

# NUESTRA MUESTRA

Facultad de Ingeniería y Ciencias - Universidad de La Frontera

Año 17 n° 17 - 2019 - ISSN 0719-403X



## TECNOLOGÍAS SUSTENTABLES: Un aporte al desarrollo regional



## Bioquímica

Directora: Dra. Ana Mutis Tejos

✉ ana.mutis@ufrontera.cl

☎ (45) 2732421

## Ingeniería Civil

Director: Ing. Mauricio Hermosilla Sotomayor

✉ mauricio.hermosilla@ufrontera.cl

☎ (45) 2592815

## Ingeniería Civil Ambiental

Directora: Dra. Marcia Zambrano Riquelme

✉ marcia.zambrano@ufrontera.cl

☎ (45) 2325483

## Ingeniería Civil en Biotecnología

Director: Dr. Christian Vergara Ojeda

✉ christian.vergara@ufrontera.cl

☎ (45) 2325478

## Ingeniería Civil Eléctrica

Director: Ing. Jesús Ruiz Matus

✉ jesus.ruiz@ufrontera.cl

☎ (45) 2325525 / 2325544

## Ingeniería Civil Electrónica

Directora: Mg. Patricia Muñoz Bustos

✉ patricia.munoz.b@ufrontera.cl

☎ (45) 2325533

## Ingeniería Civil Física

Directora: Dra. Antonieta Silva Riquelme

✉ antonieta.silva@ufrontera.cl

☎ (45) 2732430

## Ingeniería Civil Informática

Director: Mg. Jorge Díaz Villegas

✉ jorge.diaz@ufrontera.cl

☎ (45) 2744205

## Ingeniería Civil Matemática

Director: Dr. Walter Gómez Bofill

✉ walter.gomez@ufrontera.cl

☎ (45) 2744243

## Ingeniería Civil Mecánica

Director: Mg. Ricardo Alzugaray Franz

✉ ricardo.alzugaray@ufrontera.cl

☎ (45) 2325978

## Ingeniería Civil Telemática

Director: Dr. Ramiro Donoso Floody

✉ ramiro.donoso@ufrontera.cl

☎ (45) 2325546

## Ingeniería Civil Química

Directora: Dra. Mara Cea Lemus

✉ mara.cea@ufrontera.cl

☎ (45) 2732423

## Ingeniería en Construcción

Director: Dr. Leonardo Sierra Varela

✉ leonardo.sierra@ufrontera.cl

☎ (45) 2325686

## Ingeniería Informática

Director: Mg. Jorge Hochstetter Diez

✉ jorge.hochstetter@ufrontera.cl

☎ (45) 2744217

## Ingeniería Civil Industrial m. Bioprocesos

Directora: Dra. Marjorie Morales Casetti

✉ marjorie.morales@ufrontera.cl

☎ (45) 2744222

## Ingeniería Civil Industrial m. Informática

Director: Ing. Ricardo Castro Zapata

✉ ricardo.castro@ufrontera.cl

☎ (45) 2744224

## Ingeniería Civil Industrial m. Mecánica

Directora: Mg. Nayadeth Ibacache Monsalva

✉ nayadeth.ibacache@ufrontera.cl

☎ (45) 2325986

## Plan Común Ingeniería Civil

Directora: Mg. Adrialy Muci Nuñez

✉ adrialy.muci@ufrontera.cl

☎ (45) 2325336



# SUMARIO

- 6 EL POTENCIAL DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO APOORTE AL DESARROLLO REGIONAL
- 8 INNOVANDO EN LA FABRICACIÓN DE COCINAS A LEÑA PARA APORTAR A LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ARAUCANÍA
- 10 BIO-PRODUCTOS MICROBIANOS: PRODUCCIÓN VERDE Y SUSTENTABLE
- 12 TECNOLOGÍAS DE HACES CONVERGENTES: UN APOORTE UFRO DESDE LA FÍSICA Y LA INGENIERÍA A LA SALUD DE LAS PERSONAS
- 14 UN MUNDO PEQUEÑO PARA GRANDES APLICACIONES: NANOPARTÍCULAS
- 16 SISTEMA PARA MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LÍNEAS Y SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN
- 18 SISTEMA DE GEO-GOBERNANZA SUSTENTABLE MPQL BASADO EN MODELACIÓN DE CALIDAD DE VIDA
- 20 UNIDAD DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA: UNA HERRAMIENTA DE ANÁLISIS PARA LA TOMA DE DECISIONES DE ACTORES LOCALES




- 22 CENTRO “GEOMETRÍA EN LA FRONTERA”: COMPROMETIDOS CON LA CIENCIA Y LA EDUCACIÓN
- 24 APOORTE AL DESARROLLO NACIONAL E INTERNACIONAL DESDE EL MAGISTER EN SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD
- 26 ACADÉMICOS DE LA FACULTAD PARTICIPAN DE CENTRO FONDAP DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y MINERÍA
- 28 LA MACROFACULTAD DE INGENIERÍA - CHILE: AVANCES Y DESAFÍOS
- 31 SEGUNDA ETAPA PROYECTO MACROFACULTAD DE INGENIERÍA
- 33 LABORATORIO DE MECATRÓNICA: TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL APRENDIZAJE
- 36 CONCURSOS ESTUDIANTILES IDEAFACORY-EXPERIMENTANDO
- 38 VINCULACIÓN CON PROBLEMÁTICAS EMPRESARIALES
- 40 NUEVAS METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA EN INGENIERÍA
- 41 FORTALECIMIENTO DEL INGLÉS COMO SEGUNDA LENGUA
- 42 LA REALIDAD VIRTUAL SE CONSOLIDA EN LA UFRO
- 44 INTELIGENCIA ARTIFICIAL: PROFUNDIZANDO LA RELACIÓN HUMANO-MÁQUINA
- 46 PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERÍAS CIVILES UFRO EN PROCESO DE ACTUALIZACIÓN
- 48 PROGRAMA “YO QUIERO SER INGENIERA” PROMUEVE LA PARTICIPACIÓN DE MUJERES EN LA INGENIERÍA Y CIENCIAS



---

Representante legal	Eduardo Hebel Weiss Rector Universidad de La Frontera
Director responsable	Rodrigo Navia Diez Decano Facultad de Ingeniería y Ciencias
Director Vinculación con el Medio	Iván Velásquez Briceño Facultad de Ingeniería y Ciencias
Comité editorial	Ania Cravero Leal Departamento de Ciencias de la Computación e Informática Mario Guzmán Villaseñor Departamento de Ingeniería Mecánica Cristian Pesce González Departamento de Ingeniería Eléctrica Traudy Wandersleben Mainhard Departamento de Ciencias Químicas y Recursos Naturales
Periodista	Daphne Bormann Parada
Diseño y diagramación	Mariana Baeza Ceballos
Encargado Gestión Financiera	Jorge Antune Gaete Jefe Oficina Administrativa Facultad

 web: [www.fica.ufro.cl](http://www.fica.ufro.cl)

 [www.facebook.com/ingenieria.ufro](https://www.facebook.com/ingenieria.ufro)

 [www.instagram.com/ufrofica](https://www.instagram.com/ufrofica)

 Teléfono: 45-2325991

 E-mail: [com\\_fica@ufrontera.cl](mailto:com_fica@ufrontera.cl)

# EDITORIAL



**E**scribo estas líneas observando como en nuestro país se desarrollan las movilizaciones ciudadanas más importantes que hemos vivido desde el retorno a la democracia. Impresiona la envergadura y amplitud de las demandas sociales que se han ido acumulando en los últimos treinta años y que han estallado, sin previo aviso, desencadenadas por una chispa que saltó por un alza de tarifa del Metro. Las esquilas generadas por este estallido nos han golpeado fuerte y nos han hecho reflexionar en forma profunda sobre el país que queremos y necesitamos, sobre la dignidad de las personas, el rol del estado, sobre la educación, la seguridad social, sobre nuestra constitución, entre tantos otros temas relevantes.

Ante semejante avalancha de sentidas demandas, no cabe otra pregunta: ¿Cómo desde nuestro espacio, es decir desde la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de La Frontera, podemos aportar en el debate público y en la generación de propuestas para avanzar en las soluciones que el país y la ciudadanía demandan? La respuesta a esta pregunta, creo debe necesariamente basarse primero en estar conscientes de nuestras responsabilidades como Comunidad Universitaria y luego saber responder a nuestra misión como Facultad y Universidad, respecto de liderar diferentes iniciativas y proyectos que representen un aporte significativo a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. En lo concreto, esto debe traducirse en promover procesos reflexivos sobre las demandas ciudadanas y abordar en nuestro quehacer todo lo que involucran las nuevas tecnologías sustentables como herramienta para el desarrollo regional. Ambos ejes nos permiten generar una valiosa oportunidad para promover tanto la innovación tecnológica como el cuidado del medioambiente a través de un eficiente y adecuado manejo de los recursos naturales, reforzando nuestro compromiso con el entorno social.

Acciones en ese ámbito, quedan en evidencia en esta nueva edición de revista Nuestra Muestra, publicación en la que anualmente, presentamos algunos ejemplos de los trabajos que nuestros académicos e investigadores realizan. En su conjunto, cada una de esas iniciativas representa una importante contribución al desarrollo y crecimiento de la región y país. Siendo ese nuestro norte, nos es grato invitarles a conocer en las siguientes páginas, parte de las tareas y desafíos que hoy, como institución, estamos abordando.

Dr. Rodrigo Navia Diez

Decano

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Universidad de La Frontera

# EL POTENCIAL DE LOS RESIDUOS AGROINDUSTRIALES COMO APORTE AL DESARROLLO REGIONAL

*Los subproductos agroindustriales de naturaleza orgánica, mal denominados “residuos”, poseen un alto potencial para ser aprovechados en diferentes procesos que incluyen elaboración de nuevos productos, aportar valor agregado a los productos originales y recuperar condiciones ambientales alteradas, contribuyendo a cerrar el círculo productivo sustentable. En este contexto, investigadores del Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada al Medio Ambiente de la Universidad de La Frontera (CIBAMA), realizan estudios de aplicación de residuos agroindustriales para mejorar suelos degradados.*

| Dra. María Cristina Diez Jerez  
 cristina.diez@ufrontera.cl  
 Departamento de Ingeniería Química  
 Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada  
 al Medio Ambiente

Mg. Felipe Gallardo Arriagada  
 felipe.gallardo@ufrontera.cl  
 Departamento de Ciencias Químicas y Recursos Naturales  
 Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada  
 al Medio Ambiente

**L**a creciente producción de residuos de diversos procesos agroindustriales, genera la necesidad de encontrar una salida ambientalmente compatible y económicamente rentable para los mismos, resolviendo dos grandes problemas ambientales como son: la gestión de los mismos y la protección de los recursos naturales.

Los residuos, son muy atractivos por sus características químicas y biológicas de los cuales se pueden obtener productos de elevado valor: bioenergía, enmiendas de suelos, ingredientes para alimentación animal, productos para recuperar ambientes contaminados, productos para la construcción y productos para aplicaciones industriales y farmacológicas, entre otras.

Una alternativa para el uso de residuos de naturaleza orgánica, es la aplicación en suelos degradados para mejorar la capacidad de retención de agua y su productividad, por la incorporación de

materia orgánica y de macro y micronutrientes. Lo anterior es contingente y relevante dados los efectos evidentes del cambio climático en la escasez hídrica; así como, la evidente ventaja de disminuir o eliminar la aplicación de fertilizantes. Sin embargo, antes de su utilización comercial, estos productos deben seguir determinados procesos que garanticen su inocuidad, así como se deben realizar estudios que validen las características y propósitos para los cuales se recomienda su utilización.

En este contexto, investigadores del Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada al Medio Ambiente de la Universidad de La Frontera (CIBAMA), en el marco del proyecto CONICYT/FONDAP/15130015, Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y Minería (CRHIAM), realizan estudios de aplicación de residuos agroindustriales para mejorar suelos degradados.

Se evaluó el efecto de la aplicación individual o en mezclas de biocarbón (B), tierra de diatomea (D) y aserrín (A) a un suelo arenoso de la serie Renaico (S), totalizando 10% en relación al suelo. La capacidad de retención de humedad (CC) se evaluó mediante el método gravimétrico e indirectamente con el uso del equipo TDR100. Los ensayos de invernadero se realizaron en macetas de 5 kg y los de campo en parcelas de 1 x 3 m, con 5 repeticiones cada uno.

Durante los ensayos, se varió la cantidad de agua adicionada en tres periodos, disminuyendo desde 100% a 75% y a 50% de la respectiva CC de cada tratamiento. Se determinó la producción de materia seca, el nivel de clorofila, el contenido de macronutrientes en las plantas y en el suelo, entre otros.



► Ensayos en invernadero de ballica.

La aplicación de residuos a un suelo degradado (S), como biocarbón (B) de caldera de biomasa, tierra de diatomea (D) de la industria cervecera y aserrín (A), incrementan la capacidad de retención de agua, el pH, la materia orgánica y los macro y micronutrientes disponibles para el crecimiento vegetal.

Ensayos de lixiviación muestran que no hay riesgo de contaminación de las napas freáticas y ensayos en invernadero y campo muestran un incremento significativo en la productividad de ballica, papas y especies forestales.

Podemos concluir que algunos residuos agroindustriales poseen un alto potencial para ser aprovechados en diferentes procesos que incluyen elaboración de nuevos productos, aportar valor agregado a los productos originales y recuperar condiciones ambientales alteradas. Además, la posibilidad de su uso en la producción agrícola orgánica, que proporciona productos de alto valor añadido, es una forma importante de valorización de los residuos.



► Ensayo en campo de papas.



