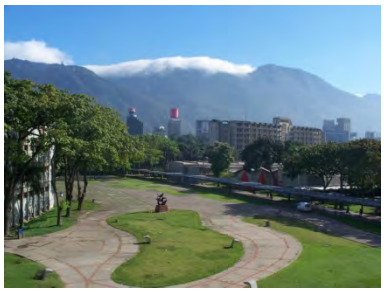
# INSTITUTO NACIONAL DE BIOINGENIERÍA

***INFORME DE ACTIVIDADES 2011-2013***



Caracas, julio 2013

**Índice** **Pág**


1. Mensaje del Director ……..……3
2. Organización y nueva sede ……...4
3. Personal docente e investigador …….9
4. Personal administrativo, técnico y de servicio ……10
5. Proyectos I+D nacionales en curso ……...11
6. Proyectos I+D internacionales ……21
7. Publicaciones en revistas arbitradas…..……....25
8. Libros y capítulos de libros ……..26
9. Presentaciones en congresos ……27
10. Tesis y pasantías (culminadas y en ejecución)……....28
11. Conferencias invitadas ……29
12. Seminarios dictados en el Instituto ……30
13. Investigadores visitantes ……..……...31
14. Organización de eventos, simposios y cursos ……...31
15. Actividades docentes ……..……...34
16. Actividades de extensión ……...34
17. Pertenencia a comités de prestigio ……...36
18. Premios y distinciones ……..……...37
19. Cooperación, sinergias y convenios internacionales ……....37
20. Nueva página web ……....39

## 1. Mensaje del Director

*Nos mudamos en diciembre de 2011*. Frase simple y sencilla, pronunciada a comienzos de enero de 2013, que encierra un gran significado para todos nosotros, visto desde dos perspectivas complementarias. Por una parte, el titánico esfuerzo desarrollado durante los últimos 10 años, desde el año 2002, fecha de comienzo del proyecto del edificio hasta su culminación en noviembre de 2011. Y por la otra, el esfuerzo que hicimos durante el año 2012 por adecuar esta nueva sede al funcionamiento cotidiano y por adaptarnos a un espacio ubicado fuera del campus universitario. A futuro, tenemos varios retos y horizontes que se despliegan ante todo el equipo humano del Instituto. Durante la última década, el INABIO ha publicado muchos libros, artículos en revistas y congresos nacionales e internacionales.

Ha organizado eventos científicos y ha formado un buen número de investigadores a nivel de pre y postgrado. Ha recibido premios nacionales y reconocimientos internacionales y ha participado en varias convocatorias y concursos. Se han gestado y desarrollado ideas novedosas, estrategias de investigación y respuestas tecnológicas a la sociedad venezolana. La lista es larga y sería prácticamente imposible detallarla aquí. De lo que sí estamos seguros es que el camino está trazado con nitidez y que la marcha es imparable.

Tenemos la convicción de que este Instituto crecerá indeteniblemente y superará cualquier meta que nos pongamos (o que nos pongan), por varias razones: el poder de convocatoria que ha logrado el INABIO dentro de Venezuela y más allá de nuestras fronteras; el alto impacto y pertinencia social de la bioingeniería dentro de la sociedad; y la necesidad de tener un desarrollo científico y tecnológico sustentable en el tiempo.

El INABIO tiene una responsabilidad ineludible dentro de un país como el nuestro. Debe aceptar el reto de no declinar ni claudicar en sus actividades y objetivos, aun cuando se presenten momentos históricos en los cuales las condiciones y el entorno científico del país no sean los más favorables ni los deseados. Debe asumir el reto de continuar aceptando nuevos estudiantes e investigadores que llamen a su puerta, formándolos con los principios y estándares de calidad que rigen otras instituciones latinoamericanas e internacionales. Se trata de estudiantes que vienen a nosotros con la esperanza pintada en sus rostros y con la convicción de que se insertarán en una estructura moderna, de punta, con valores éticos y muy competitiva. Sería imperdonable defraudarlos.

Por nuestra parte, podemos asegurar que nos sentimos obligados a continuar con lo que estamos haciendo en pro de la bioingeniería en el país y de las generaciones futuras de investigadores. La mística, la dedicación y la *obsesión* por hacer nuestro trabajo sigue inquebrantable dentro del equipo de personas que impulsaron (e impulsan) este hermoso proyecto y así se mantendrá, mientras el cuerpo aguante.

Seguimos comprometidos y poniendo el énfasis en las actividades multidisciplinarias y la transferencia de tecnología al sector productivo y al sector salud, de manera de seguir siendo una fuente de conocimientos y una bisagra entre el sector científico y el sector industrial del país.

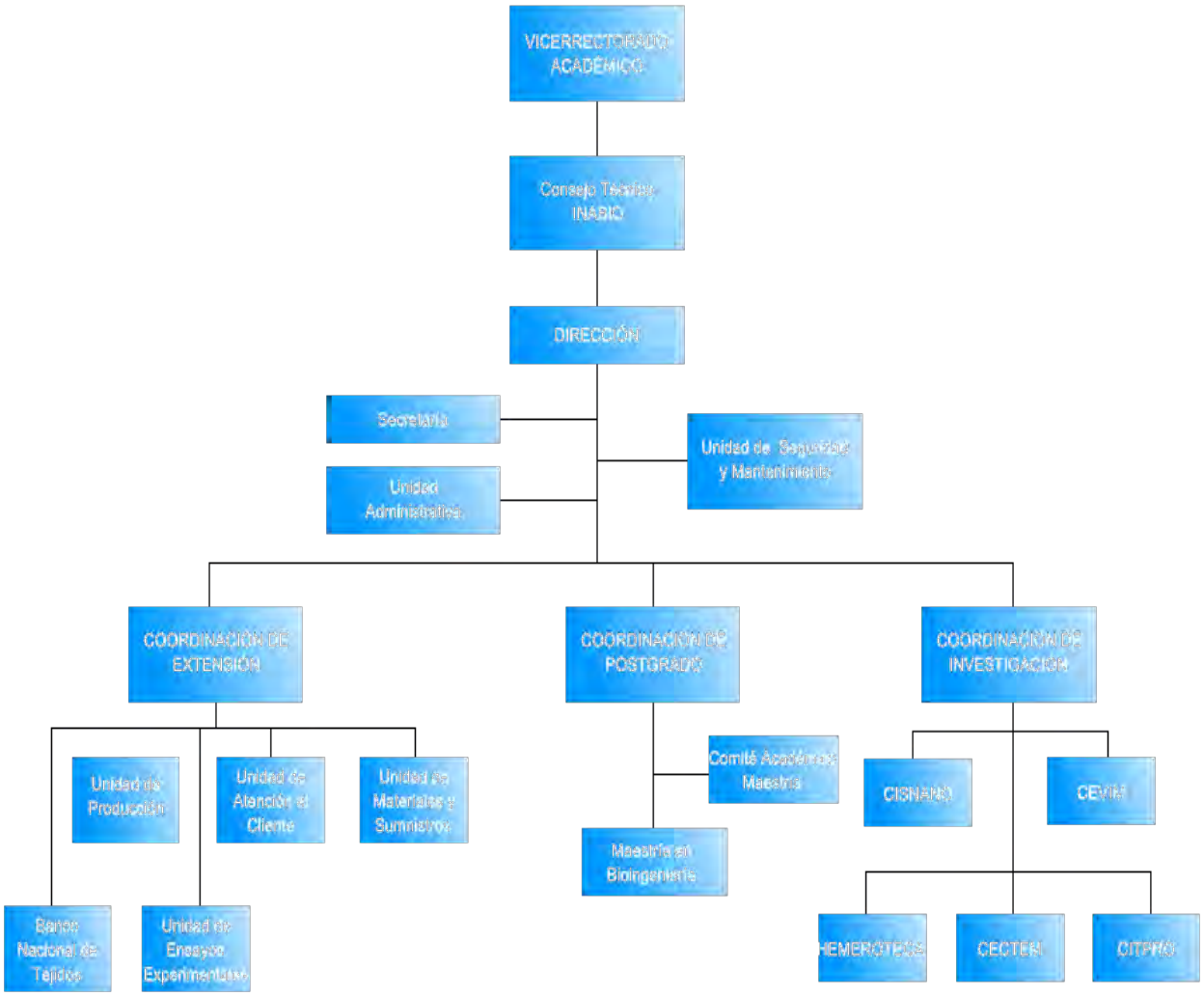
Las nuevas generaciones tienen enfrente, sin duda, varios desafíos de enormes proporciones. El reto tecnológico para los próximos años reviste gran importancia: cómo seguir creciendo y desarrollando ciencia y tecnología dentro de un ambiente con restricciones económicas, sin perder calidad ni rebajar nuestras exigencias en la formación de personal calificado. Por otro lado, las nuevas generaciones tienen un llamado claro a continuar esta labor cuando los fundadores se retiren del escenario científico nacional o, simplemente, ya no estén.

Quiero finalizar este mensaje agradeciendo sincera y extensamente a todo el personal del INABIO por su lealtad, mística y dedicación durante todo el trayecto recorrido, en la seguridad de que el año que tenemos por delante, aunque promete ser difícil, también será gratificante y pleno de éxitos.

M. Cerrolaza, mayo 2013

## 2. Organización y nueva sede

El Instituto está adscrito al Vicerrectorado Académico de la UCV y tiene el siguiente organigrama:



***Nueva sede***

La nueva sede del Instituto, ubicada en el campus de la UCV de la Urbanización Sebucán de Caracas se terminó de construir a finales del año 2010. En diciembre de 2011 nos mudamos a la nueva sede. A continuación se incluyen algunas fotos del edificio y sus instalaciones:

