamente con la generación de carreras de posgrado de alto nivel académico, desde los primeros años el departamento generó una fuerte relación con la Salud Pública en la provincia. Vista la necesidad de formalizar la generación de puestos de trabajo en el área profesional de la Bioingeniería, particularmente el reconocimiento de la Ingeniería Clínica dentro del sistema. El Grupo Ingeniería Clínica del departamento se movilizó y en el año 2002 inició conversaciones con la Dirección General de RRHH en Salud del SIPROSA a fin de crear la Residencia en Ingeniería Clínica dentro del SIPROSA con características similares a las residencias médicas. El 30 de Noviembre de 2002 se presentó el primer proyecto, la propuesta final se logró luego de dos años de trabajo y se presentó el 30 de marzo 2004.



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET



Comunidad de Ingeniería Biomédica: Alumnos del ciclo superior, becarios, docentes y no docentes

A inicios del 2008, cuando estaban dadas las condiciones políticas, se protocolizó el pedido siendo aprobadas las residencias en Ingeniería Clínica en mayo del mismo año, contando con los dos primeros inscriptos en julio de 2008.

La residencia en Ingeniería Clínica fue la primera en el País de estas características. Al 2014, se cuenta con un cupo de 6 residentes, 2 en primer año, 2 en segundo y 2 en tercer año, además de un jefe de Residentes. Con las modificaciones del 2012 del reglamento de posgrado de la UNT, se ha allanado el camino para convertirla en una especialización Universitaria, en lo que se trabaja actualmente.

Por otro lado, en los últimos años, nuevas áreas surgieron en el mundo dentro de la Bioingeniería, como ser la Biotecnología, Nanotecnología, Telemedicina, Ingeniería de Tejidos, entre otras, todas las cuales fueron incorporadas en las líneas de investigación del DBI y en los contenidos de los cursos de grado y postgrado a cargo del Departamento. Es así, que un ingeniero biomédico formado en la FACET, posee fuertes bases tecnológicas, orientadas hacia las ciencias de la salud y biológicas, para contribuir desde su ángulo y conocimientos, a la solución de los acuciantes problemas médico-hospitalarios, o por otro lado, para desempeñarse en el área de investigación aplicando a becas de investigación. Por su preparación altamente interdisciplinaria, es capaz de comprender el problema médico-hospitalario en sus aspectos técnicos y médicos, y de comunicarse eficientemente con médicos, paramédicos, biólogos, bioquímicos, y otros profesionales de las ciencias biológicas, aportando creatividad, iniciativa y motivación, con el fin de mejorar la salud humana.



Universidad Nacional de Tucumán



Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET

#### 4. Reflexiones de los protagonistas

Todo o casi todo está expresado en las páginas anteriores, especialmente en lo que hace al desarrollo histórico de la Bioingeniería en la UNT en las décadas pasadas. Y se me revolvió la mente. Muchos recuerdos, algunos demasiado fuertes y dolorosos (¡oh, el período 1975-1983!), cuando llegaron a temblar nuestros sentidos y a flaquear las fuerzas. Siempre las piedras formaron EL camino duro a transitar (*caminante no hay camino, se hace camino al andar*), pero abrir caminos es cumplir sueños donde el ser humano es actor principal, mirando más allá y comprometiéndose con los otros seres humanos en el entorno cercano o lejano. La Bioingeniería ya ES en la Argentina y en América Latina y se ha transformado en un legado para la juventud pues, dada su estructura, la Bioingeniería ES y SERÁ siempre joven.

Vale recordar las SIETE LÁMPARAS DE SAN MATEO, patrono de las Matemáticas,

*Lampas Utilitatis* (utilidad)

*Lampas Imaginationis* (imaginación)

*Lampas Poesis* (creatividad)

*Lampas Infinitatis* (infinito)

*Lampas Decoris* (belleza)

*Lampas Mysterii* (misterio)

*Lampas Religionis* (religión)

y la Bioingeniería es todo esto

(útil, tiene imaginación y creatividad, se proyecta lejos, es bella y misteriosa, necesita fe).

Temprano reconocí que

*no quería ser pobre, pero la riqueza no me haría rico;*

*que ser es mejor que tener.*

Aprendí también muy tarde que

*esta casa hermosa es mi casa ... y yo la amo un montón.*

Que

*entregando el alma en aquello que se hace, se recibe un alma a cambio.*

BUONA FORTUNA, BUON LAVORO ... MÀ CON GIOIA!

*Dr. Máximo E. Valentinuzzi*

#### De los actuales:

A lo largo de su historia, el DBI ha sido pionero en muchos hitos de la FACET, fue el primero en manejarse vía ARPAC, el primero en tener conexión directa con el rectorado vía red, fue el punto de prueba para la conexión INTERNET y por ende fue el primero en tener acceso a la web, y el primero en tener un servidor web, lo que le permitió ser el primero en brindar herramientas de educación vía Internet. Fueron muchas primeras veces y ese es el mayor orgullo del Departamento, haber logrado con los años conformar un grupo que con esfuerzo y trabajo, quitando horas al descanso, ha sabido generar y marcar rumbos, muchas veces imitados y otras, menospreciados. No nos equivocamos al momento de tomar las decisiones, fuimos entrenados aprendiendo que las piedras en el camino no son piedras, son el camino, y por sobre todo, aprendiendo que se puede ser sin tener. Ha sido tarea de muchos, siempre trabajando en equipo, con las



*Universidad Nacional de Tucumán*



*Departamento de Bioingeniería  
2014 - 100 Años de la creación de la FACET*

contribuciones de los que estuvieron y de los que están, de los que continúan y de aquellos que se irán sumando e irán tomando la posta. Cada uno haciendo lo suyo en el momento adecuado, con devoción, con convencimiento y con pasión.

Es así, que al día de hoy podemos afirmar con orgullo que el Departamento de Bioingeniería es reconocido en la comunidad científico-académica y es parte integral de la sociedad tucumana.

Autores: Olivera JM & Felice CJ & Herrera MC & Rotger VI & Politti JC & Madrid RE & Ruiz E & Valentnuzzi ME