► Ensayos en invernadero de especies forestales.

# INNOVANDO EN LA FABRICACIÓN DE COCINAS A LEÑA PARA APORTAR A LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ARAUCANÍA

Dr. Robinson Betancourt Astete  
robinson.betancourt@ufrontera.cl

Ing. Álvaro González Flores  
alvaro.gonzalez@ufrontera.cl

MSc. Nicolás Gutiérrez Cáceres  
nicolas.gutierrez@ufrontera.cl

Departamento de Ingeniería Mecánica

Dr. Galo Paiva Cravero  
galo.paiva@ufrontera.cl

Mg. Magaly Sandoval Díaz  
magaly.sandoval@ufrontera.cl

Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas

La mayor parte de las cocinas a leña se fabrican en Temuco y se distribuyen principalmente en las zonas rurales de la región del Ñuble al sur. Las cocinas se han fabricado siguiendo una tradición y son compradas por los sectores de menores ingresos. A pesar de no tener mediciones en laboratorio, se intuía de sus características constructivas, que sus niveles de emisión eran altos y el rendimiento energético muy bajo y se requería, por tanto, mejorar su diseño. Por ello, se reunió a 23 empresas relacionadas con la fabricación de cocinas a leña de Temuco, para mejorar la eficiencia energética y, como consecuencia, reducir los niveles de emisión de contaminantes.

Por lo anterior, se formuló en conjunto con Afecmetal, un proyecto InnovaCORFO para innovar las cocinas a leña que se fabrican en Temuco. La investigación busca mejorar los procesos de combustión a través de mecanismos efectivos de control de aire primario y secundario, así como también, rediseños de la cámara de combustión, cubiertas y puertas de la cocina, evaluadas en el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de La Frontera.

*La Asociación gremial de fabricantes de estufas y cocinas (Afecmetal Chile A.G.) se une al grupo de investigación del Área de Combustión del Departamento de Ingeniería Mecánica y al Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad de La Frontera (UFRO), para desarrollar cocinas que tengan una mayor eficiencia energética y menores niveles de emisión de gases contaminantes con un proyecto cofinanciado por InnovaChile CORFO.*

Una de las innovaciones importantes ha sido el rediseño de las cubiertas de las cocinas, lo que ha implicado incorporar una geometría de aletas para incrementar la transferencia de calor y, de este modo, lograr mayor radiación en la superficie para aumentar la funcionalidad de la cocina. Esta innovación también ha resultado en una cubierta libre de cortes de dilatación y otras uniones que han permitido la eliminación de ingreso de aire parásito a la combustión de la leña.

La innovación en los rediseños de la cámara de combustión busca mejorar la dinámica de gases al interior de la cocina y controlar su tiempo de residencia, a fin de lograr una combustión completa de gases y leña.

Finalmente, se busca el mejor método de sellar la cocina, de tal modo que no ingrese aire no controlado al proceso de combustión.

Es importante destacar que todas estas innovaciones tienen como condición, no aumentar de manera significativa el costo de fabricación de las cocinas, ya que el mercado principal de ellas corresponde a los sectores con menos recursos.

Los principales modelos de cocinas que se comercializan se conocen como los tamaños de 70, 80 y 90, tamaños que se refieren a la dimensión de su cubierta y que, en las mediciones iniciales en el Laboratorio de Combustión y Partículas de la Universidad





► Cubierta tradicional.



► Cubierta innovada.

de La Frontera, se ha determinado que son correspondientes a 6, 8 y 14 kilowatt térmicos, respectivamente. Estos son los modelos de cocina que están siendo innovados y que con las primeras modificaciones se ha logrado incrementar la eficiencia térmica.

El rol del Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas en este proyecto, consiste en buscar que todas estas innovaciones sean llevadas a cabo por los empresarios de Afecmetal y, de este modo, los compradores tengan una cocina con mejores propiedades y funcionalidades. Para ello, es importante que las innovaciones puedan ser llevadas a cabo sin grandes cambios en los procesos de fabricación y sin incrementos importantes en los costos de producción.

La Seremi de Medio Ambiente de La Araucanía encargó al Instituto Nacional de Normalización (INN) la elaboración de la norma técnica que regirá la futura fabricación de las cocinas a leña que se comercialicen en las comunas de Temuco, Padre Las Casas y la zona sur. Este proyecto permitirá que las cocinas que fabriquen los socios de Afecmetal, tengan diseños que cumplirán las normas que pronto entrarán en vigencia.

La metodología del proyecto implica, no sólo investigación en laboratorio, sino que también seminarios-taller, donde se discute con los empresarios las modificaciones potenciales y se tiene retroalimentación con valiosos conocimientos prácticos de su experiencia, que permitirá innovaciones que finalmente puedan ser llevadas a cabo en la fabricación y para que los usuarios tengan mejores cocinas que las tradicionalmente fabricadas.

Otro aspecto importante de la metodología, es la realización de asesorías y asistencia técnica personalizada a cada uno de los empresarios participantes del proyecto, para que las

innovaciones puedan ser incorporadas por ellos, considerando las características propias de cada proceso de fabricación de las empresas.

Las cocinas a leña son utilizadas por un sector importante de la población, especialmente en las zonas rurales, son equipos de bajo costo de adquisición y operación, poseen múltiples funciones en un hogar como cocinar, calefaccionar y en los lugares rurales, un punto de encuentro de la familia. Utilizan también un combustible renovable y ampliamente disponible en las zonas rurales, siendo, por tanto, el artefacto más conveniente para un hogar.

Dado lo anterior, este proyecto tendrá una valiosa contribución para los usuarios, los fabricantes y para la comunidad en general, ya que gracias a las innovaciones se tendrán cocinas con menores niveles de emisión de contaminantes y más eficientes en el uso de la leña.

#### Empresas y microempresarios involucrados en este proyecto

AFECMETAL: Fredy Gertner (Presidente), Sonia Molina (Vicepresidente), Luis Illesca (Director), Viviana Ruiz (Secretaria), Gloria Sáez, Christian Cona, María Angélica Bastías, Fábrica Hojalatería y Servicios Maquehue Ltda., Hugo Sandoval, Nancy Garrido, Cocinas a Leña Facol EIRL, Juan Nahuelpan, Mariana Tapia, Héctor Catalán, Juan Molina, Luis Molina, Sociedad Comercial Araucanía Ltda., Comercial Coyahue SpA, Fábrica de Cocinas e Inmobiliaria Krieger Ltda., Fábrica de Cocinas Yunque Ltda., Pedro Leficura, Héctor Poblete, Jaime Martínez, Jorge Brand, Fábrica de Ladrillos y Tejas Traiguén.

# BIO-PRODUCTOS MICROBIANOS: PRODUCCIÓN VERDE Y SUSTENTABLE



► Figura 1. Resumen de los “12 principios de la Química Verde” propuestos por Anastas y Warner (1998).

Los microorganismos constituyen una fuente invaluable de bio-productos con diversas aplicaciones biotecnológicas. Las Actinobacterias han atraído especial atención debido a su capacidad para producir una amplia gama de bio-productos de importancia económica tales como antibióticos, pigmentos, inhibidores enzimáticos, pesticidas, inmunomoduladores y promotores de crecimiento. En el ámbito de la investigación, además del estudio de nuevos bio-productos y de la optimización de sus procesos de producción y extracción, resulta indispensable el desarrollo de tecnologías alternativas verdes y sustentables, que permitan reducir el impacto ambiental durante su diseño, fabricación y aplicación.

Obtener bio-productos microbianos, considerando los principios de la Química Verde propuestos por Anastas y Warner (Fig.1) no es fácil, sobre todo cuando la extracción y purificación de éstos depende del uso de solventes. Algunos solventes como el agua, metanol, etanol, n-butanol, etilenglicol

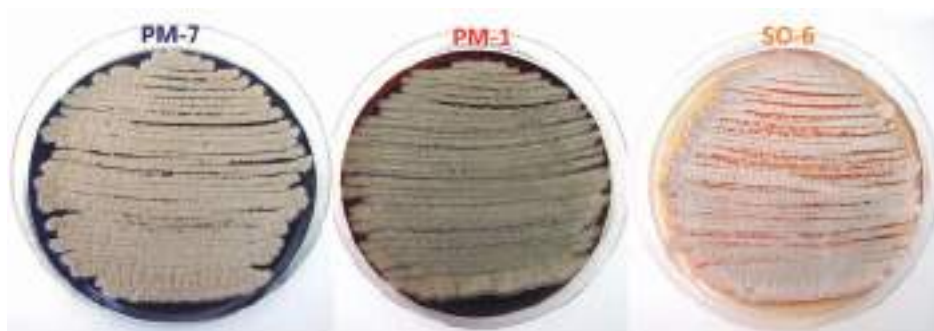
Dra. Heidi Schallchli Sáez  
heidi.schallchli@ufrontera.cl

Dra. María Cristina Díez  
cristina.diez@ufrontera.cl

Departamento de Ingeniería Química  
Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada al Medio Ambiente

Dra. Gabriela Briceño Muñoz  
gabriela.briceno@ufrontera.cl  
Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada al Medio Ambiente

La obtención de bio-productos a partir de materias primas alternativas y la reducción o eliminación de sustancias peligrosas en su diseño, fabricación y aplicación, es un desafío actual que ha impulsado investigaciones innovadoras en el desarrollo de tecnologías alternativas verdes y sustentables.



► Figura 2. Actinobacterias seleccionadas por su actividad antifúngica y producción de pigmentos.

y acetato de etilo están clasificados como recomendados para uso a nivel de laboratorio e industrial.

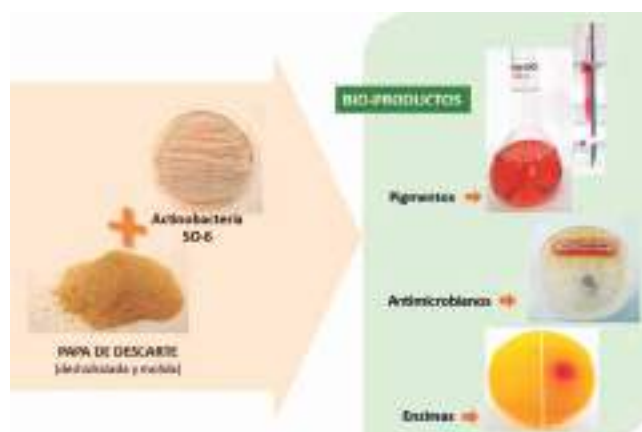
La utilización de materias primas alternativas y renovables es otro principio de la Química Verde que es posible aplicar en la obtención de bio-productos. Anualmente se generan grandes cantidades de residuos agrícolas que podrían ser utilizados como sub-productos para la obtención de bio-productos con alto valor agregado, entre ellos la papa de descarte.

En Chile, se producen alrededor de 1.150.000 toneladas de papa al año (temporada 2018/19), de las cuales más de 10.000 ton son producidas en la Región de La Araucanía. La papa apta para consumo, en general, se encuentra entre el 60 y 80%, quedando una gran cantidad fuera de los estándares comerciales que termina siendo destinada para consumo animal o directamente eliminada. Estos residuos son una fuente de energía, debido a su alto contenido de carbohidratos y proteínas que podrían ser utilizados por los microorganismos para obtener bio-productos con alto valor agregado.

En nuestra región, no sólo contamos con una gran cantidad de residuos de la industria de la papa, sino también con residuos de hortalizas y frutales que podrían constituir una fuente de nutrientes valiosos para la obtención de bio-productos microbianos con alto valor agregado, incrementando de esta forma el rendimiento de los sistemas productivos de la región.

Desarrollar tecnologías verdes para la obtención de bio-productos microbianos que permita una producción sustentable es motivo de investigación a nivel internacional.

Resultados relevantes. Actinobacterias capaces de producir antimicrobianos y pigmentos han sido seleccionadas por investigadores del Laboratorio de Biotecnología Ambiental del Centro de Excelencia CIBAMA, gracias al proyecto DIUFRO

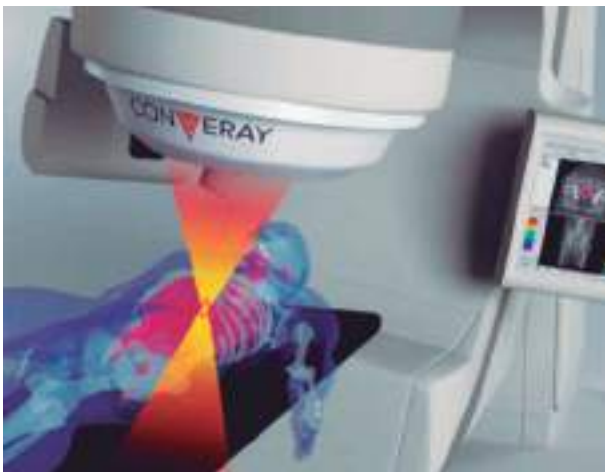


► Figura 3. Obtención de bio-productos microbianos a partir de la Actinobacteria SO-6 utilizando papa de descarte como única fuente de nutrientes.

DII70126 (Fig.2). Con la finalidad de establecer una producción limpia y sustentable, se estudia el uso de solventes de bajo impacto ambiental y el reemplazo de medios comerciales por medios formulados con papa de descarte, estudio financiado por el proyecto FONDECYT 11180601. Los resultados indican que al contrario de la producción de antimicrobianos, no todas las cepas de Actinobacterias son capaces de producir pigmentos en el medio papa de descarte. Sin embargo, la cepa SO-6 aumentó la producción de pigmentos en un menor tiempo de incubación.