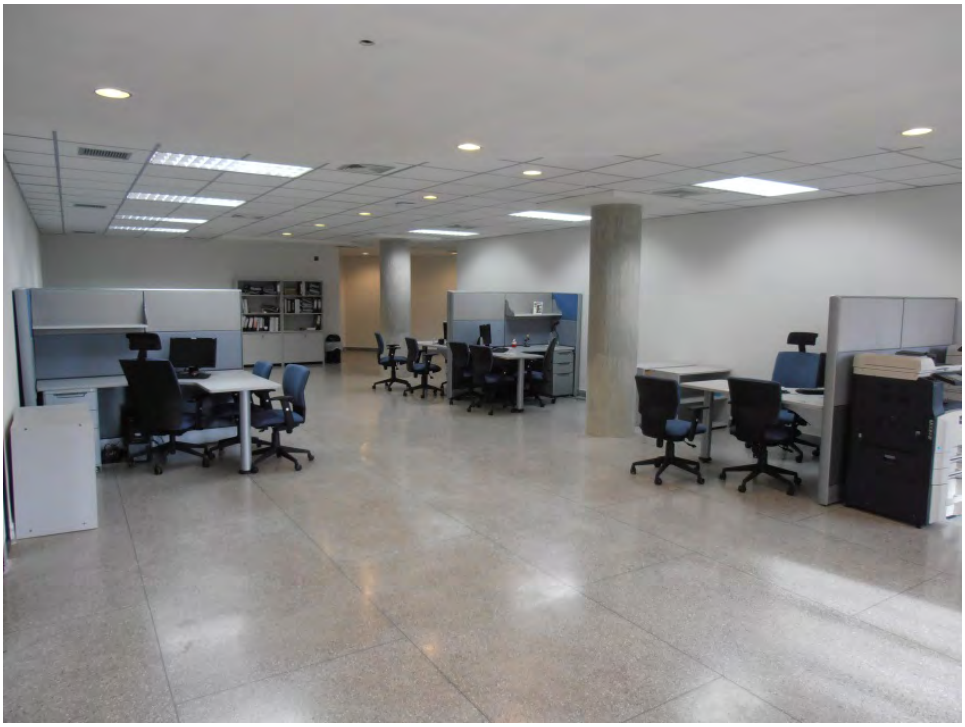
Entrada principal del edificio

Fachada trasera del Instituto

Jardines en la entrada principal

Jardines en la parte posterior del edificio

Hall interno del edificio



Sala de investigadores de postgrado

Una de las salas de seminarios

Puesto de trabajo individual

## 3. Personal docente e investigador

| Nombre | Dedicación | Escalafón | Formación |
|---|---|---|---|
| Leyde Briceño | Exclusiva | Asistente | Ing. Industrial, M.Sc. |
| Wilmer Carrero | Exclusiva | Instructor | Ing. Mecánico |
| José A. Cedeño | Parcial | Asistente | Odontólogo |
| Miguel Cerrolaza | Exclusiva | Titular | Ing. Civil, Dr.I. |
| Natalia Cuervo | Exclusiva | Instructor | Ing. Química |
| Everling Dávila | Exclusiva | Asistente | Ing. Materiales, M.Sc. |
| Javier Del Río | Exclusiva | Instructor | Ing. Mecánico, M.Sc. |
| Vannessa Duarte | Exclusiva | Instructor | Ing. en Informática |
| Yomar González | Exclusiva | Agregado | Ing. Mecánico, Dr.Cs. |
| Félix Nieto | Exclusiva | Instructor | Matemático, M.Sc. |
| Carlos Prieto | Exclusiva | Investigador | Ing. Electrónico |
| Gladys Uzcátegui | Exclusiva | Instructor | Odontóloga, M.Sc. |
| Liseth Valencia | Exclusiva | Investigador | Matemático |
| Jennire Vivas | Exclusiva | Instructor | Bióloga |

***Profesores e investigadores asociados al INABIO***

| Nombre | Dedicación | Escalafón | Formación |
|---|---|---|---|
| Ana María Acevedo | Exclusiva | Titular | Odontóloga, PhD |
| Rodolfo Aoún | Convencional | Agregado | Traumatólogo, M.Sc. |
| Marcelo Alfonzo | Exclusiva | Titular | Traumatólogo, PhD. |
| Federico Brito | Exclusiva | Agregado | Odontólogo, M.Sc. |
| Ricardo Bravo | Convencional | Agregado | Ing. Electrónico, M.Sc. |
| Roberto Curiel | Convencional | Agregado | Cardiólogo, M.Sc |
| Enrique Falcón | Convencional | Asociado | Traumatólogo, M.Sc |
| Othman Falcón | Convencional | Agregado | Ing. Mecánico, M.Sc. |
| César González | Exclusiva | Asociado | Traumatólogo, M.Sc. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Juan Guevara | Exclusiva | Titular | Matemático, Dr.C. |
| Abraham Krivoy | Convencional | Titular | Neurocirujano, Dr.C. |
| Jaime Krivoy | Convencional | Instructor | Neurocirujano, M.Sc. |
| Luis León | Exclusiva | Titular | Matemático, PhD |
| Miguel Martín-Landrove | Exclusiva | Titular | Físico, Ph.D. |
| Rafael Martín-Landrove | Exclusiva | Titular | Físico, Ph.D. |
| Manuel Martínez | Exclusiva | Titular | Ing. Mecánico, Ph.D. |
| Carmen Luisa Milanés | Convencional | Titular | Médico, M.Sc. |
| Rodolfo Miquilarena | Exclusiva | Titular | Internista, M.Sc. |
| Simón Morales | Exclusiva | Asociado | Ing. Electrónico, Dr.C. |
| Rafael Paiva | Convencional | Asociado | Traumatólogo, M.Sc |
| Omaira Rodríguez | Exclusiva | Asociado | Computista, M.Sc. |
| Eduardo Romero | Exclusiva | Titular | Médico Cirujano, Ph.D. |
| Marcel Rupcich | Convencional | Agregado | Ortopedista, Esp. |

## 4. Personal administrativo, técnico y de servicio

| Nombre | Dedicación | Cargo |
|---|---|---|
| María Aguiar | Parcial | Informática |
| Olegario García | Parcial | Mensajero |
| Daniel González | Completa | Archivo y correspondencia |
| Yorkis González | Completa | Redes |
| Luis Jaimes | Completa | Chófer |
| Norma Mejías | Completa | Mantenimiento |
| Marinés Pestana | Completa | Administración |
| Elizabeth Salinas | Completa | Jefa de Secretaría |
| Luis Sánchez | Completa | Jefe de Administración |
| Franklin Soto | Completa | Mantenimiento |

## 5. Proyectos I+D nacionales en curso

- ***Proyecto JANUS CDCH*** *PI-08-7442-2009/1*: "Estudio del comportamiento celular del tejido óseo en proceso normales y patológicos: simulación computacional"
  ***Responsable***: Prof. Y. González.
  ***Participantes:*** C. González, F. Nieto, M. Cerrolaza

  El estudio del proceso de curación de fracturas en sus distintas etapas y tomando en cuenta los tejidos en formación (figura 1), es fundamental para poder brindar un tratamiento conveniente y diseñar los dispositivos necesarios que ayuden a una rápida rehabilitación. Con el fin de realizar dicho estudio se hace necesario generar códigos basados en métodos numéricos capaces de determinar el comportamiento celular en tejidos óseos, siendo posible su aplicación tanto en procesos normales como en patológicos. Por medio de dichos códigos se realiza la simulación cuasiestática del fenotipo de los tejidos involucrados del callo óseo, teniéndose entre los resultados las deformaciones y la presión de poro (figura 2).

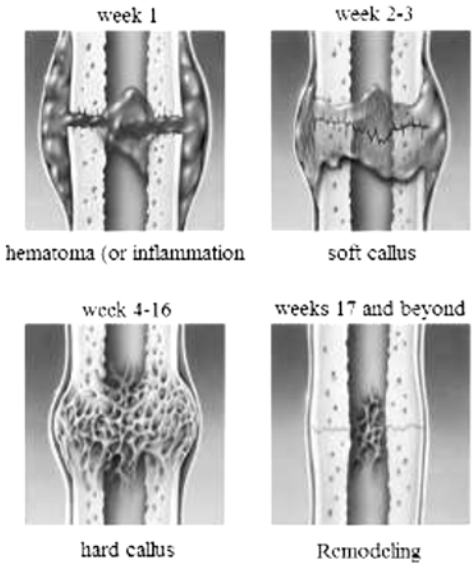



**Figura 1.** Proceso de curación de fracturas. Tejidos en formación durante el proceso

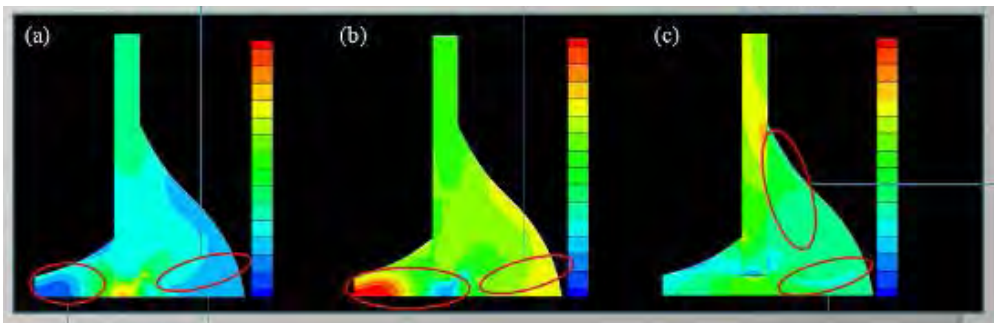



**Figura 2.** Simulación del fenotipo de los tejidos involucrados del callo óseo a la semana 8: Distribución del campo de deformaciones en dirección (a) radial (b) axial (c) presiones de poro

- ***Proyecto AKRIBOS CDCH*** PI-09-7299-2008/1: "Diseño e implementación de un modelo computacional para el pie"
  ***Responsable:*** Prof. C. González
  ***Participantes:*** M. Rupcich, M. Cerrolaza, L. Martino

  Se desarrolló un modelo de pie ajustado a la capacidad de análisis y diagnóstico de marcha normal y patológica capaz de calcular momentos y potencias durante el ciclo de marcha a partir del cambio angular de puntos específicos del pié (ilustrados en la figura 3). En la actualidad, se está complementando el modelo con la incorporación de un modelo de parámetros concentrados que permite estudiar la circulación en las extremidades inferiores como parte del sistema cardiovascular general (figura 4), analizando el comportamiento de las principales propiedades hemodinámicas.

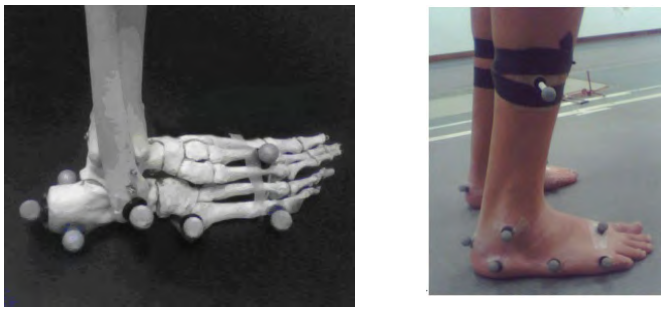


**Figura 3** Ubicación de marcadores reflectantes identificando los puntos anatómicos (a) sobre un esqueleto y (b) sobre el sujeto

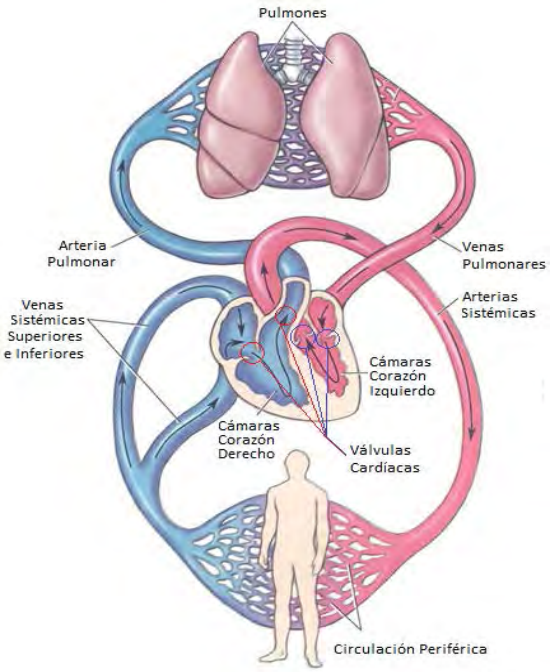



**Figura 4.** Esquema representativo del sistema cardiovascular

- ***Proyecto de Grupo CDCH*** *PG-08-7301-2008/2*: "Diseño de nuevos prototipos funcionales de prótesis de cadera para el tratamiento de patologías óseas y simulación computacional del comportamiento normal y patológico del hueso"
  ***Responsable***: Prof. M. Cerrolaza
  ***Participantes:*** C. González, Y. González

  Basados en las principales patologías que afectan a la articulación de la cadera, como la mostrada en la figura 5, y el tipo de procedimiento quirúrgico para el cual se diseñaría el prototipo de prótesis modular, se procedió a proponer un sistema modular de cadera que permita solventar los inconvenientes más comunes durante su implantación. Para la realización del diseño se utilizaron herramientas computacionales con las que se aplican diversos conceptos ingenieriles (figura 6), lográndose un mejor desempeño y mejorando la calidad de vida del paciente intervenido quien pasa a gozar de mayor movilidad y, así mismo, se satisfacen las necesidades de un mayor grupo poblacional al disminuir considerablemente los costos.