Otro bio-producto en estudio es la enzima L-asparaginasa, la cual ha resultado positiva en el medio formulado con papa de descarte y negativa en el medio comercial y control (métodos cualitativos). Estos estudios se basan en la necesidad de desarrollar procesos de producción verde y sustentable de bio-productos microbianos que no afecten la salud ni el medioambiente.

# TECNOLOGÍAS DE HACES CONVERGENTES: UN APORTE UFRO DESDE LA FÍSICA Y LA INGENIERÍA A LA SALUD DE LAS PERSONAS



Dr. Rodolfo Figueroa Saavedra  
rodolfo.figueroa@ufrontera.cl  
Centro de Física e Ingeniería en Medicina  
Departamento de Ciencias Físicas

Dr. Mauro Valente  
mauro.valente@gmail.com  
Centro de Física e Ingeniería en Medicina

Ing. Jaime Guarda Chamorro  
jaime.guarda@ufrontera.cl  
Departamento de Ciencias Físicas  
Centro de Física e Ingeniería en Medicina

Jorge Leiva Muñoz  
jorge.leiva@ufrontera.cl  
Departamento de Ingeniería Mecánica  
Centro de Física e Ingeniería en Medicina

Bryan Casannelli Riveros  
b.casannelli01@ufromail.cl  
Departamento de Ciencias Físicas

Eduardo Quilaguilque Godoy  
e.quilaguilque01@ufromail.cl  
Departamento de Ingeniería Eléctrica

**H**oy en día, en el combate contra el cáncer, existen, otras, la radioterapia y técnicas de imágenes médicas. Entre ellas, las nucleares funcionales SPECT (Tomografía Computada de Fotón Único) y PET (Tomografía por Emisión de Positrones), las cuales están especialmente diseñadas para la detección del cáncer, ya que permiten marcar la actividad tumoral localizadamente, siendo de gran utilidad para el diagnóstico. No obstante, la radioterapia y las técnicas de imágenes afectan órganos sanos por la radiación ionizante que ellas conllevan en la manera que esta es aplicada.

En la Universidad de La Frontera se trabaja en el desarrollo de dos dispositivos de vanguardia para aplicación directa en radioterapia (CONVERAY) y una nueva técnica de imágenes médicas de tumores, que competirán con las técnicas señaladas arriba y además una de ellas permitirá el tratamiento en simultáneo con el diagnóstico (OXIRIS).

CONVERAY es un dispositivo de haz convergente adaptable a los dispositivos de radioterapia externa convencional, más conocidos como LINAC, que permitirá convertir la emisión divergente en convergente, como si se tratara de una gran lupa, pero de electrones o rayos X.

*Dos tecnologías de punta, asociadas a haces de radiación ionizante, CONVERAY y OXIRIS de impacto mundial, se desarrollan en la Universidad de La Frontera desde hace 9 años, con usos en detección, imágenes médicas y terapéuticos, principalmente cáncer.*

---

Actualmente, está en etapa de prototipo para llevar a cabo la Radio Terapia de Haz Convergente (RTHC). Esta se caracteriza por presentar un máximo de dosis en una zona pequeña y en profundidad, de gran intensidad relativa, reduciendo los efectos colaterales y llegando a tumores de difícil acceso.

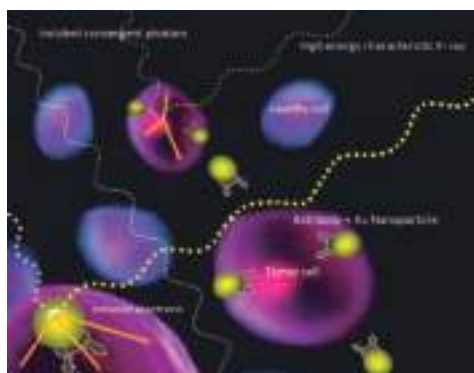
El desarrollo de CONVERAY ha significado varios proyectos para llegar a su actual nivel de desarrollo por más de 9 años. Se espera que de aquí a 2 años tengamos el prototipo comenzando la fase clínica.

Por su parte, OXIRIS (Ortovoltage X-ray source Induced Radiation Integral System) trata del desarrollo de un dispositivo teranóstico (tratamiento y diagnóstico) de detección de tumores, imágenes y tratamiento simultáneo en un sólo dispositivo a nivel de energía de equipos de rayos X convencionales. Esto se logra a través de un dispositivo convergente que induce radiación fluorescente de alta energía (rayos X característicos de bordes K en elementos pesados) en nanopartículas de Oro o Gadolinio, no radioactivas e inocuas para el organismo, como agentes de marcado biológico y realzadores de dosis para imágenes y radioterapia guiada en tiempo real.

Estudios que hemos realizado demuestran que una geometría confocal permite la aplicación de un haz convergente de baja energía que concentra la radiación en el punto de tratamiento y reduce, notablemente, el ruido asociado gracias a un adecuado arreglo de detectores de estado sólido que apuntan al mismo punto de tratamiento (confocal), permitiendo la detección de los rayos X característicos provenientes de las nanopartículas adheridas a las células neoplásicas con gran sensibilidad.

Por su parte, la radiación secundaria generada por el haz convergente, que consiste en fotoelectrones y electrones Auger, imparten una dosis adicional en la zona de tratamiento donde se concentra el haz convergente.

Mediante un barrido 3D del punto de aplicación del tratamiento, es posible obtener una imagen funcional de la zona biomarcada y guardar la señal en una matriz de coordenadas 3D. Mediante una rápida reconstrucción se obtiene la imagen tumoral e incrementando la intensidad del haz convergente se puede realizar un segundo barrido por la

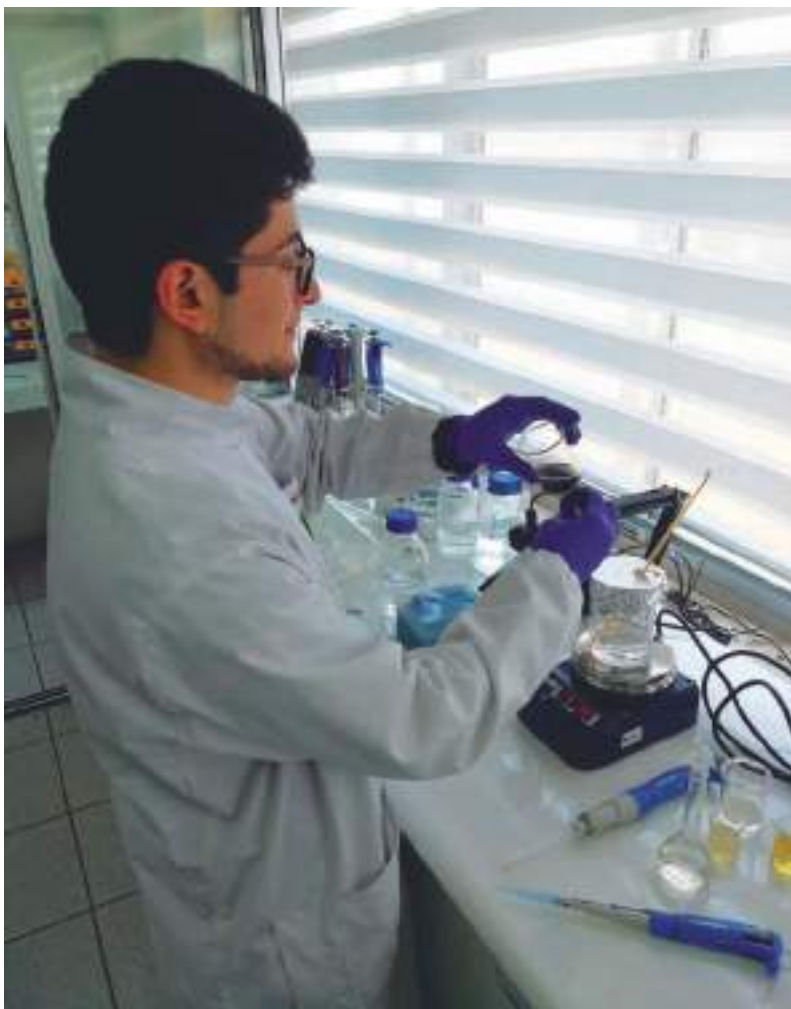


zona biomarcada, haciendo el tratamiento con una dosis letal en el punto de barrido tumoral. También, es posible disponer de un segundo haz convergente de mayor potencia e iniciar el tratamiento guiado por el primero. Un software y un beam stopper (frenador de haz) rápido permite irradiar sólo cuando el sistema de detección encuentra señales fluorescentes de nanopartículas asociadas a los tumores.

Estas tecnologías, basadas en haces convergentes, permitirán una nueva forma de hacer radioterapia focalizada en los equipos tradicionales, más efectiva y menos daño colateral (CONVERAY) y a su vez generar procesos teranósticos eficaces y precisos (OXIRIS). La detección focalizada permitirá constatar pequeñas neoplasias.

Del barrido del punto focal se podrá obtener una imagen del tumor y, con radiación aplicada más la radiación secundaria, se podrá dar inicio a un tratamiento simultáneo al diagnóstico (teranóstico). OXIRIS) permitirá la incorporación de un CT haciéndolo único, lo que permitirá detectar, visualizar y tratar todo a la vez, brindando una gran ventaja respecto a lo existente al reducir el tiempo del tratamiento y evitando los cambios que ocurren en tamaño y posición del tumor en el periodo de tiempo (semanas) entre la detección y tratamiento.

# UN MUNDO PEQUEÑO PARA GRANDES APLICACIONES: NANOPARTÍCULAS



- Desarrollo de metodologías para la formulación de nanopartículas de magnetita por Nicolás Hoffmann, estudiante de Magíster en Ciencias de la Ingeniería mención Biotecnología.

Dra. Olga Rubilar Araneda  
olga.rubilar@ufrontera.cl

Dr. Gonzalo Tortella Fuentes  
gonzalo.tortella@ufrontera.cl

Dra. María Cristina Díez Jerez  
cristina.diez@ufrontera.cl

Departamento de Ingeniería Química  
Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada  
al Medio Ambiente

*El diminuto tamaño de las nanopartículas les confiere características físico-químicas únicas, lo que ha permitido que puedan ser aplicadas en diversas áreas como medicina, electrónica, cosmética, aeronáutica, agricultura, entre otras, por lo que son reconocidas como una gran revolución tecnológica en el siglo XXI.*

La palabra nanopartícula es ya un término habitual en nuestras vidas. Escuchamos hablar de éstas, porque están incorporadas en prendas de vestir, electrodomésticos, cosméticos, entre otros productos. Pero ¿qué son realmente estas diminutas partículas?, ¿Qué propiedades y qué otras aplicaciones tienen?

Comencemos diciendo que una nanopartícula presenta un tamaño nanométrico (entre 1 y 100 nm) y para dimensionar esto debemos saber que un nanómetro es 0.000000001 metros. Este diminuto tamaño les confiere a las nanopartículas, características únicas, lo que ha permitido aplicarlas en diversas áreas. Sin embargo, es válido también preguntarse ¿Cuánto sabemos de los riesgos que estas nanopartículas pueden presentar para las personas y el medio ambiente?

En este contexto, el Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada al Medio Ambiente (CIBAMA) de la Universidad de La Frontera y el Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería CONICYT/FONDAP/15130015, a través del laboratorio de Nanobiotecnología Ambiental, liderado por los doctores Olga Rubilar, Gonzalo Tortella y María Cristina Díez, han dedicado su quehacer a la síntesis, aplicaciones y efectos de las nanopartículas (de cobre, plata, oro, magnetita, titanio, silicio, quitosano, entre otras) mediante diversos proyectos de investigación (FONDECYT 1130854, 1161713, 1191089 y CONICYT-FAPESP 2018/08194-2).

Los principales resultados obtenidos han permitido demostrar el potencial de recursos biológicos, tales como extractos de hongos y extractos vegetales en la síntesis de nanopartículas. Asimismo, se ha demostrado que las nanopartículas tienen una amplia gama de aplicaciones en la agricultura como reemplazo parcial o total de los plaguicidas, como agentes estimulantes en el crecimiento de plantas, así como también se ha demostrado su potencial aplicación en medicina como agente antimicrobiano



► Cultivo de hongos de pudrición blanca usados para la síntesis biológica de nanopartículas de plata.

contra microorganismos patógenos resistentes a antibióticos.

Por otra parte, en nuestro grupo de investigación también hemos demostrado su potencial uso en procesos biológico, como lo es la estimulación de la producción de metano en digestión anaerobia y, actualmente, se están probando en la degradación de compuestos tóxicos de agua residuales.

Adicionalmente a todo lo realizado, también se han evaluado los efectos de las nanopartículas en el medio ambiente, de modo que podamos utilizar nanopartículas que, en su proceso de síntesis y sus aplicaciones, tengan efectos inocuos en el medio ambiente con las concentraciones utilizadas.

Esta investigación, en su totalidad, ha sido fortalecida debido al vínculo con redes nacionales e internacionales, lo que ha permitido la movilidad de investigadores de Centros extranjeros, así como de CIBAMA, permitiendo un trabajo colaborativo que se ha manifestado en diversas publicaciones científicas, así como preparación de proyectos nacionales e internacionales.

La Dra. Olga Rubilar y el Dr. Gonzalo Tortella han manifestado que tienen las capacidades necesarias para seguir investigando las grandes potencialidades y aplicaciones de estas diminutas partículas, visualizando que, en un futuro próximo, sus investigaciones y resultados podrán ser un aporte importante para el desarrollo de biotecnología aplicada al medio ambiente. Actualmente, esto se está dando en el proyecto CONICYT-FAPESP 2018/08194-2, en cooperación con la Universidad Federal de ABC, con quienes están trabajando en aplicaciones en la agricultura, con ensayos de campos, para encontrar una solución en enfermedades de plantas producto de la acción de microorganismos patógenos.