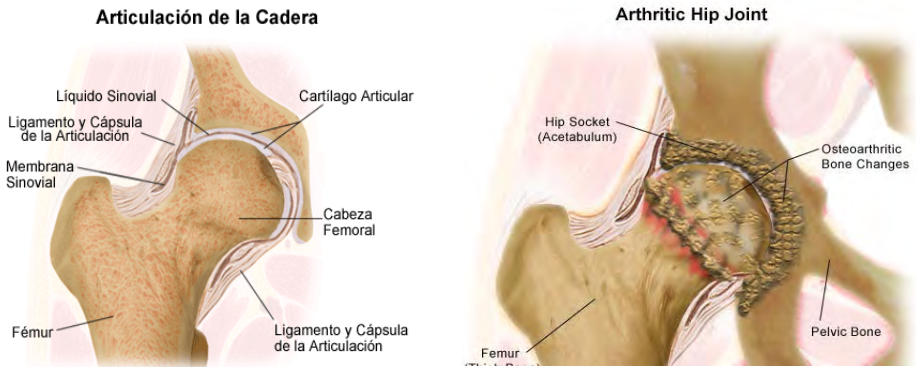



**Figura 5:** Articulación coxofemoral (a) sana y b) artrítica

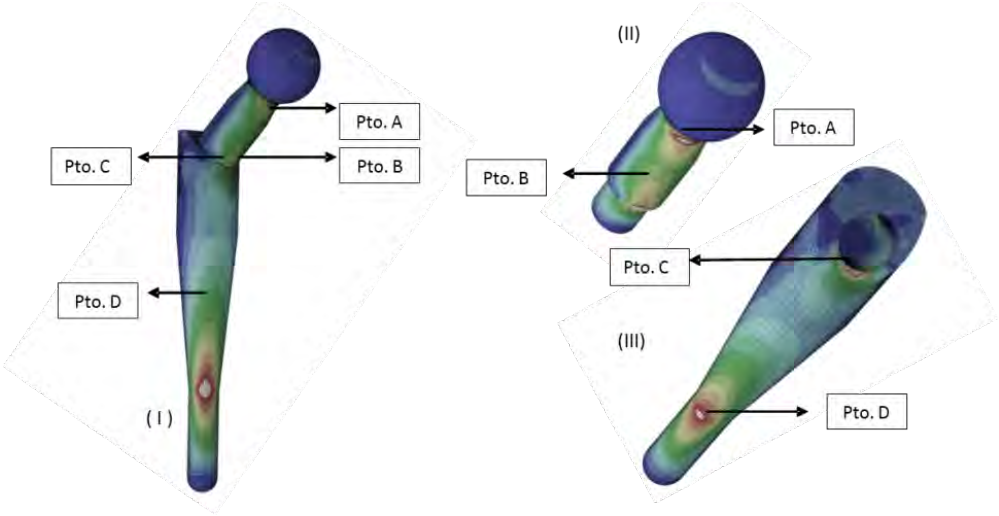
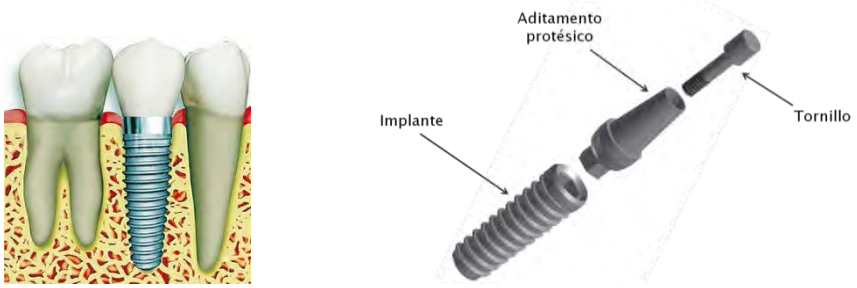



**Figura 6:** Esfuerzos de Von Mises para caminata rápida: I) Ensamble modular II) Cuello y cabeza del dispositivo III) Vástago de la Prótesis

- ***Proyecto Individual CDCH*** *Nº PI-21-8194-2011/1*: "Diseño y simulaciones de un sistema de implantes dentales"
  ***Responsable:*** Prof. G. Uzcátegui
  ***Participantes:*** J. Cedeño, A. Acevedo, M. Cerrolaza

  Un implante dental es el sustituto artificial de la raíz de un diente perdido (figura 7.a) usualmente solicitado por pacientes tanto parcial como totalmente edéntulos para su rehabilitación al brindar funcionalidad, comodidad y estética. Un sistema de implante dental se compone de dos elementos principales: un implante, en contacto con el hueso, y un aditamento o parte emergente, dichos elementos generalmente están unidos por un tornillo (figura 7.b). Este proyecto tiene como objetivo diseñar, a nivel nacional, y validar un sistema de implante dental a través de simulaciones computacionales, las cuales permiten estudiar la transmisión de cargas existentes (como en la figura 8), el proceso de remodelado óseo y la estabilización del hueso receptor, ayudando a mejorar los procesos de oseointegración (unión al hueso) y facilitando los procedimientos clínicos.




a) (b)

**Figura 7.** Esquema de la (a) función y (b) de las partes de un sistema de implante dental

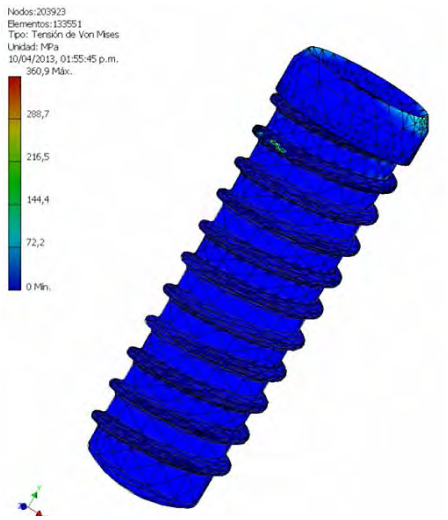



**Figura 8.** Esfuerzos Von Mises en implante dental cilíndrico ante carga oblicua.

- ***Proyecto Individual CDCH*** *Nº PI-21-8193-2011*: "Estudio y caracterización de biomateriales de producción nacional para aplicaciones en traumatología y ortopedia", ***Responsable*:** Prof. V. Duarte
  ***Participantes:*** E. Dávila, J. Vivas, C. González, M. Rupcich

Los altos costos de adquisición y desarrollo de dispositivos ortopédicos ha aumentado el interés por el desarrollo de tecnología nacional para la producción de biomateriales de alto nivel de calidad pero más asequibles a las poblaciones de bajos recursos. El objetivo de este proyecto es desarrollar formulaciones a base de polímeros termoplásticos (figura 9) de producción nacional, con las características físicas, químicas y mecánicas que permitan desarrollar láminas para el termoformado de cuencas que conectan el miembro amputado con la exoprótesis (figura 10), las cuales aumentan la calidad de vida del paciente al mejorar su movilidad.

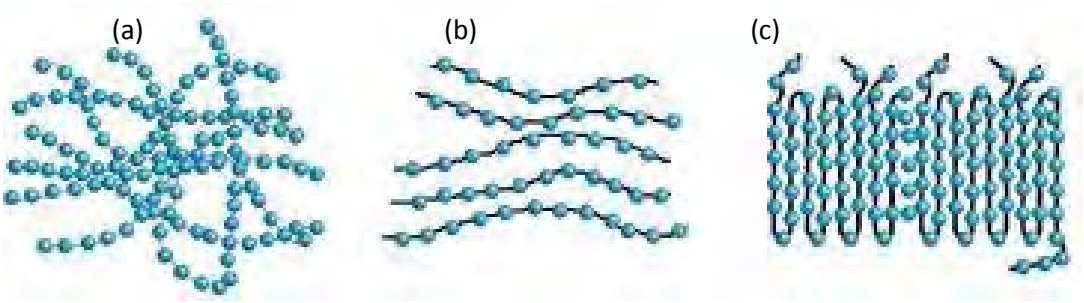



**Figura 9.** Estructuras termoplásticos a) amorfa y cristalinas b) micelar y c) lamelar

**Figura 10.** Exoprótesis

- ***Proyecto Individual PEI*** *Nº 2011-00-1215*: "Desarrollo de biomateriales con tecnología nacional para mejorar prótesis en traumatología y ortopedia orientadas a las comunidades de pacientes de bajos recursos"
  ***Responsable***: Prof. E. Dávila
  ***Participantes:*** C. González, M. Cerrolaza, V. Duarte

  El desarrollo de biomateriales nacionales, y en especial de biopolímeros, permitirá la fabricación de materia prima para la elaboración de dispositivos ortopédicos biodegradables (como tornillos, clavos), ortesis y andamios para la regeneración ósea (ver figuras 11 y 12) que facilitarán el tratamiento de pacientes de bajos recursos que han sufrido pérdida de tejido óseo a causa de accidentes o patologías, otorgándoles una solución asequible que les permita mejorar su calidad de vida, y aumentando el bienestar social en muchas comunidades de alta vulnerabilidad y de escasos recursos.

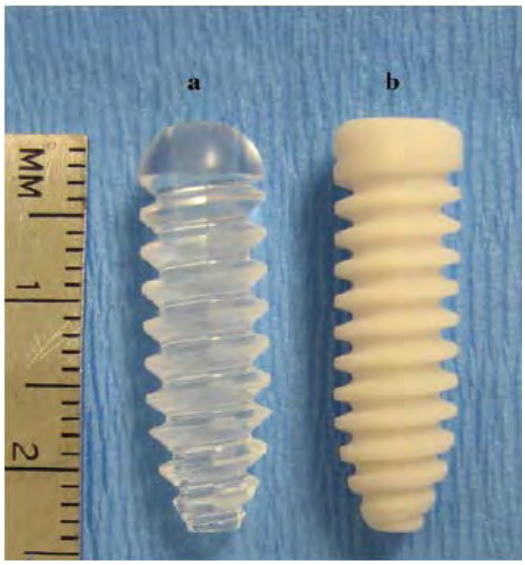



**Figura 11.** Tornillos ortopédicos biodegradables

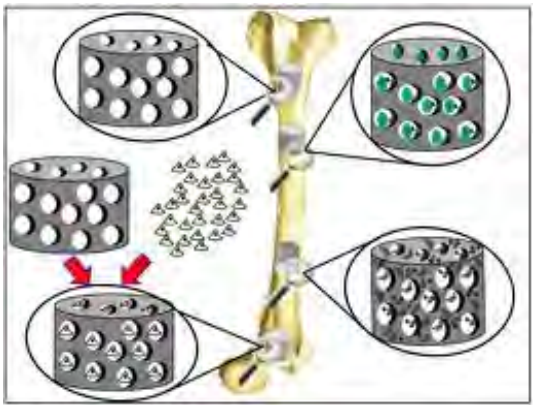


**Figura 12.** Andamios para la regeneración ósea

- ***Proyecto de Grupo PEI*** Nº 2012000967: “Desarrollo de dispositivos odontológicos para el tratamiento de afecciones bucales: mejoramiento de la salud bucal de comunidades de bajos recursos”
  ***Responsable:*** Prof. Y. González
  ***Participantes:*** A. Acevedo, G. Uzcátegui, J. Cedeño, M. Cerrolaza, W. Carrero

  La pérdida parcial o total de dientes, las fracturas y tumores en la región mandibular, el apretamiento dental y sus consecuencias, pueden ser tratadas con dispositivos desarrollados en nuestro país, permitiendo además de abaratar los costos de los tratamientos, formar recursos humanos y fomentar la independencia tecnológica nacional en el área biomédica. Por medio de las investigaciones relacionadas con este proyecto se propondrán prototipos de dispositivos para el tratamiento de afecciones bucales entre los que destacan: implantes dentales para sustituir dientes, placas de fijación rígida para fracturas y reconstrucciones mandibulares (figura 13), férulas ortostáticas para pacientes con apretamiento dental diseñadas a partir de análisis de oclusión personalizados, y distractores para regeneración de hueso en zonas donde se requieren prótesis dentarias. Con la producción de estos dispositivos en el país se mejoraría la salud bucal de personas de bajos recursos y alta vulnerabilidad y con ello su calidad de vida.

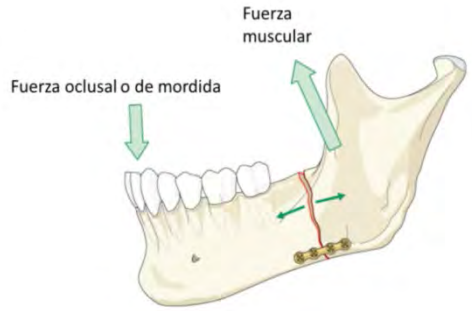



**Figura 13.** Ejemplo de una placa para fijación rígida mandibular para fractura.

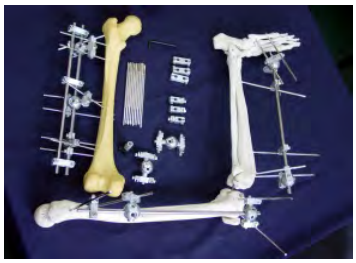
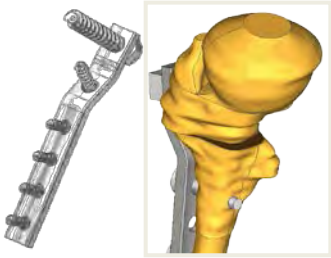
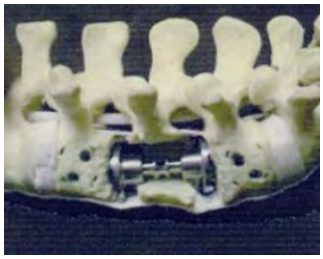
- ***Proyecto PEII 2012-190*** (aprobado en convocatoria 2012-2013): “Desarrollo de una plataforma de información para la visualización y procesamiento de señales electroencefalográficas (eeg), electromiograficas (emg) y electrocardiográficas (ecg) y manejo de historias médicas” (primera etapa)
  ***Responsable:*** Prof. V. Duarte
  ***Participantes:*** O. Rodríguez, M. Cerrolaza, F. Nieto

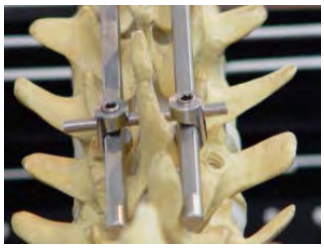
  Se va a desarrollar una plataforma informática que permita el fácil acceso y visualización de señales producidas por electromiografías y electrocardiografías. Posteriormente se complementará con herramientas ad-hoc para el adecuado manejo de historias médicas. El impacto a ejercer sobre la sociedad al implementar esta herramienta basada en software libre y telemedicina es transformar a las instituciones hospitalarias alejadas en elementos de cambio, que afronten el paradigma de la tecnología y la ciencia, utilizando novedosas aplicaciones para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades cardiovasculares a bajo costo, mediante el tratamiento de la información médica y registro y tratamiento de señales

- ***Proyecto especial PEII***-LOCTI: “Desarrollo y fabricación de dispositivos biomédicos para traumatología y ortopedia en Venezuela” (primera etapa)
  ***Responsable:*** Prof. Y. González
  ***Participantes:*** M. Cerrolaza, C. González, E. Romero

  Se diseñarán y fabricarán prototipos de los implantes biomédicos de mayor demanda dentro de los principales Servicios de Traumatología del país, para atender de manera eficiente, a costos razonables y con recursos nacionales, las patologías de pacientes de escasos recursos económicos, mediante redes que vinculen centros asistenciales y del sector productivo con instituciones de investigación. De esta manera se pretende disminuir la congestión del sistema de salud nacional, mediante la dotación de tratamientos alternativos para los pacientes. Ejemplo de estos dispositivos son las prótesis, fijadores externos y estabilizadores de columna, que constituyen los productos de mayor demanda dentro del Servicio de Traumatología de centros de salud tales como el Hospital José Gregorio Hernández y el Hospital Universitario de Caracas.

  La figura 14  a continuación muestran algunos de los prototipos que se van a fabricar y/o perfeccionar con este proyecto:



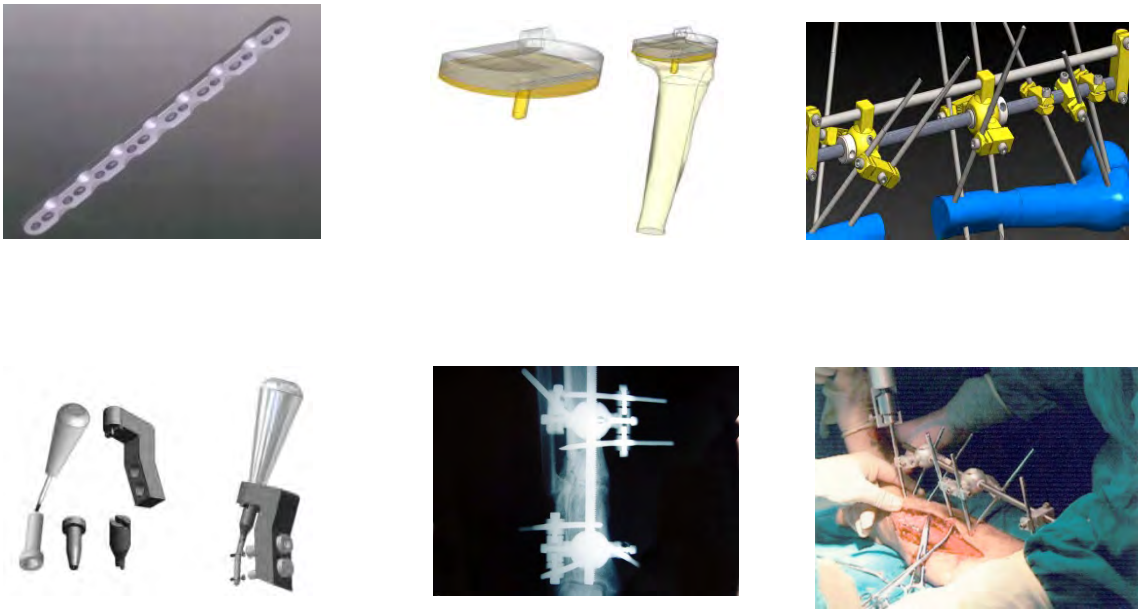


**Figura 14.** Diversos prototipos a ser mejorados y/o fabricados dentro del proyecto

- ***Proyecto PEII 2012-570*** (aprobado en convocatoria 2012-2013): "Una aplicación para el entrenamiento y apoyo al médico integral en comunidades rurales e indígenas para evaluar traumatismos y planificación de tratamientos con implantes nacionales diseñados a la medida" (primera etapa)
  ***Responsable:*** Prof. M. Cerrolaza
  ***Participantes:*** J. Del Río, G. Uzcátegui, Y. González, V. Duarte

Se propone el desarrollo de una herramienta de fácil manejo para entrenamiento médico, mediante supervisión a distancia por parte del especialista ubicado en hospital de referencia en cuanto al manejo de traumatismos simples. La herramienta basada en software libre (Java, C++), complementada con dispositivos como cámaras, laptop y celulares, permite realizar mediciones sencillas, pre-evaluar el traumatismo y sugerir tratamientos que puedan ser aplicados fácilmente por el nuevo personal médico (Figura 15). La Información puede ser compartida por mensajes multimedia o por correo y permite al especialista dimensionar e indicar un implante a la medida definitivo. La herramienta cuenta con un tutorial didáctico interactivo para profundizar conocimientos en el manejo de implantes, mediante data estadística de casos médicos y tratamientos no invasivos.

**Figura 15.** Esquema de funcionamiento del proyecto: necesidad en el centro rural, evaluación del caso clínico, indicación quirúrgica por especialistas.

## 6. Proyectos I+D internacionales

- ***Proyecto CIMNE-INABIO:*** "Red de Aulas virtuales en métodos numéricos: un esquema de integración científico-tecnológico entre España e Iberoamérica"
  ***Financia****: Comunidad Europea y Gobierno de Cataluña*
  ***Responsable:*** Prof. M. Cerrolaza
  ***Participantes:*** Venezuela, Brasil, Perú, Argentina, Colombia, Cuba, España, México, Chile, El Salvador

  El Instituto Nacional de Bioingeniería forma parte de la Red Aulas CIMNE que nace por iniciativa del Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE), de la Universidad Politécnica de Cataluña, y cuyas actividades se enfocan en métodos numéricos. Tiene como objetivo promover el libre intercambio de conocimientos y herramientas de métodos numéricos entre universidades, centros de investigación y empresas relacionadas a este sector. Su campo de acción comprende la Iberoamérica, siendo España, Colombia, Argentina, Cuba y México los países participantes (figura 17).

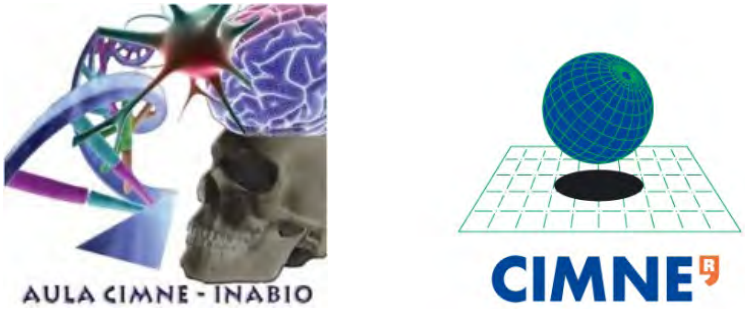



**Figura 16.** Logos institucionales

**Figura 17.** Distribución geográfica de las aulas

- ***Proyecto TOTAL.Knee:*** "Towards a new generation of knee implants"
  ***Financia****: Comunidad Europea, Program Marie Curie*
  ***Responsable:*** Prof. M. Cerrolaza
  ***Participantes:*** N. Mangado, C. González

  There exist some factors affecting strongly the deterioration of knee prosthesis:
  - Mechanical loosening
  - Instability because of the misalignment
  - Fracture of some components
  - Wear of some of the components
  - Fracture of the bone around the prosthesis

  Most of these factors are directly related to the geometry and materials of the prosthesis. Therefore, the study, modification and improving of knee prostheses is a subject of the most concern, being considered by world-wide researchers in Europe, Japan and USA. Despite the good number of knee prostheses available, the continuous improving of already existing designs and new designs is still carrying out. The goal is to improve the performance and behavior of knee prostheses lifespan, in order to minimize the risk of fracture and loosening. Thus, the longer the knee prosthesis the less money will be spent.

  For instance, in the case of older people, it is mandatory to evaluate the deterioration of the bone quality and the ability of bone-integration. Moreover, in the case of older persons, the mechanical loosening is even larger than in other human groups. Another factor of large impact is the coupling between the bone and the prosthesis. If the bone quality is good we will have a good bone-integration. Then, the study of the bone integration is relevant to this research.