Dado lo anterior, y particularmente que en poco tiempo han obtenido positivos resultados, estos investigadores esperan seguir avanzando y creciendo, para poder entregar soluciones a nuevos problemas en distintas áreas del conocimiento.

## Columna de opinión:

### EL DESARROLLO DEBE INCLUIR EL COMPROMISO POR ELIMINAR BARRERAS Y DISCRIMINACIONES PARA LAS MUJERES EN TODOS LOS ESPACIOS



Bárbara Eytel Pastor  
barbara.eytel@ufrontera.cl  
Directora de Equidad de Género  
Universidad de La Frontera

Las brechas de género persisten en ciencias, tecnologías, ingenierías y matemáticas (STEM, sigla en inglés). Sin ir más lejos, de los estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de nuestra Universidad sólo un 24,7% son mujeres, versus el 70,4% que está en la Facultad de Medicina. Claramente, la extensión de los roles tradicionales para mujeres y hombres persisten, pero ¿por qué debemos enfrentar con urgencia el desafío de incorporar más mujeres a las STEM?

En su rol de Universidad pública, estatal y regional, la UFRO debe entregar todas las oportunidades a las niñas, jóvenes y mujeres para que se desarrollen en las STEM. No sólo porque es su derecho humano a potenciar sus talentos, sino que también estos sectores necesitan cada vez más profesionales con alta calificación pensando y desarrollando soluciones para los desafíos de un mundo que cambia a velocidad vertiginosa.

También es fundamental el espacio que se entrega a las académicas e investigadoras en las STEM, ya que los modelos de mujeres que han desarrollado carreras ligadas a estas áreas son esenciales para demostrar a las jóvenes que tienen las capacidades para llegar tan alto como ellas quieran y que su aporte es reconocido, valorado e importante para el desarrollo sustentable.

Por último, y de gran relevancia, es entregar a todos los estudiantes, hombres y mujeres, las herramientas para que reconozcan las brechas y desigualdades de género, generando en ellos el compromiso social para la transformación de éstas y el logro de una región y sociedad justa para todas y todos.

# SISTEMA PARA MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA LÍNEAS Y SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN



► Instalación de prototipo final desarrollado en Subestación Eléctrica Temuco, propiedad de Transelec S.A..

*La idea del proyecto que se desarrolla en la Universidad de La Frontera, en conjunto con la empresa asociada Transelec S.A, es diseñar y construir un sistema de monitoreo predictivo que permita eliminar las fallas por este concepto.*

---





► Esquema del sistema de monitoreo para torres y subestaciones eléctricas.

Los grandes centros de consumo, como son las ciudades y grandes industrias, se encuentran ubicados lejos del lugar donde se genera la electricidad, por lo que necesariamente ésta debe ser transportada. Este transporte de energía eléctrica se realiza a través de un Sistema de Transmisión, el cual está compuesto por líneas y subestaciones eléctricas.

Debido al rol que cumple el Sistema de Transmisión, éste debe ser lo más confiable posible, para así evitar cortes o fallas de suministro eléctrico.

Entre los muchos elementos que componen una línea o subestación eléctrica, destaca la cadena de aisladores. Este componente cumple la función de aislar eléctricamente la estructura metálica del conductor energizado, junto con ofrecer soporte o sujeción mecánica al conductor que transporta la energía.

En estado normal, el Sistema Eléctrico no presenta fallas y la energía eléctrica fluye desde la generación hacia los centros de consumo sin pérdidas de suministro eléctrico. No obstante, cuando ocurre una falla en alguna torre o subestación eléctrica, el funcionamiento y producción de las ciudades e industrias se ve comprometida por la falta de energía. Estas fallas pueden generar un impacto económico-social en el comercio y en la población. Como también pueden significar importantes pérdidas de reputación para las empresas, como también multas de la autoridad.

Una de las fallas más recurrentes en los Sistemas de Transmisión son las fallas por cortocircuitos (flashover) en cadenas de aisladores de líneas o subestaciones eléctricas. La principal causa de la falla en la cadena de aisladores se debe a los contaminantes ambientales que se depositan sobre la superficie del aislador. La falla por cortocircuito en cadena de aisladores, corresponde a la pérdida total de aislación eléctrica entre la torre y el conductor energizado.

La idea del proyecto que se desarrolla en la Universidad de La Frontera, en conjunto con la empresa asociada Transelec S.A,

es diseñar y construir un sistema de monitoreo predictivo que permita eliminar las fallas por este concepto.

Esta propuesta consiste en desarrollar un sistema que permita prevenir fallas ocasionadas por condiciones ambientales a través de la gestión y planificación del mantenimiento de las cadenas de aisladores de subestaciones y líneas de transmisión de energía eléctrica, basado en la medición y análisis de la corriente de fuga. Este sistema tiene características no invasivas, es decir, que no requiera desenergizar la línea ni desmontar la cadena para su instalación. El sistema permitirá identificar el estado y realizará un pronóstico de la calidad de aislación de cada cadena, a través de los parámetros y/o características de la señal de corriente de fuga.

Con el producto final, las empresas de transmisión de energía de la zona sur del país, y de cualquier parte del mundo, podrán conocer en tiempo real la condición de la cadena de aisladores y, por lo tanto, planificar el mantenimiento basado en condición real, además de prevenir fallas de suministro eléctrico. Esto podría permitirles a las empresas ahorrar en mantenimiento.

El prototipo final está constituido por tres partes principales: sensor de corriente, gabinete de datos y plataforma de visualización.

- El sensor de corriente: se instala en la cadena de aisladores y tiene como función principal la medición de la corriente.
- El Gabinete de Datos (APTIDA): se instala en la torre y tiene como función principal la adquisición, procesamiento y transmisión de los datos captados por el sensor de corriente, para enviarlos a la plataforma de visualización.
- La Plataforma de Visualización: esta se encuentra ubicada en la nube (internet) y es donde se procesan los datos capturados, para luego mostrar, finalmente, el estado de la cadena de aisladores.

Actualmente el prototipo final está siendo probado en la subestación Temuco, propiedad de la empresa Transelec, principal empresa transmisora de energía eléctrica del país.

# SISTEMA DE GEO-GOBERNANZA SUSTENTABLE MPQL BASADO EN MODELACIÓN DE CALIDAD DE VIDA

*Sistema liderado desde la Universidad de La Frontera, corresponde a una herramienta y metodología para identificar, cuantificar, caracterizar y priorizar las necesidades y demandas de los distintos grupos sociales naturales que existan en un territorio, orientada a mejorar las iniciativas y políticas públicas que impacten en la vida de los ciudadanos y, por ende, en el resultado de la gestión de gobiernos comunales, regionales y nacionales.*

Jorge Cortes Quintana  
jorge.cortes@ufrontera.cl  
Departamento de Matemática y Estadística

Dr. Luis Valenzuela Blejer  
luis.valenzuela@uai.cl  
Centro de Inteligencia Territorial Universidad Adolfo Ibáñez

Este producto nació en Salamanca, España, en los años 2005-2006, con la primera versión del instrumento MPQL, que es un perfil Multidimensional de Calidad de Vida, para explicar, con modelamiento estadístico, que calidad de vida relacionada con salud es el efecto del estado general de salud sobre calidad de vida. Esto llevó posteriormente, y en función que el constructo de CV (Calidad de Vida) es complejo, ha mejorar el instrumento y finalmente construir un modelo para medir la vida de las personas, que es la base para medir desarrollo integral en cualquier territorio y que hoy sabemos, a partir de las conclusiones de la comisión para mejorar la Métrica del Desarrollo Económico y Social, dirigida por los premios Nobel de Economía Joseph Stiglitz y Amartya Sen (2008-2012), es la mirada que las naciones del mundo deberán, poco a poco, implementar en sus territorios.

Actualmente, este es un sistema que es liderado desde la Universidad de La Frontera y apoyado desde la mirada territorial, por el Centro de Inteligencia Territorial de la Universidad Adolfo Ibáñez.

El sistema que se propone, mide desarrollo humano integral basado en la modelación de calidad de vida, modelo que evalúa 8 dimensiones: necesidades personales, sociales, participación, relaciones, salud, competencias, expectativas económicas y paz social; además, permite medir la vida de las personas y, por tanto, determinar los grupos sociales naturales y su distribución geográfica en el territorio.

A partir de lo anterior y con procedimientos estadísticos complejos, se crean dos sistemas de indicadores, uno para las personas y otro de las prestaciones del territorio, los cuales sirven de base para crear y mejorar políticas públicas ajustadas a las necesidades de las personas.

Esta propuesta, obtiene datos primarios subjetivos con el instrumento denominado MPQL<sup>®</sup> (Multidimensional Perfil Quality of Life), aplicado y validado en España (2006), México (2008) y Chile (2010 y 2012). Se caracteriza por un núcleo basado, fundamentalmente, en los aspectos subjetivos de “calidad de vida” y, además, posee métricas especiales para medir directamente calidad de vida, estado general de salud, expectativas económicas, paz social y competencias para la vida, características que permiten generar modelos predictivos para determinar las causas que afectan directamente la calidad de vida de los grupos sociales naturales.

Como las decisiones de las personas son un 85% o más consecuencia de la subjetividad que se captura adecuadamente con el instrumento MPQL y procesado con una metodología basada en las dos perspectivas que permiten explicar cualquier fenómeno o proceso, coexistencia y relación dinámica, el 15% restante, es consecuencia de datos objetivos, con los cuales se crea el índice de condiciones para la vida.



Dado lo anterior, es posible completar el sistema con datos subjetivos y datos objetivos, sobre los que se buscan relaciones significativas con modelos multivariantes, para finalmente montar sobre un sistema de información geográfica, los resultados encontrados y así facilitar las decisiones de los equipos de dirección y gestión territorial, respecto de ajustar las iniciativas y políticas públicas para maximizar la rentabilidad social.



La utilización de este sistema permite:

1. Construir una propuesta de iniciativas para mejorar la oferta de políticas públicas que conlleven una mejora significativa de la calidad de vida de los ciudadanos.
2. Construir un diagnóstico del estado actual de desarrollo del territorio y disponer de una herramienta de mejora continua.
3. Construir un proyecto de desarrollo ajustado a las características, culturales, económicas, sociales y del territorio.



### Columna de opinión:

## SUSTENTABILIDAD DE LA TECNOLOGÍA POR EL KIMUN DE LAS COMUNIDADES MAPUCHE



Doris Sáez Hueichapan  
dsaez@ing.uchile.cl  
Académica Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Universidad de Chile

Los(as) mapuche pueden aportar sin duda a las soluciones tecnológicas de energía renovable dado su kimun (conocimiento) y cosmovisión, y también por su conocimiento adquirido de la educación chilena.

Como académica mapuche, soy una convencida que las tecnologías debiesen ser instaladas con la participación de las propias comunidades indígenas que se ven afectadas y/o beneficiadas con estos proyectos.

Hoy en día debemos reconocer que el pueblo mapuche tiene dobles saberes; el kimun (conocimiento) ancestral y su cosmovisión, y el conocimiento wingka (no mapuche) que ha adquirido de la educación chilena. Esto sin duda contribuirá a que las soluciones tecnológicas que se diseñen con ellos(as) sean las más propicias y sustentables.

El pueblo mapuche es muy rico en diversos aspectos y, entre ellos, su cosmovisión con respecto al cuidado de la naturaleza le permite que su participación en el desarrollo de los proyectos tecnológicos genere que éstos sean respetuosos con el medio ambiente.

Considero que el kimun mapuche es un aporte al desarrollo regional, dado que este permite vislumbrar otras aristas que deben considerarse para la sustentabilidad de las soluciones tecnológicas.

# UNIDAD DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA: UNA HERRAMIENTA DE ANÁLISIS PARA LA TOMA DE DECISIONES DE ACTORES LOCALES



*El Instituto de Desarrollo Local y Regional (IDER) de la Universidad de La Frontera, realiza anualmente una serie de estudios vinculados a diversos sectores productivos de la Región de La Araucanía; estos estudios han ayudado a fortalecer la Unidad de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva.*

Mg. Fabiola Ramos Figueroa  
fabiola.ramos@ufrontera.cl  
Directora Instituto de Desarrollo Local y Regional

Ing. Ronald Kliebs Yáñez  
ronald.kliebs@ufrontera.cl  
Encargado Unidad de Vigilancia Tecnológica

Desde el año 2017 la Universidad de La Frontera, a través del Instituto de Desarrollo Local y Regional (IDER), ha llevado adelante la ejecución del Observatorio Laboral Araucanía, una iniciativa de SENCE Nacional, cuyo objetivo es “producir conocimiento sobre las brechas existentes entre oferta y demanda de ocupaciones en el mercado del trabajo y avanzar hacia la anticipación de las brechas futuras”.

IDER – UFRO ha puesto a disposición de esta instancia la Unidad de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, con la finalidad de recolectar, analizar y redistribuir información de tendencias a través de motores de búsqueda; confrontando esta información con entrevistas de expertos locales y algunas herramientas de prospección.

Los estudios presentados hasta el momento por la Unidad de Vigilancia Tecnológica ([www.observatorioarauca.cl/descargas](http://www.observatorioarauca.cl/descargas)), han sido valorados por los actores locales vinculados al Observatorio Laboral, quienes han utilizado la información y particularmente, las principales tendencias y desafíos tecnológicos presentados en los reportes de Vigilancia Tecnológica.

En este sentido, se han redactado y difundido a través de seminarios, congresos y radios, más de 10 reportes sectoriales desde el año 2017. Durante el año 2019, se han difundido 4 reportes de Vigilancia Tecnológica, en los cuales se encuentran los sectores de la Agroindustria, Energía Renovables No Convencionales, Construcción y Desafíos Tecnológicos y Transformación Digital.