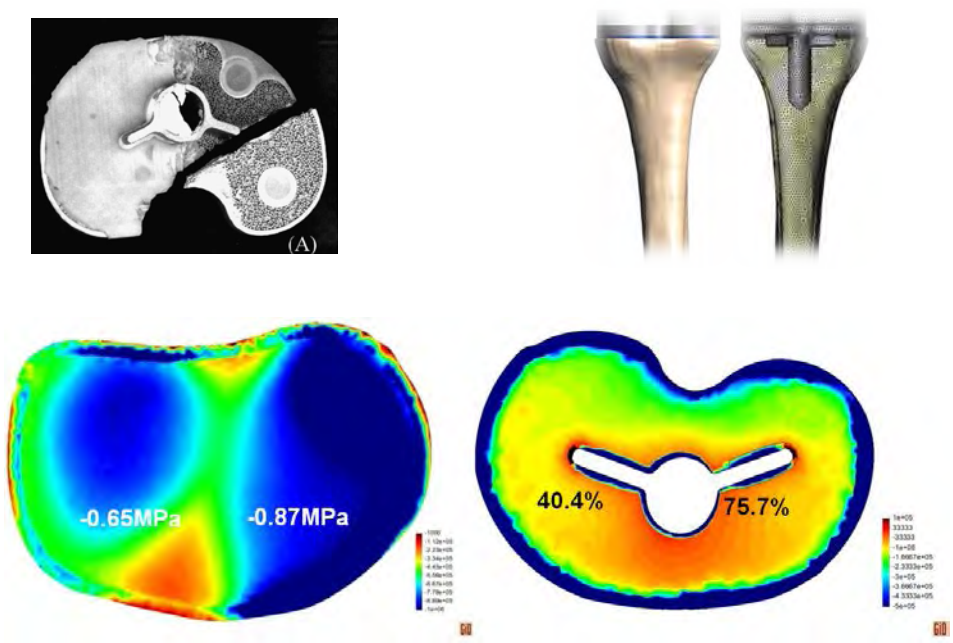



**Figura 18.** Top-left: tibial plate fracturel; Top-right: FE mesh of the implant
Bottom: Stresses in tibial plate obtained with finite element anlaysis

- ***Proyecto BodyGID:*** “Desarrollo de una versión 3D del cuerpo humano a ser visualizada con GID”
  ***Financia****: CIMNE y Gobierno de Cataluña*
  ***Responsable:*** Prof. M. Cerrolaza
  ***Participantes:*** S. Oller, F. Bellomo, E. Comellas, J. Valdivia, E. Soudah, A. Coll, V. Duarte, O. Rodríguez, L. Briceño

  Se desarrollará una representación interactiva 3D del cuerpo humano a ser visualizada por GID, que permita incorporar prótesis y dispositivos biomédicos. Los objetivos son:

  - Revisar lo disponible en la literatura técnica
  - Recolectar data para reproducir y visualizar órganos humanos (National Health Institute, U.S. National Library of Medicine, etc)
  - Diseñar una estrategia para juntar diversos órganos y sistemas
  - Generar sistemas esqueléticos, musculares, cardiovasculares, nerviosos, etc
  - Diseñar estrategias para lograr interactividad entre los sistemas
  - Generar herramientas para discretizar órganos con elementos finitos (o de superficie)
  - Diseñar estrategias para poder incorporar prótesis y dispositivos biomédicos al modelo
  - Simular procesos fisiológicos
  - Simular patologías

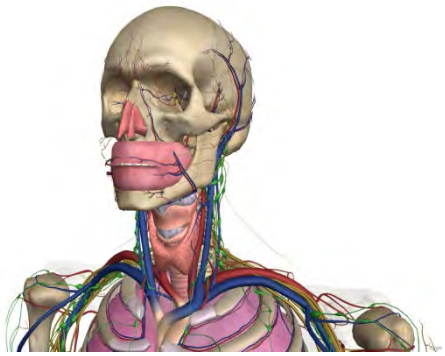


Figura 19. Representación de cráneo

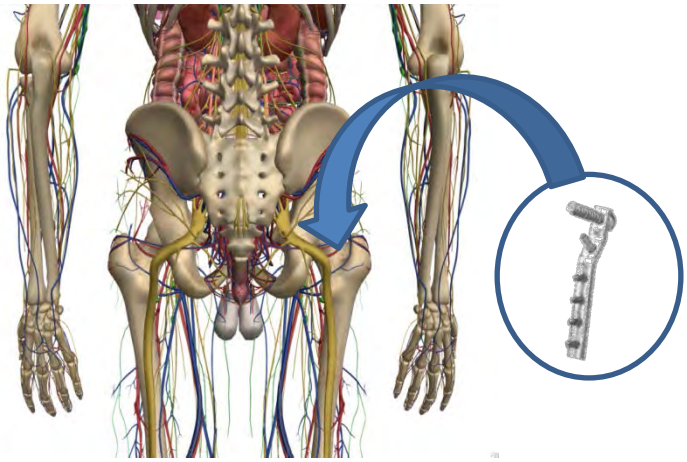


**Figura 20.** Esquema de inserción de placa en el fémur

- ***Proyecto*** **"**Use of 3D Zernike polynomials and other form descriptors in the rigorous quantitative analysis of dose conformity in radiosurgery and radiotherapy treatment planning"
  ***Financia****: International Organization of Atomic Energy*
  ***Responsable:*** Prof. M. Martín-Landrove
  ***Participantes:*** W. Torres, H. Rojas, Y. González

  To evaluate the match between the Planning Target Volume (PTV) and the Dose Volume Distribution (DVD) using different form descriptors including 3D Zernike polynomials, with applications in the optimal selection of radiosurgery/radiotherapy treatment technique, and treatment planning optimization.

1. Implementation of several tumor image segmentation procedures which may include those based on the use of form descriptors, such as Zernike polynomials, or in general, orthogonal polynomials.

2. Form characterization of tumor lesions in segmented images through its moment expansion using Zernike moments or any other moments already in use as form descriptors. Comparison of the segmented image moment expansion and the expansion for the actual treatment volume (PTV).

3. Comparison of moment expansions of PTV and dose volume distributions on actual treated patients. Design of a rigorous conformity index based on these results.

4. On actual cases, simulation of different treatment plans based on different treatment techniques available. Based on the results it could be possible to decide which treatment technique is more suitable to use for the actual treatment on the patient.

Research will be carried on using information coming from different clinical facilities (IDACA Centro Médico de Caracas, IDACA Centro Médico Docente La Trinidad, IDACA Las Ciencias) equipped with LINACs, CTs, PET/CT, SPECTs, MRs. Also access to treatment planning workstation is granted by MEDITRON, local representative of Philips and Elekta systems. Software development will be realized on INABIO facility.

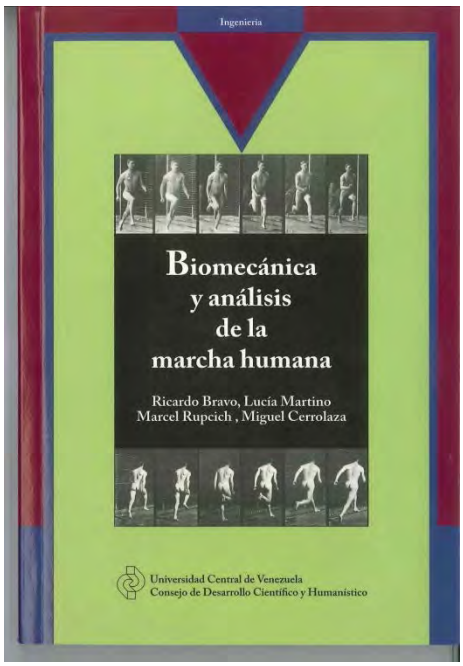
## 7. Publicaciones en revistas arbitradas

- V. Duarte, Y. González, M. Cerrolaza, Boundary element simulation of bone tissue, ***J. Biomed. Eng. & Technology***, **5(2):**211-228, 2011
- G. Gavidia, E. Soudah, M. Martín, M. Cerrolaza, Human tissue models generation by using preprocessing and segmentation of medical images (spanish), ***Rev. Int. Met. Num. Ing.,* 27(3),** 2011
- I. Pérez, R. Roselló, C. Recarey, M. Cerrolaza, Particle-packaging methods for computational modeling of bones, ***Comp. Mod. Eng. & Sciences,* 79(3)**:183-200, 2011
- Falcón O., Davinson E., G. González, J. Reyes, Estudio y Caracterización del PEUAPM-Gur-1050, Irradiado con rayos gamma en argón tratado térmicamente, ***Interciencia* 36(7)**: 5078-516, 2011
- J. Cedeño *et al*, Consideraciones en el tratamiento odontológico de pacientes en terapia con bifosfonatos, ***Acta Odontológica Venezolana***, **49(4)**:14-21, 2011
- W. Carrero, M. Cerrolaza, J. Romero, J. Cedeño, Physiological *in-vivo* loading measuring in alveolar distraction, ***J. of Biomedical Engineering: App, Bas and Comm.***, **24(3)**:275-284, 2012
- F. Torres, M. Martín, 3D Brain tumor geometry study by scaling analytical, ***Physica A* 391**:1195-1206, 2012
- N. Polanco, E. Leal, M. Martín, S. Pekerar, Diferenciación por Espectroscopía $^{+}$HNMR de Klebsiella , Staphylococcus aureus y Streptococcus agalactiae en cultivo, ***VITAE Academia Biomédica Digital,* 50**, 2012
- M. Cerrolaza, M. Rupcich, R. Bravo, D. Urbano, Oxygen Consumption estimation vs. normalized Concentric Energy in diplegic children, ***J. of Biomedical Engineering Research***, **11:1-7,** 2012
- M. Cerrolaza, J. Osorio, Relations among stiffness coefficients of hexahedral finite elements: a simple and efficient way to reduce the integration time, ***Fin. Elem. Anal. Design***, **55:1**-6, 2012
- M. Cerrolaza, L. Valencia, Efficient and fast analytical integration of quadratic boundary elements, ***Engineering Computations*** (en revisión), 2012
- M. Rupcich, R. Bravo, M. Cerrolaza, Biomechanical analysis of the human hip in children with hip arthrodesis, ***J. of Biomedical Engineering Res.*** (aceptado), 2013
- J. Del Río, E. Romero, M. Cerrolaza, Estudio del flujo sanguíneo con un modelo cardiovascular de parámetros concentrados, ***Rev. Informe Médico*** (aceptado), 2013
- Y. González, F. Nieto, M. Cerrolaza, Modeling the nutrients behavior in intervertebral discs: a boundary integral simulation, ***J. of Molecular & Cell Biomechanics,* 10(1):**67-84, 2013
- M. Cerrolaza, G. Gavidia, E. Soudah, M. Martín-Landrove, Modeling human tissues: an efficient integrated methodology, ***J. Biomedical Engineering: Comm, Bas & App*** (in press) 2013
- E. Dávila, M. Candal, M. Sánchez–Soto, Estudio de la adhesión en uniones poliméricas sobreinyectadas rígido–rígido (ABS/SAN), ***Revista Iberoam. Polímeros*, 14(6)**, 2013
- Dávila E, Candal M, Sánchez-soto M, Estudio de la adhesión en sistemas poliméricos (rígido-tela) empleando la técnica de decoración en el molde, ***Revista Ciencia e Ingeniería*** *(ULA)* (en prensa) 2013.
- V. Duarte, M. Cerrolaza, Modelado piezoeléctrico del hueso por el método de los elementos de contorno, ***Revista de la Facultad de Ingeniería UCV,*** (aceptado) 2013
- L. Martino, C. González, Y. González, Propuesta de un modelo multisegmento del pie para el análisis de marcha, ***Revista Facultad de Ingeniería UCV***, (aceptado) 2013