Estos reportes cuentan con una serie de apartados que le dan sentido y coherencia a la información presentada. En primer

lugar, se presenta un apartado con entrevistas a actores locales y/o nacionales del sector, como Secretarios Regionales Ministeriales, Directores de Servicios, Gremios y/o empresas, quienes nos presentan su visión del sector productivo en el cual se desempeñan; con la finalidad de tener un panorama local tanto de las potencialidades como brechas existentes.

Luego, se encuentran los apartados de macro tendencias y un panorama internacional, nacional y regional, donde se analizan las principales oportunidades del sector. Posterior a esto, se presenta un apartado estadístico con información proveniente de base de datos del INE, Banco Central, Ministerio de Educación, además, de información sectorial, lo que permite al lector visualizar un panorama actual del sector en temas de indicadores económicos y de capital humano; se presentan, además, los perfiles laborales y oferta formativa presentes en ChileValora.

Finalmente, se pueden encontrar las principales conclusiones del reporte en base a lo visto y analizado en los apartados mencionados anteriormente; lo que permite comprender la importancia de contar con reportes por sectores productivos y propiciar acciones tanto públicas como privadas para fortalecerlos de manera regional.

La Unidad de Vigilancia Tecnológica ha sido reconocida por los actores de diferentes sectores productivos, quienes, al utilizar la información proporcionada en los reportes, han permitido una continuidad respecto a la información entregada.

Se espera que esta Unidad siga siendo un aporte para los tomadores de decisiones, no sólo del mundo del trabajo; ya que además poseemos la capacidad técnica para reportes tendenciales a nivel de formación, inversiones y potenciación de territorios en base a la prospección de capacidades.





► School and Workshop Geometry at the Frontier III, Temuco-Pucón 2018.

# CENTRO “GEOMETRÍA EN LA FRONTERA”: COMPROMETIDOS CON LA CIENCIA Y LA EDUCACIÓN

*A cinco años de su creación, el Centro de Investigación “Geometría en La Frontera” se ha posicionado como uno de los principales polos de desarrollo matemático en Chile. Este crecimiento se ha caracterizado por promover el impacto de la matemática en la sociedad y, especialmente, en el mundo escolar de La Araucanía.*

Ing. Ignacio Castillo Bello  
ignacio.castillo@ufrontera.cl

Dr. Mauricio Godoy Molina  
mauricio.godoy@ufrontera.cl

Departamento de Matemática y Estadística



► 3er Campamento de Matemáticas para Alumnas y Profesores de Enseñanza Media, 2018.

**I**nvestigadores de diversas disciplinas coinciden en que la matemática juega un rol fundamental en la ciencia y la tecnología moderna. Los celulares, la robótica, la medicina y la ciberseguridad, por nombrar algunas, funcionan gracias a ideas matemáticas generadas, muchas veces, sin tener en mente dichas aplicaciones. En consecuencia, crear matemática nueva y de alto nivel no es sólo un desafío, sino una necesidad en el mundo moderno, cuyo proceso creativo necesita un ambiente que propicie la reflexión y el libre intercambio de ideas. Dado que cada vez más la sociedad exige que esta producción de conocimiento impacte a la comunidad, la matemática ha asumido un compromiso con la educación.

La Universidad de La Frontera ha logrado posicionarse como una de las instituciones más importantes e influyentes del sur de Chile. La investigación y la vinculación han jugado un rol preponderante para su desarrollo, sellos que han sido clave para transformarse en una Universidad compleja. Basado en la visión institucional y el compromiso por la excelencia, el Centro “Geometría en La Frontera”, creado en 2014, ha hecho contribuciones significativas en estos ámbitos: formando capital humano avanzado y generando un profundo impacto en el conocimiento y la educación.

En materia de investigación se han logrado importantes avances. Si bien el aumento significativo en las publicaciones científicas y la adjudicación de proyectos son motivo de orgullo, incluyendo el primer Anillo de Ciencia y Tecnología de la UFRO en 2015, el mayor logro es en el reconocimiento de la calidad de su investigación. Matemáticos de todo el mundo visitan el Centro frecuentemente para participar de sus actividades.

El Departamento de Matemática y Estadística tiene una larga tradición en vinculación: el Propedéutico y el Campeonato de



► Resumen: Productividad científica del Centro de Investigación Geometría en La Frontera.

Matemáticas son exitosos programas que han dado visibilidad a la Universidad en la macro-región sur. En este contexto, gracias al apoyo del Anillo, el Centro ha promovido nuevas actividades que han profundizado este impacto. Dos eventos anuales insignes son los Campamentos de Matemáticas “MATEA”, dirigidos a niñas de enseñanza media y sus profesores, y las Jornadas de Actualización para profesores de matemática de La Araucanía.

La matemática, y la geometría en particular, ha tenido un gran desarrollo en Chile en los últimos 30 años. Sin embargo, este crecimiento no ha redundado en una mejor calidad de la enseñanza y el aprendizaje de esta ciencia. Los magros resultados en pruebas nacionales e internacionales rendidas por estudiantes de liceos y de pedagogía, tales como PISA o INICIA, muestran el déficit en la formación de capital humano con competencias en esta área fundamental en el mundo moderno. Es a través de iniciativas como “Geometría en La Frontera”, que esta valla puede sortearse, donde investigadores científicos activos enfocan parte de sus labores en impactar positivamente a la comunidad educativa nacional.

# APORTE AL DESARROLLO NACIONAL E INTERNACIONAL DESDE EL MAGISTER EN SISTEMAS DE GESTIÓN INTEGRAL DE LA CALIDAD



► Estudiantes 2019 con Dra. Martha Ramírez.

*Este programa de Magíster nace en el año 2006, siendo un referente en temas de calidad en la zona centro-sur del país. Su impacto puede dimensionarse en el aporte de sus graduados al desarrollo y contribución en mejoras concretas de la productividad, elemento necesario para que las organizaciones sean competitivas y generen así, mayores fuentes de empleo en este mundo cada vez más globalizado.*

---

**D**esde su creación, con una oferta académica de alta especialización para profesionales de Chile y el extranjero, el Magíster en Sistemas de Gestión Integral de la Calidad de la Universidad de La Frontera ha formado a más de 100 especialistas en implementación de sistemas de gestión de la calidad, que en su trabajo de grado han contribuido a instalar y fortalecer la cultura de la calidad y la productividad en empresas a nivel nacional e internacional.

Ello se ha materializado en la acreditación por 6 años, hasta el 2023. Este programa es el único del área que se ha adjudicado este reconocimiento, siendo fruto del esfuerzo del cuerpo docente y administrativo, así como sus estudiantes y graduados,

Dr. Jaime Bustos Gómez  
jaime.bustos@ufrontera.cl  
Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Mg. Leonardo Lleuful Cruz  
leonardo.lleuful@ufrontera.cl  
Departamento de Ingeniería de Obras Civiles





► Miembros del Comité Académico del Programa: Mg. Leonardo Lleuful, Dr. Erick Scheuermann, Dra. Marjorie Morales, Dr. Jaime Bustos (Director) y Dra. Sonia Salvo (no presente en la imagen)

que han permitido implementar exitosamente nuestro plan de desarrollo, manteniendo y mejorando su desempeño.

Con una sólida formación, los alumnos están capacitados para utilizar las herramientas necesarias que les permiten aplicar los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para la implantación y desarrollo de un sistema de gestión integrado de la calidad, con conciencia ambiental y correcta aplicación de programas de prevención de riesgos. Mediante la apropiada interpretación de sus especificaciones, reglas y directrices, buscan mejorar el nivel de productividad y

eficiencia de procesos productivos y de servicios, y resolver sistemáticamente problemas productivos que puedan presentarse en una organización, desempeñándose siempre al más alto nivel.

El programa se desarrolla en 4 semestres, correspondiendo 3 de ellos a asignaturas y el 4° al trabajo de grado. La modalidad de docencia semipresencial permite la participación de profesionales en ejercicio, lo que a su vez enriquece el programa con las visiones y experiencias individuales de los estudiantes.

En los últimos años hemos fortalecido la internacionalización a través de la matrícula de estudiantes extranjeros y el desarrollo de pasantías internacionales de los estudiantes, lo que ha permitido intercambiar experiencias y fortalecer lazos con profesionales de distintas partes del mundo.

La firma de convenios con universidades extranjeras, seminarios y congresos con expositores nacionales e internacionales aportan al crecimiento de nuestro saber en ámbitos de la satisfacción del cliente, productividad, normativa y calidad.

Nuestro desafío, como programa, es seguir consolidando nuestra calidad y las contribuciones a nuestros estudiantes e instituciones que los apoyan. Para ello, nos esforzamos en implementar nuestro plan de desarrollo y mejora continua en las diferentes dimensiones de la calidad.

Fortalecemos nuestro cuerpo docente de colaboradores, aportando conocimiento y pertinencia disciplinaria. Asimismo, apuntamos a fortalecer la vinculación con el entorno profesional, realizando visitas a la industria, seminarios y charlas con invitados nacionales e internacionales que permitan dar a conocer el aporte que nuestros estudiantes y el programa hacemos por la gestión de la calidad y productividad.



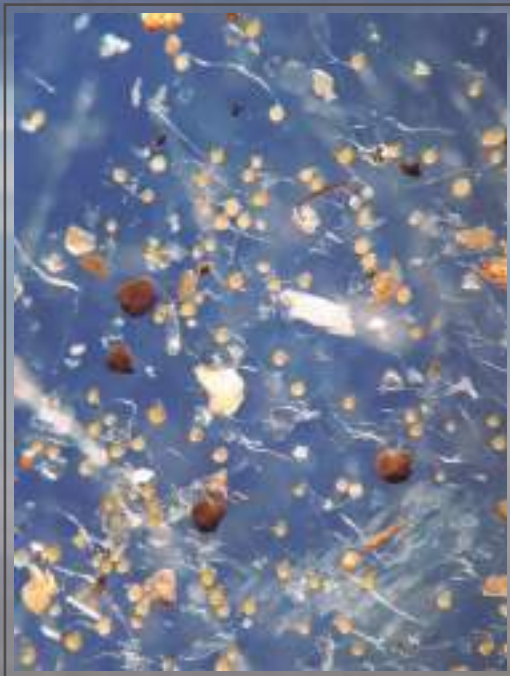
► Ceremonia de graduación 2019

# ACADÉMICOS DE LA FACULTAD PARTICIPAN DE CENTRO FONDAP DE RECURSOS HÍDRICOS PARA LA AGRICULTURA Y MINERÍA

Dr. Pablo Cornejo Rivas  
pablo.cornejo@ufrontera.cl  
Departamento de Ciencias Químicas y Recursos Naturales

Dra. María Cristina Diez  
cristina.diez@ufrontera.cl

Dra. Olga Rubilar Araneda  
olga.rubilar@ufrontera.cl  
Departamento de Ingeniería Química



Chile presenta una de las mayores sequías de su historia, afectando directamente a la población, los ecosistemas y la economía del país. Especialmente importantes para la economía nacional son la agricultura y la minería, las que requieren grandes volúmenes de agua, cada vez más escasa.

En ese contexto, en el año 2014 se crea el Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM), Centro FONDAP liderado por la Universidad de Concepción (UDEC) en asociación con la Universidad de La Frontera (UFRO) y la Universidad del Desarrollo (UDD). Desde la UFRO, un grupo de académicos aporta en la búsqueda de nuevas fuentes de agua para la remediación ambiental y la producción agrícola.

CRHIAM busca posicionarse como un referente nacional y mundial en la generación de conocimiento científico y tecnológico avanzado de los recursos hídricos para la agricultura, minería y comunidades, para de esta forma contribuir al desarrollo sostenible y a la seguridad hídrica. Para esto, CRHIAM promueve una investigación de alta calidad en recursos hídricos asociados a ecosistemas, comunidades y los sectores productivos de la agricultura y minería.

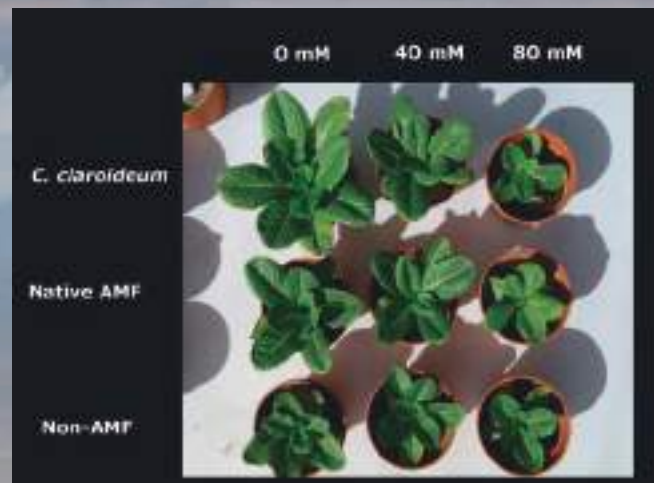
*CHRIAM representa una inmejorable oportunidad para realizar investigación de frontera en las bases científicas y tecnologías que permitan hacer un uso adecuado del recurso hídrico a nivel nacional. La UFRO participa como asociada en el centro con una importante participación en las líneas de tecnología para el tratamiento del agua y remediación ambiental, principalmente para su uso agrícola.*

---

Asimismo, forma recursos humanos especialmente a nivel de postgrado y postdoctorado, y mantiene numerosas redes con las principales instituciones de investigación, nacionales e internacionales, y con los sectores público y privado.