- M. Alfonzo, M. Cerrolaza, Simulación y análisis computacional del conducto medular del fémur en presencia de una prótesis de cadera, ***Revista de la Facultad de Ingeniería UCV,*** (aceptado) 2013
- A. Gutiérrez, I. Sánchez, G. Uzcátegui, L. Fermín, Diseño y construcción de dispositivo para medición dinámica de fuerzas oclusales dentales durante la masticación humana, ***Revista de la Facultad de Ingeniería UCV***, (aceptado) 2013
- J. Del Río Palma, E. Romero, M. Cerrolaza, Influencia de factores hidrodinámicos y estructurales en el comportamiento de las válvulas cardíacas, ***Revista de la Facultad de Ingeniería UCV,*** (aceptado) 2013

## 8. Libros y capítulos de libros

- R. Bravo, L. Martino, M. Rupcich, M. Cerrolaza. ***Biomecánica y análisis de la marcha humana***, Ed. CDCH-UCV, 185 pp, Caracas 2012, ISBN 978-980-00-2688-5.
- Y. González, F. Nieto, V. Duarte, M. Cerrolaza. ***The boundary element method in computational biomechanics: some applications***, Capítulo del libro: Issues in Comp. Mech. & Civil Eng, G.Benítez (Ed) UPM Press, pp. 175-186. Madrid 2012, ISBN 978-84-939196-7-2.
- Y. Gonzalez, M. Cerrolaza. ***Numerical Methods in Biomechanics Simulation and Modeling,*** Ed. Tech Science Press, 2013 (en imprenta)
- Y. González, J. Vivas, V. Duarte, M. Cerrolaza**. Edición especial en Bioingeniería**, de la *Revista de la Facultad de Ingeniería* UCV, 2013 (en prensa)
- González Y. , Cerrolaza M, ***Simulation techniques and applications in bioengineering***, Ed. Saxe-Coburg Pub (UK), in preparation, 2013
- Gavidia G., Soudah E., Martín M. and Cerrolaza M., ***Computational anatomy: and efficient methodology based on medical images for 3D reconstruction*** (in spanish), Ed. CIMNE, Barcelona, Spain, Sept. 2011, 166 pp



## 9. Presentaciones en congresos

- M. Martín, F. Torres. “Geometría del crecimiento de lesiones tumorales en el cerebro”, ***Jornadas de Investigación Facultad de Ingeniería, UCV***, Caracas, Venezuela, 2012.
- Duarte V., Cerrolaza M, Comportamiento piezoeléctrico del hueso utilizando el MEC, ***Proc. of ENIEF 2011****, pp.*3395-3402, Rosario, Argentina, 2011
- Nieto F, González Y, “Modelo matemático de convección-difusión para el cálculo de concentraciones por el método de reciprocidad dual”, ***III Encontro Nacional de BioMecânica*****,** Sao Paulo, 2011
- F. Nieto, Y. González, "Modeling of mass transport in biomechanics by using the Dual Reciprocity Boundary Element Method". ***International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences***, pp. 120-121, Crete, Greece, 2012.
- E. Dávila, G. Uzcátegui, M. Cerrolaza, *"Estudio Mecánico Comparativo de la zirconia como biomaterial en aplicaciones odontológicas mediante el uso de herramientas computacionales".* ***XI Congreso Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas*****,** MSM31-36, Pampatar, Venezuela, 2012.
- G.Uzcátegui, E. Dávila, M. Cerrolaza, "Comparación del comportamiento biomecánico de un diseño de implante dental de titanio y zirconia". ***XI Congreso Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas,*** pp. BSB13-18. Pampatar, Venezuela, 2012.
- Y. González, F. Nieto, “Selección de funciones de aproximación en el Método de Elementos de Contorno y reciprocidad dual para poroelasticidad lineal”. ***XI Congreso Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas***, pp. MM19-24, Pampatar, Venezuela, 2012.
- F. Nieto, Y. González, “Integración simbólica para elementos lineales isoparamétricos en elementos de contorno, aplicado a conducción de calor”. ***XI Congreso Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas***, pp. MM73-78, Pampatar, Venezuela, 2012.
- J. Del Río, P. Blanco, M. Cerrolaza. “Modelos de Válvulas Cardíacas de Parámetros Concentrados en el Modelado del Sistema Cardiovascular”. ***XI Congreso Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas*****,** MF: 55-60, Pampatar, Venezuela, 2012.
- C. Prieto, M. Cerrolaza, “Solución de cinemática inversa empleando ANFISEdit de MATLAB”, ***XI Congreso Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas***, EC111-116, Pampatar, Venezuela, 2012.
- J. Vivas, M. Cerrolaza, “Consideraciones para el diseño *in silico* de una matriz tridimensional para la formación de tejidos”, ***XI Congreso Internacional de Métodos Numéricos en Ing y Ciencias Aplicadas***, BSB37-42, Pampatar, Venezuela, 2012.
- F. Torres, M. Martín, “Brain Tumors: A Scaling Analysis Approach”, ***XI Congreso Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas***, BSB55-60, Pampatar, Venezuela 2012.
- Uzcátegui G, Cerrolaza M, “Effect of implant shape, thread pitch, abutment angulation and loading angle on stress distribution in jawbone”, ***X World Congress on Computational Mechanics (WCCM),*** Sao Paulo, 2012
- E. Dávila, M.Candal, M. Sánchez-Soto, “Efecto de las variables del proceso de inyección sobre la adhesión polímero-tela usando la técnica de decoración en molde”, ***XV Coloquio Venezolano de Polímeros***, Venezuela, 2013
- Duarte V, González C, Cerrolaza M, “Numerical simulation and advances in piezoelectric analysis of fractured bones”, ***VI International Congress on Numerical Meth in Engineering***, Morelia, México, Nov 2013

## 10. Tesis y pasantías (culminadas y en ejecución)

- Propuesta y diseño de un implante dental usando elementos finitos. **Tesis de Maestría** de la Profa. Gladys Uzcátegui (UCV). Tutor: M. Cerrolaza. Aprobada, junio 2013.
- Un modelo para la determinación de la densidad celular basado en el método de frontera para problemas de convección-difusión. **Tesis de Maestría** del Prof. Félix Nieto (UCV). Tutor: Y. González. Aprobada, junio 2013.
- Un modelo de parámetros concentrados de válvulas cardíacas para el sistema cardiovascular. **Tesis de Maestría** del Prof. Javier Del Río Palma (UCV). Tutor: M. Cerrolaza. Aprobada, junio 2013
- Remodelado de huesos sometidos a cargas mecánicas y piezoeléctricas por el método de elementos de contorno. **Tesis Doctoral** de Profa. Vannessa Duarte (UCV). Tutor: M. Cerrolaza. Grado de Avance: 90%.
- Sistema guiado por visión artificial para el control de movimiento de un asistente robótico médico. **Tesis de Maestría** del Ing. Carlos Prieto (UCV). Tutor: M. Cerrolaza. Grado de Avance: 85%.
- Un modelo computacional para adhesión y propagación de células sobre microportadores. **Tesis de Maestría** de la Profa. Jennire Vivas (UCV) Tutor: M. Cerrolaza. Grado de Avance: 50%.
- Tratamiento de fracturas diafisiarias en miembros inferiores. **Tesis de Maestría** del doctor Carlos Sánchez (UCV) Tutor: O. Falcón. Grado de Avance: 90%.
- Diseño de distractores alveolares considerando formación y diferenciación de tejidos multinivel en la mandíbula humana, **Tesis Doctoral** del Prof. W. Carrero (UCV) Tutor: M. Cerrolaza. Grado de Avance: 80%.
- Estudio de técnicas y biomateriales para la oseointegración de prótesis e implantes. **Tesis Doctoral** de la Profa. M.Sc. Everling Dávila (UCV). Tutor: M. Cerrolaza. Grado de Avance: 25%.
- Integración analítica de elementos de contorno para optimización de modelos computacionales en biomecánica. **Tesis de Maestría** de la Lic. Liseth Valencia (UCV). Tutor: M. Cerrolaza. Grado de Avance: 20%.
- Modelamiento y simulación del crecimiento de hueso en un segmento de la interfaz del hueso huésped y el recubrimiento de tántalo poroso de un implante de titanio. **Tesis Doctoral** de la Profa. M.Sc. Leyde Briceño (UCV). Tutor: M. Cerrolaza. Grado de Avance: 15%.
- Análisis de la respuesta mecánica de una sistema de implante dental sometido a un estado dinámico de carga. **Tesis de Pregrado** del Br. Gerardo Delgado (UCV). Tutor: Y. González. Aprobada, mayo 2013.
- Diseño Concurrente de Prótesis de Pie. **Tesis de Pregrado** de los bachilleres Johanna Valles y Gianfranco Criollo (UCV). Tutor: Othman Falcón. Aprobada, junio 2013.
- Desarrollo de un prototipo de caja intersomática para la estabilización posterior de la columna lumbar. **Tesis de Pregrado** de la Br. Ana Vargas (UNEFA). Tutor: Yomar González. Grado de Avance: 75%.
- Análisis de la respuesta mecánica de una prótesis parcial de cadera cementada del tipo modular sometido a un estado dinámico de carga. **Tesis de Pregrado** del Br. Ángel Méndez (UCV). Tutor: Yomar González. Grado de Avance: 10%.
- Diseño y desarrollo de andamios biomiméticos por el método de elementos finitos para la regeneración de tejido óseo. **Tesis de Pregrado** de los Brs. Sofía Rodríguez y Jesús Rodríguez (IUTFRP). Tutores: E. Dávila y J. Vivas. Grado de Avance: 5%.

***Pasantías e informes de pasantías***

- Evaluación de la factibilidad de fabricación de un brazo robótico de dos grados de libertad como asistente a la enseñanza de cirugía laparoscópica. **Informe de Pasantía** (3 meses) de la Br. María Fernanda Velasco (UNET). Tutores: Y. González y V. Duarte.
- Propuesta del diseño de un entorno virtual de aprendizaje para la enseñanza de las técnicas básicas de imagenología médica. **Informe de Pasantía** (3 meses) de la Br. Reina Guerrero (UNET). Tutora: L. Briceño.
- Simular la cinemática inversa en 3D de un asistente robótico para cirugía de laparoscopia con 6 grados de libertad. **Informe de Pasantía** (3 meses) del Br. Jesús Contreras (UNET). Tutores: Y. González y F. Nieto.
- Modificación de geometrías 3D de prótesis de rodilla para optimizar su desempeño. **Pasantía de investigación** (6 meses) de la Br. Carmen Quevedo (USB). Tutores: C. Muller y M. Cerrolaza. Grado de avance: 30%
- Modelado de implantes dentales considerando su oseointegracion y contacto no lineal, **Pasantía de investigación** (6 meses) de la Br. Celeste Miquilena (USB). Tutores: C. Muller y M. Cerrolaza. Grado de avance: 30%
- Modelación y análisis de tejidos óseos (cortical y esponjoso) con acoplamiento de prótesis para traumatología. Aplicación en prótesis de cervical, **Pasantía de investigación** (6 meses) de la Br. Bárbara Onsalo (USB). Tutores: L. Zambrano y M. Cerrolaza, diciembre 2012.
- Modelación y análisis de tejidos óseos (cortical y esponjoso) con acoplamiento de prótesis para traumatología. Aplicación en prótesis de la rodilla, **Pasantía de investigación** (6 meses) del Br. Alejandro Ferreira (USB). Tutores: R. Torrealba y M. Cerrolaza, diciembre 2012.
- Modelación y análisis de tejidos óseos (cortical y esponjoso) con acoplamiento de prótesis para traumatología. Aplicación en prótesis de hombro, **Pasantía de investigación** (6 meses) de la Br. María Angélica Díaz (USB). Tutores: C. Muller y M. Cerrolaza, diciembre 2012.