En este contexto, Cristina Diez (investigadora principal) y Olga Rubilar (investigadora asociada) del Departamento de Ingeniería Química, y Pablo Cornejo (investigador asociado) del Departamento de Ciencias Químicas y Recursos Naturales, forman el equipo UFRO que aporta herramientas innovadoras para desarrollar “Tecnologías para el Tratamiento del Agua y la Remediación Ambiental”. Aquí se abordan tecnologías destinadas a mejorar la capacidad de retención de agua en el suelo y la reutilización de aguas de baja calidad provenientes de operaciones industriales. Para esto, se están utilizando sistemas de filtración mejorados usando plantas junto con microorganismos benéficos (micorrizas, levaduras, bacterias) y nanopartículas capaces de retener contaminantes.

Así, el Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada al Medio Ambiente (CIBAMA) y el Centro de Investigación en Micorrizas y Sustentabilidad Agroambiental (CIMYSA) se posicionan como actores claves en la grave problemática nacional de escasez hídrica.



# LA MACROFACULTAD DE INGENIERÍA - CHILE: AVANCES Y DESAFÍOS



► Equipo de trabajo de la MacroFacultad en capacitación para acreditación internacional ABET de las carreras de pregrado.



Prof. Dr.-Ing. Cristian Bornhardt Brachmann  
cristian.bornhardt@ufrontera.cl  
Director Proyecto MacroFacultad de Ingeniería 2030

Manuel Cuevas Garrido  
manuel.cuevas@ufrontera.cl  
Coordinador General mayo 2018 - agosto 2019

La MacroFacultad de Ingeniería-Chile es un consorcio académico, integrado por las Facultades de Ingeniería de las Universidades de La Frontera (UFRO), del Bío-Bío (UBB) y de Talca (UTALCA), que desde el año 2014 desarrolla el proyecto “Ingeniería de Clase Mundial en las Universidades Estatales Regionales de la Zona Centro-Sur de Chile”, financiado por el programa “Nueva Ingeniería para el 2030” de CORFO. El objetivo está orientado a formar Ingenieros globales, focalizando su quehacer en los ámbitos de formación, desarrollo y transferencia de tecnología, innovación y emprendimiento con base en Investigación + Desarrollo

aplicada, en estrecha vinculación con el sector industrial.

En el ámbito de la formación de Ingenieros, se formalizó un acuerdo marco de armonización curricular que permitirá una expedita movilidad estudiantil entre las tres instituciones, tanto en pregrado como postgrado. Se está implementando innovaciones curriculares orientadas a una acreditación internacional de sus carreras.

Por otro lado, para la generación de capital humano avanzado en el ámbito de la educación en Ingeniería, se está implementando un Centro Internacional de Educación en Ingeniería, que expandirá su quehacer a Latinoamérica.



*El trabajo conjunto se focalizó en dos líneas de trabajo: Formación en Ingeniería e Innovación y Transferencia. Se formalizaron los acuerdos de armonización curricular y de asociación estratégica entre las tres universidades involucradas en el proyecto, y se logró levantar importantes iniciativas académicas y estudiantiles con financiamiento interno y externo, como pasantías, convenios, proyectos y nuevos emprendimientos.*

---



► Los Rectores y Decanos de las tres Universidades formalizan la continuidad de la Asociación Estratégica entre las instituciones.

Además, un desafío relevante es la implementación de un programa conjunto de Doctorado en Ingeniería, con un enfoque tecnológico y en colaboración con el sector industrial y de servicios públicos, con la perspectiva de una doble graduación con universidades internacionales, como la Universidad de Nottingham, Inglaterra.

En tanto, en el ámbito industrial se está colaborando con empresas como Everis, GASCO, Komatsu, Cecinas PF, Arauco y otras.

En el ámbito de la innovación y transferencia tecnológica, existe un equipo altamente calificado que apoya la formulación y la gestión de proyectos, buscando una vinculación cercana entre la academia y el sector productivo, lo que ha permitido apalancar importantes recursos externos para el desarrollo de investigación aplicada, innovación tecnológica y transferencia al sector externo. Una de las estrategias es el desarrollo de pasantías de académicos en la industria. A la vez, se desarrollan diversas iniciativas orientadas a fomentar las ideas de emprendimiento de base tecnológica para estudiantes, de las



► La implementación de laboratorios con tecnologías de punta facilitan el aprendizaje pertinente y contextualizado de los futuros Ingenieros

cuales ya se han formalizado seis start-ups, vale decir, emprendimientos que se formalizan como empresas y están en las fases iniciales de desarrollar productos para colocarlos en el mercado.

Las iniciativas de la MacroFacultad de Ingeniería han fortalecido las tres regiones a través del mejoramiento de las capacidades en capital humano, infraestructura y equipamiento para la investigación científico-tecnológica, orientada a desarrollar respuestas a los requerimientos del sector empresarial e implementando innovaciones en la formación de Ingenieros,

que incluye un enfoque interdisciplinario y oportunidades para desarrollar sus competencias de emprendimiento y de solución de problemas.

Los recursos de contraparte de las universidades se están invirtiendo, principalmente, en la construcción y habilitación de nuevos espacios orientados a mejorar la actividad académica.

Los grandes desafíos actuales de la MacroFacultad son la implementación del Doctorado en Ingeniería y del Centro de Educación en Ingeniería, que fueron mencionados anteriormente.



► Edificio MacroFacultad de Ingeniería UFRO.

## SEGUNDA ETAPA PROYECTO MACROFACULTAD DE INGENIERÍA

*El 16 de septiembre de 2018 comenzó la segunda etapa del proyecto MacroFacultad de Ingeniería-Chile, luego que CORFO aprobara el informe de resultados obtenidos durante los primeros cuatro años. El compromiso para su continuidad fue suscrito por los rectores de las universidades de Talca, del Bío Bío y de La Frontera, que integran el consorcio académico constituido en la línea del programa “Nueva Ingeniería para el 2030”, financiado por CORFO.*

■ Mauricio Antivil Morgado  
mauricio.antivil@ufrontera.cl  
MacroFacultad de Ingeniería

**E**l proyecto MacroFacultad que lleva a cabo la Facultad de Ingeniería y Ciencias de esta Casa de Estudios, en su segunda etapa proyecta consolidar los diseños del primer período en sus dos áreas de trabajo: Formación en Ingeniería e Innovación y Transferencia, contando con un aporte de CORFO del orden de los tres mil millones de pesos.

Para la segunda etapa se lanzará un programa de doctorado tecnológico en conjunto entre las tres universidades. Adicionalmente, se implementará un centro de educación en ingeniería, que permitirá fortalecer y entregar herramientas a los docentes en el aula. La movilidad estudiantil, la internacionalización y el fortalecimiento de la vinculación tanto con el sector público como empresarial también serán ejes importantes de trabajo en esta etapa.

### Consejo asesor externo

Desde este año, el consorcio MacroFacultad de Ingeniería cuenta con un Consejo Asesor Externo, que actúa como un ente de apoyo en la definición de estrategias que buscan contribuir a su mejoramiento continuo, a la definición y conocimiento de tendencias en los sectores industriales a nivel regional, nacional e internacional, y a la vinculación con diferentes actores que fortalezcan los objetivos planteados por el consorcio.

El Consejo está integrado por representantes de Gobierno, directores de CORFO y empresarios de las regiones del Maule, del Bio Bío y de La Araucanía, además del asesor internacional Ph.D. Hans Jürgen Hoyer, secretario general de la Federación Internacional de Sociedades de Educación en Ingeniería (IFEES) y secretario ejecutivo del Global Engineering Deans Council (GEDC).

“La actividad académica en general no puede tener otra visión que no sea asociativa. La experiencia de la MacroFacultad es el ejemplo de esa asociatividad virtuosa. Este proyecto es emblemático a nivel nacional y va a marcar un hito en las futuras relaciones nacionales e internacionales entre las universidades”. Eduardo Hebel, Rector Universidad de La Frontera.



► El proyecto fortalecerá su trabajo en Formación e Innovación y Transferencia.



► El consorcio reúne a las universidades de Talca, del Bio-Bío y de La Frontera.



► La MacroFacultad constituyó su Consejo Asesor Externo.





# LABORATORIO DE MECATRÓNICA: TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL APRENDIZAJE

► El Laboratorio de Mecatrónica articula actividades de docencia, investigación y vinculación.

*La tecnología ha adquirido cada vez mayor relevancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, convirtiéndose actualmente en un complemento a la educación de carácter formal, fortaleciendo así la labor de formación en este ámbito.*

**C**on especial énfasis en la automatización de procesos de manufactura y sistemas productivos, el Laboratorio de Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería y Ciencias está desarrollando un trabajo de articulación de actividades de docencia, investigación y vinculación.

La unidad, creada al alero de la MacroFacultad de Ingeniería, ha enfocado también su labor en atender las necesidades de formación de ingenieros en distintas áreas de especialidad, en asignaturas que demandan la realización de actividades prácticas y de laboratorio relacionadas con las tecnologías de automatización de la producción.

Durante el segundo semestre de 2019, se están impartiendo cuatro asignaturas (Automatización de la producción y robótica, Programación de controladores, Automatización de procesos productivos e Introducción al proyecto de titulación),

■ Mauricio Antivil Morgado,  
mauricio.antivil@ufrontera.cl  
MacroFacultad de Ingeniería



► En el Laboratorio se imparten asignaturas para estudiantes de seis carreras de la Facultad de Ingeniería y Ciencias.

que involucran a estudiantes de seis carreras de la Facultad de Ingeniería y Ciencias: Ingeniería Civil Eléctrica, Ingeniería Civil Electrónica, Ingeniería Civil Mecánica, Ingeniería Civil Industrial mención Informática, Ingeniería Civil Industrial mención Bioprocesos e Ingeniería Civil Industrial mención Mecánica.

Además, se están realizando, en promedio, dos trabajos de título por semestre, hasta ahora asociados a la carrera de Ingeniería Civil Mecánica.

El laboratorio cuenta con equipamiento especializado, entre los que destaca un robot industrial Kuka KR6 R900, un robot industrial colaborativo UR10e y cinco estaciones del tipo sistema mecatrónico de producción FESTO MPS.

En este contexto, la unidad ha establecido vínculos con otros espacios de la Facultad, como el laboratorio de Manufactura Inteligente (Ingeniería Mecánica), el laboratorio de Control Automático (Ingeniería Eléctrica) y el Taller de Fabricación (Ingeniería Mecánica).

“En el corto y mediano plazo, el laboratorio buscará seguir potenciando alianzas con la industria y la academia. Es de nuestro interés convocar a académicos, laboratorios y centros en la UFRO y fuera de ella. La idea es potenciar nuestra presencia en áreas clave para el desarrollo productivo de la región y el país, en el contexto de la cuarta revolución industrial”. Eduardo Diez, encargado Laboratorio de Mecatrónica.



► La unidad cuenta con equipamiento especializado.



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

## Focalizamos

nuestras capacidades de **investigación, postgrado e innovación** para contribuir a las **transformaciones científicas y tecnológicas** que la sociedad necesita.

# SOMOS VRIP UFRO

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

### DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Más productividad

PUBLICACIONES  
WoS (ISI) **+500**

Más conocimiento

PROYECTOS  
FONDECYT **114**

Más redes  
internacionales

COLABORACIÓN  
INTERNACIONAL  
EN PUBLICACIONES **61%**

### DIRECCIÓN DE POSTGRADO

Más capital humano  
avanzado

PROGRAMAS  
DE POSTGRADO **74**

Más calidad

ACREDITACIÓN  
DOCTORADOS **100%**

Más internacionalización

CONVENIOS **250**

### DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Más colaboración  
internacional

PROYECTOS I+D  
INTERNACIONAL **16**

Más creación  
de valor

DECLARACIONES  
DE INVENCIÓN **82**

Más emprendimiento  
científico

INICIATIVAS  
STARTUP  
CIENTÍFICAS **32**

### OPTIMIZAMOS CAPACIDADES

MÁS  
PLATAFORMAS  
CIENTÍFICAS:

**2** NÚCLEOS  
CIENTÍFICOS-  
TECNOLÓGICOS  
**7** CENTROS DE  
EXCELENCIA

MÁS  
VINCULACIÓN:

**6** INSTITUTOS  
INTERDISCIPLINARIOS

VRIP



UFRO



[vrip.ufro.cl](http://vrip.ufro.cl)  
[www.ufro.cl](http://www.ufro.cl)

# CONCURSOS ESTUDIANTILES IDEAFACTORY- EXPERIMENTANDO



► Estudiantes de pre y postgrado, de distintas facultades, participan en los concursos.

*La innovación y el emprendimiento son ámbitos de especial interés a fortalecer para la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de La Frontera, a través de la MacroFacultad de Ingeniería. A partir de ello, se han generado instancias para que estudiantes de pre y post grado de distintas facultades de esta Casa de Estudios desarrollen ideas que les permitan potenciar sus habilidades en estas áreas.*



► Los equipos desarrollan metodologías que fomentan la innovación.

**E**n 2019, la MacroFacultad, junto al Instituto de Innovación y Emprendimiento iDEAUFRO y la comunidad de emprendedores Vértice, organizó la tercera versión de IdeaFactory, concurso estudiantil multidisciplinario que tuvo como objetivo promover la creación de empresas innovadoras.

Durante dos meses, 30 estudiantes de pre y post grado conocieron metodologías de innovación y emprendimiento para el desarrollo de soluciones tecnológicas. En el proceso, debieron conformar equipos y, a través de la metodología Design Thinking, pudieron aprender sobre identificación de problemas, desarrollo de hipótesis, propuesta de valor y desarrollo de clientes.

De esta manera, llegaron a soluciones en industrias de salud, agricultura, seguridad, educación e instituciones bancarias.

Los tres equipos ganadores obtuvieron el pase al concurso Experimentando, programa de apoyo de la MacroFacultad de Ingeniería UFRO que se ejecuta durante el segundo semestre de 2019. Esta instancia entrega financiamiento, mentoría y soporte para el desarrollo de las iniciativas, con la idea que los estudiantes puedan crear un producto mínimo viable que sea validado en el mercado.

En 2019, Experimentando 4.0 también entrega a los equipos estudiantiles seleccionados la opción de participar en una gira de innovación tecnológica, donde podrán conocer otro ecosistema asociado a este contexto para que amplíen sus perspectivas de emprendimiento.

“La experiencia fue bastante provechosa, aprendimos bastante y tuvimos las instancias para desarrollar cada aspecto del emprendimiento en su etapa inicial. Estamos contentos de haber sido seleccionados para el concurso Experimentando, y ya estamos avanzando en el proyecto, teniendo ideas más claras”. Camilo López, estudiante ICI-I, integrante de Clab Virtual.

## Columna de opinión:

### ENERGIA Y DESARROLLO SUSTENTABLE EN LA REGION DE LA ARAUCANÍA



Esteban Hund Villagra  
estebanhund@vensur.cl  
Ingeniero Eléctrico (E)  
Ingeniero Civil Industrial

Breve análisis de la situación energética de la región y propuestas que se orientan a un desarrollo sustentable, utilizando los recursos existentes.

Se estima que el primer desafío corresponde al mejoramiento de la eficiencia en todos los procesos que requieren energía, los cuales, según estudios, pueden llegar a pérdidas cercanos al 80%.

Además, se estima pertinente que, para un adecuado funcionamiento del sistema económico, se deben entregar condiciones mínimas de seguridad jurídica y reglas claras a los inversionistas, para promover inversiones en el sector.

#### Propuestas:

- Campañas de mejoramiento de aislación térmica de viviendas.
- Incentivar proyectos de sistemas de calentamiento de agua distrital.
- Campaña de uso eficiente del uso de la energía eléctrica.
- Proyectos hidráulicos asociados a sistemas de riego, como complemento en generación de energía.
- Masificar uso de sistemas solares para uso sanitario y energía.

El objetivo se orienta al uso de energía descentralizada por usuario, que permita propender a un balance energético tendientes a cero - energía producida igual a energía consumida en cada unidad.

# VINCULACIÓN CON PROBLEMÁTICAS EMPRESARIALES



► El vínculo se ha establecido con empresas del sector acuicola.



► Investigadores UFRO fortalecen la vinculación con la industria.

**B**uscando potenciar la vinculación entre empresas y universidades desde sus ámbitos de I+D aplicada, la MacroFacultad de Ingeniería participa activamente, junto al Campus Pucón, en el Círculo de Innovación UFRO, instancia coordinada por la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica (DITT-UFRO).

Este vínculo se ha establecido, en primera instancia, con industrias del sector acuícola, generando acercamientos entre investigadores y empresarios, lo que ha permitido abordar problemáticas de las compañías y potenciales soluciones tecnológicas, desde distintos ámbitos de investigación.

La relación busca conocer los requerimientos específicos de las empresas y de esta forma dimensionar las propuestas que conlleven, posteriormente, a un perfil de proyecto de la solución, que puede ser financiado con fondos propios de la empresa o mediante concursos externos a los que investigadores e industrias pueden postular en forma conjunta.

Desde ese punto de vista, y junto con conocer las necesidades del sector productivo, es posible generar un aumento de industrias que desarrollen soluciones innovadoras para resolver sus problemas o desafíos de productividad y/o competitividad, dando origen a nuevos productos, servicios y/o procesos con valor agregado para la empresa, incrementando el número de

*En los últimos años, el vínculo universidad-empresa se ha convertido en una relación clave y de alto impacto para el desarrollo. La academia ha asumido un rol preponderante en el desempeño de las industrias, lo que permite que el conocimiento generado entregue beneficios no sólo a las empresas, sino que también a la sociedad misma.*

industrias que impulsen proyectos en forma colaborativa con la universidad.

“Uno de los objetivos de la MacroFacultad de Ingeniería en la UFRO es fortalecer la I+D aplicada y el vínculo con la industria, por lo que crear instancias de vinculación como el Círculo de Innovación, son claves para generar confianza entre investigadores y empresarios”, dijo el ingeniero de proyectos de la MacroFacultad UFRO, Sebastián Vargas.

“Saber escuchar los problemas, capacidades y desafíos de la industria, para llevarlos a la academia, benefician y contribuyen de modo esencial al cumplimiento de sus misiones formativas, investigativas y productivas. Estas actividades forman parte de una relación esencial, que ayudará a la formación de profesionales integrales para el mundo de hoy”, agregó.

“La respuesta y asistencia de empresas refleja el interés y necesidad de conectar la generación del conocimiento con las problemáticas propias de la industria. Las empresas han dado una respuesta muy favorable a este acercamiento inicial y han manifestado el interés en seguir trabajando para el desarrollo de soluciones tecnológicas conjuntas”. Daniel Belmar, gestor de Proyectos I+D, campus Pucón UFRO.



► En las visitas se busca conocer los requerimientos de las empresas.

Columna de opinión:

## UFRO SUSTENTABLE: SUSTENTABILIDAD Y MEDIO AMBIENTE DESDE LA UFRO



Gustavo Ciudad Bazaul  
gustavo.ciudad@ufrontera.cl  
Director del Instituto del Medio Ambiente  
Universidad de La Frontera

UFRO sustentable nace en 2016, como una iniciativa donde se buscaba incrementar la vinculación interna del Instituto del Medio Ambiente de la Universidad de La Frontera (UFRO) en temas de sustentabilidad institucional y ser un agente de cambio interno.

UFRO sustentable ha sido pilar fundamental en el reconocimiento de la importancia de la sustentabilidad en la institución donde, como hitos importantes, tenemos: entrar en la Red de Campus Sustentable, firmar la Carta Mundial por la Emergencia Climática del SDG Accord e impulsar la política de sustentabilidad de la UFRO, la cual está en pleno proceso de diseño, a través de un proceso participativo triestamental.

Por otro lado, UFRO sustentable actúa como un articulador de toda la actividad universitaria interna (agrupaciones estudiantiles), así como un embajador de la UFRO en educación ambiental en la región. En nuestras redes sociales como una vitrina informativa, transmitimos consciencia ambiental y trabajamos con diferentes gestores locales de reciclaje.

UFRO sustentable ha demostrado que como Universidad de La Frontera tenemos mucho que aportar a la región en sustentabilidad, así como también mirarnos a nosotros mismos y reconocer que hay que cambiar.



► La directora del Nodo de Formación, Ivonne Gutiérrez, participó en encuentros de este ámbito en el extranjero.

## NUEVAS METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA EN INGENIERÍA

*Los nuevos requerimientos de la industria y el perfil del nuevo ingeniero, que le permita desempeñarse a nivel global, requiere de nuevas formas de enseñar y entregar los conocimientos. Impulsar estos procesos hace necesario conocer las experiencias de esta índole que se viven a nivel nacional e internacional.*

**I** Mauricio Antivil Morgado  
MacroFacultad de Ingeniería  
mauricio.antivil@ufrontera.cl

**C**on el objetivo de incorporar y conocer nuevas metodologías de enseñanza, durante el 2019 la directora del Nodo de Formación de la MacroFacultad UFRO, Ivonne Gutiérrez, participó en dos eventos en el extranjero que abordaron temas relativos a la educación STEM y la formación por competencias en ingeniería.

La académica representó a la Universidad de La Frontera en el workshop APEC STEM-PLUS “Creación de capacidad humana transfronteriza para la alfabetización científica glocalizada: Fase I: Los mejores modelos prácticos para educación innovadora de STEM + para el desarrollo profesional docente”, que fue

organizado por el Instituto de Postgrado de Educación en Ciencias de la Universidad Nacional Normal de Taiwán y patrocinado por APEC y el Ministerio de Educación del Taipei Chino.

En el evento, expuso sobre brechas de género en la educación STEM titulada “STEM en Educación Superior y Género: Realidad y Cifras en Chile”. El concepto “Educación STEM” se ha desarrollado como una nueva manera de enseñar conjuntamente Ciencia, Matemáticas y Tecnología.

La académica también fue parte de la Tercera Jornada de Innovación Educativa, que se realizó de la Universidad Tecnológica Nacional -Facultad Regional Buenos Aires (UTN FRBA)-, cuya organización fue desarrollada en conjunto por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) y el Centro de Investigación e Innovación Educativa (CIIE) de la UTN.

La directora del Nodo de Formación participó en el encuentro junto a la académica Adrialy Muci, del Departamento de Matemáticas y Estadística de esta Casa de Estudios.

“Estos eventos nos brindan la oportunidad de conocer y compartir experiencias e intercambiar ideas innovadoras y generar redes, tanto a nivel de la educación STEM como en la formación por competencias, dado que estamos participando activamente en el proceso de rediseño curricular que se está llevando a cabo en la Facultad de Ingeniería y Ciencias, para 14 ingenierías civiles”. Ivonne Gutiérrez, directora Nodo de Formación MacroFacultad de Ingeniería.



# FORTALECIMIENTO DEL INGLÉS COMO SEGUNDA LENGUA

*El desarrollo alcanzado por la sociedad, producto de la integración económica y cultural, exige nuevos estándares para los profesionales en distintas disciplinas. En ese sentido, el dominio de una segunda lengua, como el inglés, ha adquirido gran importancia, tanto para el quehacer personal como laboral.*



► Los cursos se imparten en conjunto con la Coordinación de Idiomas (CODI UFRO)..

**Mauricio Antivil Morgado**  
MacroFacultad de Ingeniería  
mauricio.antivil@ufrontera.cl

**C**on el objetivo de fortalecer el aprendizaje de un segundo idioma, durante el 2019 la Facultad de Ingeniería y Ciencias, a través de la MacroFacultad, con el apoyo de la Coordinación de Idiomas (CODI UFRO), han organizado tres versiones de cursos de idiomas, enfocados principalmente al inglés (también se desarrolló un curso de alemán).

Los cursos Aproximación al Inglés, Conversación Avanzada y Preparación del Examen de Suficiencia se han focalizado en los distintos niveles de los estudiantes de la facultad y son complementarios a la formación en pregrado, con una duración de dos meses.

Esta iniciativa tiene diferentes objetivos, de acuerdo al nivel de cada uno de ellos. En ese sentido, van desde el fortalecimiento de las habilidades iniciales para desarrollar las competencias de lenguaje a mejorar la fluidez y ampliar el vocabulario de los

estudiantes que manejan el idioma.

“La importancia de estos cursos radica en el potencial de oportunidades profesionales y académicas en los que se puede desenvolver el estudiante, ya que inglés es el idioma más hablado como segunda lengua y permite conocer nuevas culturas. Además, fortalece a los estudiantes en el ámbito académico, personal y para su futuro profesional”, dijo la ingeniera de proyectos de la MacroFacultad UFRO, María Astete.

“Fortalecer el idioma inglés ayuda a los estudiantes en varios aspectos: les aumenta las posibilidades de realizar movilidad estudiantil y de cursar algún postgrado al terminar su carrera. También les permite acceder a la información más actualizada, tanto en su área de especialidad como material de ocio. Finalmente, aumenta considerablemente sus oportunidades laborales”. Felipe Opazo, Coordinación de Idiomas UFRO.



El sistema de escaneo permite digitalizar cerca de mil metros cuadrados por estructura.

# LA REALIDAD VIRTUAL SE CONSOLIDA EN LA UFRO

**I** Marcos Maldonado Venegas  
marcos.maldonado@ufrontera.cl  
Laboratorio de Medios MacroFacultad UFRO

**M**ediante la iniciativa del Laboratorio de Medios de la Facultad de Ingeniería y Ciencias, 19 espacios de la Universidad de La Frontera (UFRO) han sido escaneados y digitalizados. Entre ellos, destaca el Decanato de esta Facultad, el edificio de la MacroFacultad y el Gimnasio Olímpico.

El proceso de digitalización consta de dos etapas. La primera es el levantamiento de información en terreno, es decir, un equipo del Laboratorio de Medios de la Facultad visita espacios de la Universidad con el objetivo de escanearlos en su totalidad.

Tras el levantamiento de datos, estos se llevan a un sistema de procesamiento en la nube que viene a interpretar esta información, entregando como resultado un entorno virtualizado en tres dimensiones.

Una vez terminado el proceso, el resultado final consta de un espacio virtual que permite que el usuario pueda realizar un recorrido inmersivo por los distintos pabellones de la Universidad de La Frontera.

Por otra parte, en relación al pregrado de nuestra Universidad, los desarrollos en materia de realidad virtual vienen a ser un aporte directo. En este caso se han generado dos entornos de aprendizaje.

El primero consta de un aserradero, en el que los estudiantes

*La Facultad de Ingeniería y Ciencias, por medio del proyecto MacroFacultad, ha sido pionera en la digitalización de espacios de nuestra institución. Esto, con la finalidad de promover la vinculación entre la institución y la comunidad, entregando la posibilidad de que todos puedan visitar de forma remota la Universidad de La Frontera (UFRO).*

tienen la posibilidad de recorrer la planta sin ningún riesgo.

La segunda experiencia es la virtualización de una “Vivienda Origen”. En esta simulación los estudiantes tienen la opción de conocer en terreno una construcción en desarrollo.

“Hoy día la realidad virtual permite vincularnos con empresas, con las cuales podemos hacer un trabajo colaborativo. Por una parte, los apoyamos en la virtualización de espacios y procesos, a su vez, estos mismos productos nos sirven para fortalecer nuestra docencia. Uno de esos casos son las visitas a terreno, pues no es necesario que movilemos estudiantes, entendiendo la logística que esto requiere”, destaca el Dr. Juan Pablo Cárdenas, académico encargado de este laboratorio.