## 11. Conferencias invitadas

- Cerrolaza M., *AAAS Annual Meeting (American Association for Advance of Science),* **Invited Speaker,** Washington, USA, Feb 2011
- Cerrolaza M, *Int. Congress of IABEM,* **Plenary Lecturer**, Brescia, Italy, September 2011
- Martín M**.,** ***Invited Conference*****,** *Universidad Nacional de Colombia,* junio 2011
- Cerrolaza M., *I Int´l Congress on Biomedical Engineering,* **Invited Lecturer**, Cochabamba, Bolivia, Nov 2011
- González Y., Cerrolaza M, *Int. Conf. Computational & Experimental Engineering Sciences (ICCES12),* **Thematic Lecturer,** Crete-Greece, May 2012
- Cerrolaza M, ***Invited Conference***, *Universidad Nacional de Colombia*, julio 2012
- Cerrolaza M, Uzcátegui G, *X World Cong Computational Mechanics (WCCM),* **Keynote Lecturer**, Brazil, July 2012
- Cerrolaza M., *XIX Cong on Numerical Methods and their Applications,* **Plenary Lecturer**, Salta, Argentina, Nov 2012
- Cerrolaza M., ***Invited Seminar,*** Biomedical Engineering Institute, Florida International University, USA, Dec 2012

- Cerrolaza M., ***Invited Conference***, Faculty of Bioengineering, National University of Entre Rios, Argentina, Feb 2013
- Cerrolaza M., Y. González, *V Cong. on Biomed Eng & VIII PanAm. Health Care Conf (PAHCE-2013)*, **Plenary Lecturer,** Medellín, Colombia, May 2013
- Cerrolaza M., ***Invited Seminar***, Universidad del Rosario, Colombia, June 2013

## 12. Seminarios dictados en el Instituto

El Instituto ha organizado alrededor de 40 seminarios en el período 2011-2013, los cuales se dictaron por reconocidos especialistas dentro del ciclo conocido popularmente como "*Seminarios de los viernes*". Entre ellos cabe destacar los siguientes:

| Título seminario | Expositor | Institución | Fecha |
|---|---|---|---|
| Robótica y visión artificial | O. Chang | UCV | 2/2011 |
| Modelo 2D de la difusión de calcio en estructuras biocontráctiles: células musculares esqueléticas | J.C. Ugas | ULA | 2/2011 |
| Electromiografía Superficial Multicanal | M. García P. | USB | 3/2011 |
| Modelo biomecánico de la contracción muscular | F. Pérez | UCV | 4/2011 |
| La Calidad del Software | M. Pérez | USB | 4/2011 |
| Dinámicas estocásticas, balance, neuronas y otros temas | J. Cabrera | IVIC | 4/2011 |
| Una red internacional de investigación y aprendizaje, potencia para nuestros tiempos | V. Duarte | INABIO | 5/2011 |
| Teoría de partículas en el siglo XXI: Grandes Retos de la Física Moderna | F. Febres | USB | 6/2011 |
| Atención Multidisciplinaria a Pacientes Especiales | M. Hernández | UCV | 6/2011 |
| El Instituto de Inmunología: Trayectoria Universitaria | I.Blanca | UCV | 7/2011 |
| Aspectos Neurológicos en la Parálisis Cerebral Infantil | J. Castillo | H Ortop Infant | 9/2011 |
| Desarrollo y optimización de un sistema ultra rápido de radiografías para inyectores de motores de automóviles | E. Romero | UCV | 10/2011 |
| Cirugía del Futuro | R. Sotelo | Inst.M.Floresta | 10/2011 |
| Polímeros biodegradables para aplicaciones bioméd. | M. Sabino | USB | 6/2012 |
| Nucleación y cristalización del sistema PCL/ nanotubos de carbono | A.Muller | USB | 6/2012 |
| Mecanobiología computacional y crecimiento | D.Garzón | UNC/Colombia | 7/2012 |
| El laboratorio de Bioingeniería de tejidos | A.Marqués | USB | 7/2012 |
| El Núcleo LUZ-COL: ¿Quiénes somos? | R. Balza | LUZ | 9/2012 |
| Introducción al Latex | L.Valencia | INABIO | 10/2012 |
| Modelado de crecimiento tumoral | M. Martín | UCV | 10/2012 |
| Investigación en el Centro Computación Gráfica | E.Ramírez | UCV | 10/2012 |
| Diseño y Construcción de un dispositivo para edición dinámica de fuerzas oclusales dentales | A.Gutiérrez | USB | 11/2012 |
| La biomecánica aplicada al deporte | M. Gómez | Innova | 12/2012 |
| Modelamiento Matemático de Hinchamiento de Hidrogeles | A.Blanco | USB | 2/2013 |
| Implantodontología: Diseño de Implantes Dentales | C. Sánchez | Soc Ven Impl. | 3/2013 |
| Cirugía Piezoeléctrica | I.Moncada | Acad Ven Cir. | 4/2013 |
| El presente y el Futuro de las Interfaces de Usuario | F. Narciso | ULA | 6/2013 |
| Computación en Paralelo | C. Acosta | UCV | 7/2013 |

## 13. Investigadores visitantes

Varios investigadores extranjeros visitaron al INABIO para:

- Dictar charlas especializadas en el área de Bioingeniería y en Métodos Numéricos.
- Asesorar tesis de Postgrado y Doctorales.
- Participar en Proyectos de Investigación en conjunto con el Instituto Nacional de Bioingeniería, realizar pasantías cortas o largas de formación y capacitación profesional.

Entre ellos se puede mencionar a:

- Prof. José Di Paolo, *Universidad Nacional de Entre Ríos*, **Argentina**, junio 2013
- Prof. Diego Garzón*, Universidad Nacional de Colombia*, **Colombia**, julio 2012
- Prof. Ramón Codina, *Universidad Politécnica de Cataluña,* **España**, marzo 2012
- Prof. Diego Garzón*, Universidad Nacional de Colombia*, **Colombia**, junio 2013
- Prof. Jomaa Ben-Hassine*, Colorado School of Mines,* **USA**, marzo 2012
- Prof. Alberto Salvadori, *Università degli Studi di Brescia*, **Italia**, marzo 2012
- Profa. Claudia Garcés*, Instituto Nacional de Telecomunicações*, **Brasil**, junio 2013
- Prof. René Meziat, *Universidad del Rosario,* **Colombia***,* febrero 2013

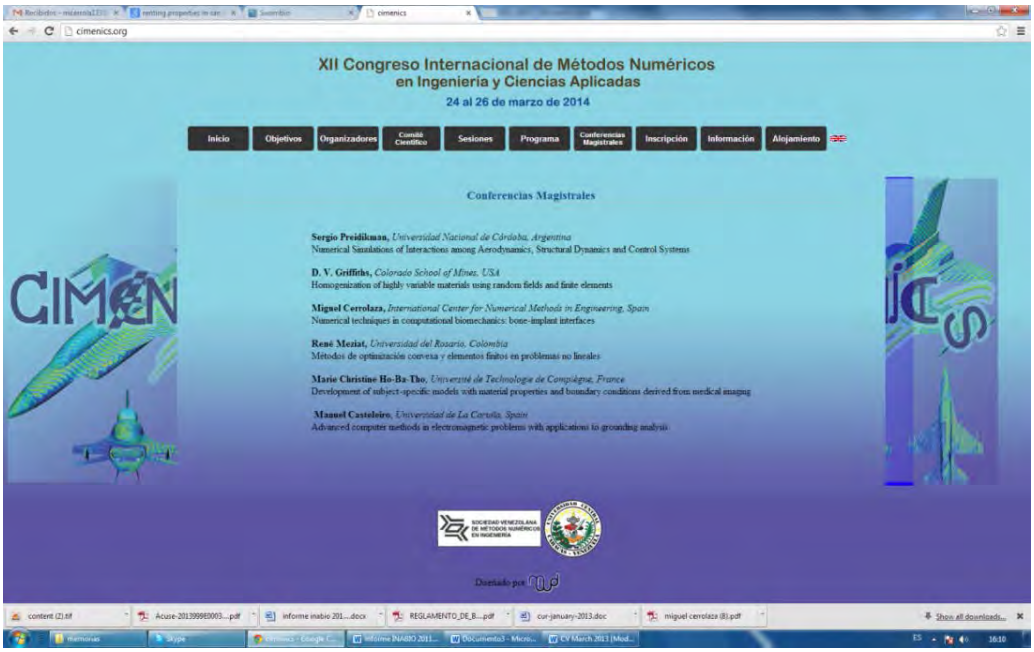
## 14. Organización de eventos, simposios y cursos

El Instituto ha organizado/participado en la organización de los siguientes eventos:

- Organización del **Scientific Workshop on Advanced Methods in Bioengineering (SWAMBIO'2013),** junio 6-7, 2013, Caracas, www.inabio.edu.ve/swambio. Asistieron más de 50 participantes para atender las conferencias de 17 especialistas de Venezuela, Brasil, Argentina y Colombia.

- Organización del **XI Congreso Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas** (CIMENICS'2012), del 26 al 28 de marzo de 2012 (Pampatar, Venezuela). Asistieron más de 130 especialistas de 15 países del mundo. La ilustración más abajo corresponde a las memorias del congreso publicadas en forma de libro.

- Organización del **XII Congreso Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería y Ciencias Aplicadas** (CIMENICS'2014), del 24 al 26 de marzo de 2014 (Pampatar, Venezuela). Se espera la asistencia de cerca de 160 especialistas de 20 países del mundo (para más información acceder al portal www.cimenics.org)



- Co-organización del **V International Conference on Computational Biomechanics** (ICCB'2013), del 11 al 13 de septiembre de 2013 (Leuven, Bélgica, www.iccb2013.org). Se inscribieron más de 250 reconocidos investigadores de todo el mundo.

Asimismo se organizaron los siguientes minisimposios en varios congresos nacionales e internacionales, a saber:

- Y. González. Organización del Simposio **Numerical Methods in Bioengineering Simulation and Modeling**. *Congreso ICCES 2012.* Isla de Creta, Grecia, abril 2012.
- G. Uzcátegui, M. Cerrolaza. Organización del Mini-simposio **Computer modeling and simulation in dentistry.** *X World Cong Comp. Mechanics (WCCM)*, Brasil, julio 2012
- J. Vivas, Y. González, V. Duarte, A. Guerrero, Organización del mini simposio **Bioingeniería: Desarrollo de tecnologías para la salud,** *JIFI, Fac. Ing.* UCV, nov 2012. También se organizó un Taller teórico-práctico de simulación computacional en Bioingeniería
- C. Gasser, E. Kuhl, M. Cerrolaza. Organización del Simposio **Computational Biomechanics**, *IX World Cong Computational Mech. (WCCM)*, Sao Paulo, julio 2012
- E. Soudah, E. Oñate, M. Cerrolaza. Organización del Simposio **Numerical methods in biomechanics and biofluids**, *I Congress on Biomedical Tech.*, Hannover, nov 2013
- C. Gasser, M. Lee, E. Kuhl, M. Cerrolaza, Y. González. Organización del Simposio **Computational Biomechanics**, *X World Cong Comp. Mech.(WCCM)*, Barcelona, 2014
- E. Dávila, M. Cerrolaza. Organización del simposio **Advances in biomechanics: a numerical "point-of-view**". *Panamerican Congress on Computational Mechanics*, Buenos Aires, abril 2015
- 7 minisimposios en CIMENICS 2014

## 15. Actividades docentes

Los profesores del Instituto han dictado varias asignaturas de pregrado, maestría y doctorado, como se detalla en la tabla a continuación:

| Curso | Pertenece a | Semestre | Profesores |
|---|---|---|---|
| Introducción a la Bioingeniería | Escuela de Ingeniería Mecánica, Fac. Ingeniería | 1-2013 | Y. González<br>E. Dávila |
| Método de Elementos Finitos | Programa de Doctorado en Ingeniería Estructural, Fac. Ingeniería | 2-2011 | Y. González |
| Métodos Matemáticos de la Mecánica | Programa de Doctorado en Mecánica Teórica y Aplicada Fac. Ingeniería | 1-2011 | Y. González<br>M. Cerrolaza |
| Coronas y puentes | Cátedra de Puentes y Coronas, Fac. de Odontología | 2011 al 2013 | G. Uzcátegui |
| Clínicas de Atención Integral | Cátedra de Puentes y Coronas, Fac. de Odontología | 2011 al 2013 | G. Uzcátegui |
| Mecánica I | Dpto. Mecánica, Escuela Básica, Ingeniería | 1-2010 al 1-2013 | J. Del Río |
| Informática para Ingenieros | Escuela de Ingeniería Civil, Fac. de Ingeniería | 1-2011 al 1-2013 | V. Duarte |
| Introducción a la Biomecánica | Maestría en Ingeniería Estructural, Fac. Ingeniería | 1-2012 | Y. González<br>C. González |
| Matemática I y II | Escuela de Matemática, Fac. de Ciencias | 1-2011 | F. Nieto |
| Cálculo II | Escuela Básica, Fac. Ingeniería | 3-2011 al 1-2013 | F. Nieto |
| Fundamentos de Biomateriales | Maestría en Bioingeniería, Fac. de Ingeniería | 1-2012 al 2-2012 | E. Dávila |

La actividad de los profesores del Instituto ha permitido la creación de dos asignaturas de postgrado, las cuales se insertan en el programa de Maestría de Bioingeniería de la Universidad Central de Venezuela. Estas asignaturas son:

- Fundamentos de los biomateriales
  ***Profesora**: Everling Dávila*

- Modelado y simulación de sistemas biológicos
  ***Profesora**: Leyde Briceño*

## 16. Actividades de extensión

El Instituto desarrolla una intensa actividad de extensión, en su mayoría orientada a la solución de problemáticas que afectan a comunidades de bajos recursos. Entre ellas cabe destacar:

- Contactos directos con la Dirección de Salud del Hospital Universitario de Caracas, Hospital Ortopédico Infantil y otros hospitales y clínicas privadas, con el fin de asesorarlos en la adquisición y mantenimiento de equipos biomédicos.
- Realización de “Clínicas de Atención Integral a Adultos” en la Fac. Odontología UCV
- Simposios y charlas a los investigadores del Instituto y visitantes.
- Participación en la “IV Convención de Ingeniería de Materiales”. Caracas, Venezuela. Junio, 2013.
- Creación y puesta en marcha del BANCO NACIONAL DE TEJIDOS, organizado conjuntamente entre la UCV, el Ministerio de Salud y varias sociedades científicas y profesionales.

***Equipos de taller y fabricación de prototipos***

El Instituto dispone de equipos de fabricación de prototipos de implantes, como se muestra a continuación:

Torno de control numérico

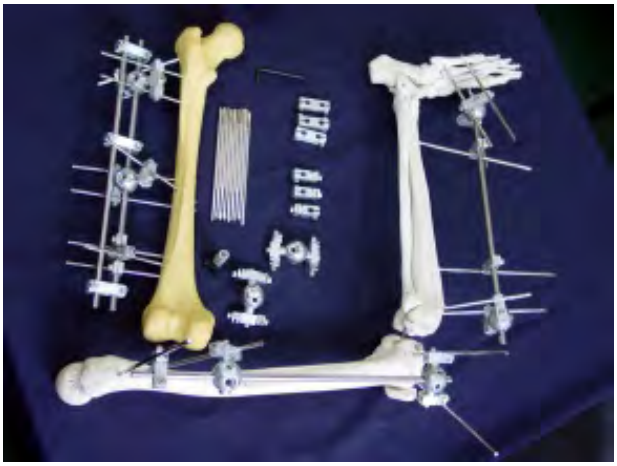
Fresadora de control numérico

Torno semiautomático

Línea de anodizado

Estos equipos han permitido la fabricación de varios prototipos, entre ellos:

Línea de fabricación de rótulas



Fabricación de fijadores de fracturas

## 17. Pertenencia a comités de prestigio

El Prof. **M. Cerrolaza** es miembro de los comités editoriales de las siguientes revistas:

- J. of Computational Bioengineering (Editor-in-chief) (Korea)
- J. of Finite Elements in Analysis and Design (USA)
- J. of Computer Modelling in Engineering & Sciences (Corresponding Editor, USA)
- J. of Computers in Biology and Medicine (2010-2012, USA)
- J. of Biomedical Engineering and Technology (UK)
- J. of Mathematical Problems in Engineering (2008-2011, USA)
- J. of Mechanics in Medicine & Biology (Singapore)
- J. of Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications (UK)
- J. of Bionic Engineering (USA)
- J. of Chinese Medicine Research & Develop (China)
- J. of Biomedical Engineering Research (China)
- J. of Applied Mathematics & Computation (India)
- Acta Científica Venezolana (Editor Asociado)
- International Association of Computational Mechanics (miembro electo) (USA)
- Revista Internacional de Métodos Numéricos en Análisis y Diseño en Ingeniería (Spain)
- Member of the European Society of Biomechanics, Europe

El Prof. **Y. González** es miembro de los comités editoriales de las siguientes revistas:

- J. of Biomedical Engineering and Technology (UK)
- J. of Biomedical Engineering Research (China)

El Prof. **M. Martín-Landrove** es miembro de los comités de las siguientes organizaciones:

- Miembro de la European Society for Magnetic Resonance in Medicine and Biology
- Miembro de la American Physical Society, USA
- Presidente de la Sociedad Venezolana de Física Médica, Venezuela
- Miembro de la IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, USA
- Miembro Honorario de la Sociedad Venez. de Protección Radiológica, Venezuela

## 18. Premios y distinciones

- Premio Venezuela Competitiva, otorgado al INABIO, 2011
- Premio VARGAS de la Academia de Medicina otorgado al Dr. César González, 2012

## 19. Cooperación, sinergias y convenios internacionales

El Instituto mantiene activa cooperación y sinergias con los siguientes centros/instituciones/ universidades extranjeras:

1. **Institute for Engineering Research of Aragon** (Prof. M. Doblare, Univ. of Zaragoza, Spain)
   Computer representation of 3D complex models of bone with finite elements.
2. **Colorado School of Mines** (Prof. V. Griffiths, USA)
   Analytical integration of FE stiffness matrices. Superparametric finite elements.
3. **Institute fur Structural Analysis** (Prof. G. Beer, Technische Universitat Graz, Austria)
   Modeling of human bones using the boundary element method
4. **Dept. of Mech. and Aerospace Engineering** (Prof. M. Denda, State U. of New Jersey, USA)
   Analysis of the piezoelectric effect on the fracture healing of long bones (femur and tibia). Computer simulation of 3D piecewise piezoelectric field on bones.
5. **Universitat of Braunschweig** (Prof. L. Lehmann, Germany)
   Analytical integration of influence matrices in the boundary element method. Results obtained for quadratic elements and full singular kernels.
6. **Centre de Enseignement et Recherche en Mecanique de Sols** (Prof. P. Delage, Ecole Nationale des Ponts et Chaussees, Paris, France)
   Numerical methods and software development for the analysis of geomechanical problems. Software for Cosserat plasticity in dynamic and non-linear analysis (Prof. J. Sulem)
7. **International Center for Numerical Methods in Eng.** (Profs. E. Oñate, S. Idelsohn, Spain)
   Modeling of knee prosthesis and prosthesis for arthritis in older people. Currently supervision of graduate students on these subjects. Some seminars offered in CIMNE.
8. **Polytechnic University of Catalonia** (Prof. S. Oller, Spain)
   Study of constitutive models for biological materials. Bone remodeling. Cooperation in modeling MCP prosthesis for arthritis in older people.
9. **Biomechanics Group** (CSM-Golden, Prof. A. Petrella, USA)
10. **University of Entre Rios** (Prof. J. Di Paolo, Argentina)
    Analysis of blood flow using finite elements.

11. **Lehrstuhl für Computation in Engineering** (Prof. Rank, Techn Univ Munchen, Germany)
    Lattice Boltzmann analysis of complex blood flow passing through artificial valves in arteries. Modeling of finite elements with different mechanical properties using Nurbs/adaptive FEA.
12. **Bioengineering Center** (Prof. J. Bustamante, Univ. of Medellin, Colombia)
    Analysis of bioprosthetic cardiac valves.
13. **University of Brescia** (Prof. A. Salvadori, Italy)
    Cooperation in analytical integration of influence matrices in the boundary element method. Bidimensional parametrization of quadratic elements and symbolic manipulation to get analytical closed forms of the matrices.
14. **Federal University of Santa Catarina** (Prof. E. Fancello, Brazil)
    Cooperation in numerical algorithms/software development for biomech. & callus formation.
15. **Instituto Ortopedici Rizzoli** (Prof. F. Taddei, Italy)
    Co-organization of the 4th International Congress of Computational Bioengineering
16. **University of Las Villas** (Prof. C. Recarey, Cuba)
    Modeling of complex human bones using particle-packing methods.
17. **University of Uberlandia** (Prof. S. Goulart, Brazil)
    Cooperation in 3D simulation of dental prosthesis, including surrounding bone and mandible.
18. **Instituto Superior Técnico** (Prof. H. Rodrigues, Portugal)
    Scientific cooperation in finite element modeling of hip prosthesis and other bones. Co-organization of the 2nd International Congress on Computational Bioengineering.
19. **University of Mar del Plata** (Prof. A. Cisilino, Argentina)
    Boundary element analysis of 2D/3D engineering problems damage and fracture mechanics
20. **University of Sidney** (Prof. K. Srinivas, Australia)
    Scientific cooperation in symposia organization, in biological flow analysis (blood) using FEM

El Instituto ha firmado convenios de cooperación científica con los siguientes centros/ instituciones/universidades extranjeras:

- Convenio de Cooperación Científica entre la **Universidad Central de Colombia** y la Universidad Central de Venezuela.
  Vigencia: 08/05/2013 (2 años)
- Convenio de Cooperación Científica entre la **Universidad de Brescia (Italia)** y la Universidad Central de Venezuela.
  Vigencia: 01/01/2011 (5 años).
- Convenio de Cooperación Científica entre la **Universidad Nacional de Entre Ríos (Argentina)** y la Universidad Central de Venezuela.
  Vigencia: 01/01/2011 (3 años)
- Convenio de Cooperación con CECALCULA de la **Universidad de Los Andes**, para la formación de una red de clusters.

## 20. Nueva página web

El Instituto ha desarrollado una nueva página web, mucho más completa, dinámica y amigable. Ver la dirección www.inabio.edu.ve