Así el Laboratorio de Medios de la MacroFacultad desea continuar con su aporte al desarrollo integral de los y las estudiantes de pregrado y por otra parte a darle la opción a la comunidad en general de conocer los espacios de la Universidad de La Frontera.



UNIVERSIDAD  
DE LA FRONTERA  
VINCULACIÓN CON EL MEDIO

# Vinculación

## CON EL MEDIO

Escríbenos a [vinculacionconelmedio@ufrotera.cl](mailto:vinculacionconelmedio@ufrotera.cl)

La **Vinculación con el Medio** de la Universidad de La Frontera constituye una función esencial de nuestra institución, materializando a través de su desarrollo permanente, su declaración de responsabilidad social y compromiso de contribución al desarrollo de la región y del país.

A través de los diferentes ámbitos del quehacer universitario, esperamos aportar al bienestar de las personas, al desarrollo de comunidad y de la sociedad en su conjunto, por medio de iniciativas diversas, programas y relaciones de interacción con el entorno de alcance local, regional, nacional e internacional.

### Nuestras áreas de acción:

- Cooperación para el Desarrollo
- Educación Continua
- Extensión Académica
- Extensión Artístico Cultural
- Investigación aplicada, innovación y transferencia tecnológica
- Instituto Confucio; de China para La Araucanía

Nos encontramos en constante articulación con diferentes actores del entorno, tales como instituciones públicas, privadas y de la sociedad civil, permitiendo con ello fortalecer el desempeño de las funciones de nuestra Universidad.

A diario, desarrollamos nuestro trabajo con sellos de pertinencia, participación, sinergia y responsabilidad social.



6 años  
**ACREDITADA**  
EN TODAS LAS ÁREAS  
HASTA NOVIEMBRE DE 2024



Dirección de Vinculación con el Medio UFRO



[vinculacion\\_ufro](https://www.instagram.com/vinculacion_ufro)

[www.vinculacion.ufro.cl](http://www.vinculacion.ufro.cl)

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL: PROFUNDIZANDO LA RELACIÓN HUMANO-MÁQUINA

*Los avances de los diversos paradigmas de la inteligencia artificial serán discutidos, del 4 al 6 de noviembre del 2020, en la Universidad de La Frontera (UFRO), en la VII Conferencia Latino Americana de Inteligencia Computacional, evento que la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) organizará con el respaldo del Departamento de Ingeniería Eléctrica de esta Casa de Estudios.*



**I** Dra. Gloria Millaray Curilem Saldías  
Departamento de Ingeniería Eléctrica  
millaray.curilem@ufrofrontera.cl

**L**a Inteligencia Artificial es el motor de una nueva forma de trabajo que profundiza la relación humano-máquina: por primera vez los humanos desarrollamos herramientas que apoyan los procesos cognitivos. Así bien, podemos decir que la cuarta revolución industrial ya comenzó. Esta vez es la inteligencia de las máquinas la que está causando los enormes cambios que afectarán las formas de producción.

La primera revolución industrial se produjo a fines del siglo XVIII con la máquina a vapor que se convirtió en la base de la industrialización. A fines del siglo XIX, la producción en cadena cambió radicalmente a las industrias, produciendo la segunda revolución industrial debido al extraordinario aumento de eficiencia de la producción. Luego, cerca de la mitad del siglo XX, gracias a la electrificación y a los aportes de la física y la mecánica, se desarrolló la automatización industrial, que cambió las formas de producción y generó industrias totalmente nuevas, tales como la industria de las comunicaciones o la computación. Esta tercera revolución industrial configuró la

realidad del siglo XX que es la que conocemos hasta ahora.

Hoy nos encontramos por cuarta vez ante un cambio drástico de las formas de producción. Esta vez los factores que están a la base de la llamada industria 4.0 son la disminución del tamaño de los computadores (cabén en el bolsillo), su gran capacidad de interconectarse (redes de datos) y su autonomía, o sea, su capacidad de tomar decisiones. Esto lo permite la Inteligencia Artificial (IA), también llamada Inteligencia Computacional por la IEEE, que es un término más moderno para referirse a un conjunto de algoritmos que, en general, imitan los procesos biológicos y que permiten que las máquinas puedan almacenar conocimiento que usan para decidir. ¡Y está funcionando!

Frente a esto, los estudiosos consideran dos panoramas: uno utópico, donde las máquinas apoyarán nuestra labor, aumentando nuestra eficiencia y permitiéndonos resolver los graves problemas que nos aquejan, a la vez que podremos desarrollar mejor las capacidades que nos hacen humanos; y otro panorama es el distópico, donde las máquinas nos reemplazarán generando desempleo, pobreza y caos. La diferencia entre estos dos escenarios depende de la capacidad que tenga la sociedad de mejorar el nivel educacional de sus trabajadores y las decisiones políticas respecto de cómo se beneficiará a la sociedad en su totalidad por los avances en la productividad.

Esto es particularmente preocupante en un mundo en el que se están ampliando las brechas sociales y en el que la crisis medioambiental pone en riesgo la supervivencia de muchas especies en el planeta, incluida la nuestra. Estudios en EEUU muestran que ya hoy las personas con educación superior tienen una esperanza de vida mayor a las demás. Así, el verdadero dilema hoy entre el mundo utópico y el distópico es si podremos o no garantizar a todos la posibilidad de una formación pertinente, que promueva las características que nos hacen superiores a las máquinas.

Existen tres paradigmas que lideran el desarrollo de la IA y que se diferencian respecto de cómo se define la inteligencia: por un lado, están los sistemas expertos que representan el razonamiento de los especialistas, utilizando diversas herramientas para representar el conocimiento y los mecanismos de inferencia (razonamiento); por otra parte, los sistemas evolutivos se basan en la lógica de la evolución de las especies para adaptarse. Las soluciones evolucionan compitiendo y combinándose para generar mejores soluciones. Finalmente, los sistemas conexionistas se basan en el funcionamiento del cerebro para aprender y generalizar, siendo las redes neuronales artificiales su mayor exponente. Estos sistemas poseen elementos simples (neuronas) que interconectados son capaces de almacenar conocimiento que puede ser aplicado a situaciones nuevas.

Los seres humanos llevamos ya varios siglos compitiendo con la tecnología, por lo que las habilidades que hemos tenido que desarrollar para competir han ido evolucionando. Las áreas en las que el desarrollo tecnológico ha tenido un fuerte impacto son agricultura, minería, manufactura, construcción, entre otras donde la fuerza física fue reemplazada por las máquinas. Sin embargo, muchos autores coinciden que las nuevas tecnologías afectarán el área de los servicios, el retail, el transporte, etc. Los malls perderán clientes pues las compras se realizarán en otras plataformas, los bares pueden ser servidos por autómatas. Estos son trabajos que requieren de personas con enseñanza media. No obstante, con el advenimiento de la IA por primera vez una herramienta capaz de apoyar la mente y los procesos cognitivos está a disposición, por lo que las máquinas podrían sustituir incluso tareas que requieren mayor capacidad cognitiva, impactando a varias profesiones. Es muy cierto que hoy las máquinas permiten crear sistemas de apoyo a nuestra labor, pero ciertamente el desarrollo tenderá al reemplazo de algunas actividades profesionales.

¿Debemos alarmarnos por esta situación? En los últimos siglos las máquinas ya han reemplazado exitosamente a los seres humanos, aumentando la productividad, en muchas áreas. Muchos puestos de trabajo fueron eliminados y se crearon nuevas fuentes de trabajo. Sin embargo, los puestos de trabajos creados no demandan las mismas capacidades, en cada etapa se ha requerido trabajadores con mayor nivel educacional: hoy, claramente ya no basta con la educación secundaria y respecto de la educación superior, ésta deberá ser revisada y se deberá potenciar al máximo la formación continua para poder adaptarse a un mundo en constante cambio.

Estas y otras temáticas serán abordadas, por diferentes expertos, en la VII Conferencia Latino Americana de Inteligencia Computacional, a desarrollarse del 4 al 6 de noviembre del 2020 en la Universidad de La Frontera, evento patrocinado por la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y organizado por la Facultad de Ingeniería y Ciencias de esta Casa de Estudios.

## Columna de opinión:

### TEMUCO COMO SMART CITY EN NUESTRO CONTEXTO SOCIAL



Lilian Paredes Tebache  
lilian.paredes@ufrontera.cl  
Gerente Smart City in a Box

En las últimas semanas hemos vivido momentos que, como sociedad, nos hacen reflexionar y movilizarnos por mayor equidad, justicia social, por ponerle fin a la postergación de que una gran parte de la población siente que ha sido víctima... por tener dignidad.

Desde mi quehacer, que es el fomentar y facilitar que Temuco sea una “Ciudad Inteligente”, me ha resultado complejo pensar en tener una ciudad sensorizada y tecnologizada cuando hay temas tan básicos no resueltos. Sin embargo, estoy consciente de las oportunidades que las tecnologías nos entregan.

Justamente, visto desde un punto de vista más social e inclusivo, son estas tecnologías las que han servido para organizar un movimiento desde quienes se han sentido vulnerados, han democratizado el acceso a las autoridades, han permitido visibilizar las necesidades y demandas de ciudadanos. Las posibilidades que nos entregan son amplias.

¿Cómo imagino a esta Smart City? Como una ciudad con foco en sus ciudadanos, donde las aplicaciones que se creen estén al servicio de sus habitantes y tengan un impacto real en su calidad de vida.



# PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERÍAS CIVILES UFRO EN PROCESO DE ACTUALIZACIÓN

*La Facultad de Ingeniería y Ciencias lidera, actualmente, un proceso de innovación y actualización curricular para sus carreras de Ingeniería Civil, con miras a posicionar a la Universidad de La Frontera (UFRO) como un referente nacional e internacional en la formación de Ingenieros.*

---

**A**nte escenario mundial cada vez más competitivo, globalizado e interdisciplinario, es imperante la necesidad de contar hoy día con profesionales de excelencia, altamente capacitados para responder a nuevas exigencias.

Visualizando esta demanda, la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de La Frontera (UFRO), lidera -desde el año 2017- un proceso de innovación y actualización curricular para sus carreras de Ingeniería Civil.

Con la activa participación de directivos, académicos y estudiantes, esta institución está consensuando un plan curricular para las Ingenierías Civiles caracterizado por tres sellos de Facultad: diseño, innovación y responsabilidad social.

En su desarrollo, este proceso ha contado con la asesoría de expertos, tanto de nuestro país como del extranjero, siendo la colaboración establecida con instituciones canadienses una de las más emblemáticas.

Experiencias como la incorporación, desde el primer año, de las líneas de diseño e innovación en los planes de estudios de carreras de Ingeniería y nuevos enfoques metodológicos de formación en Ingeniería que se están aplicando y que han resultado ser muy exitosos en Canadá, son parte de las acciones que en la UFRO han conocido y observado, con el ánimo de replicar aquellas que se puedan ajustar a los requerimientos y realidad de las carreras y del perfil UFRO.

Paralelamente, a través del trabajo efectuado por grupos focales, se sentaron las bases de los nuevos planes de estudio, en los que se incorporaron metodologías asociadas a las tres competencias sellos, siendo el insumo final la malla curricular y programas de asignaturas actualizados, validados y aprobados por los cuerpos colegiados de la Facultad y Universidad.

Ad portas de su finalización, el levantamiento de este proceso educativo en la Facultad, que es liderado por el Decano, Dr. Rodrigo Navia, y el Director de Pregrado, Mg. Juan Möller, involucra también nueva infraestructura y equipamiento, como un laboratorio de prototipado orientado a acercar, efectivamente, a los y las estudiantes a la Ingeniería desde el primer año.



► Dr. Kamran Behdinan, de la Universidad de Toronto, comparte con académicos UFRO su experiencia en formación de Ingenieros.

# PROGRAMA “YO QUIERO SER INGENIERA” PROMUEVE LA PARTICIPACIÓN DE MUJERES EN LA INGENIERÍA Y CIENCIAS

*En el año 2018, la Dirección de Vinculación con el Medio de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de esta Casa de Estudios, implementa un programa dirigido a las estudiantes de enseñanza media de la Región de La Araucanía, para brindarles orientación sobre las distintas posibilidades de desarrollo personal y profesional que les puede ofrecer una carrera del área de la ingeniería.*

---







**E**n el 2019, el porcentaje de mujeres que ingresó a la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de La Frontera (UFRO) fue de un 26%, cifra que, si bien es mayor al del año anterior, aún es baja. Equilibrar cada vez más esta brecha, entre hombres y mujeres en el campo de la ingeniería y ciencias, es uno de los objetivos de la puesta en marcha, en el 2018, del Programa “Yo quiero ser Ingeniera”.

Desde esa mirada, este programa dirigido a las estudiantes de enseñanza media de la Región de La Araucanía, contempla una serie de acciones destinadas a brindar orientación sobre las distintas posibilidades de desarrollo personal y profesional que les puede ofrecer las carreras del área de las Ingenierías y las ciencias.

Así bien lo explica la encargada de este programa, la Ingeniera Gabriela Reyes. “Esta iniciativa busca, principalmente, promover que existan más mujeres en el área de la ingeniería y ciencias, talento femenino que, desde nuestras aulas, puede contribuir en la construcción de una comunidad cada vez más equitativa en términos de género”.

Además de charlas, talleres de orientación profesional y actividades prácticas en laboratorios, este programa –que no tiene ingreso por vía de admisión especial a la UFRO– considera también visitas guiadas a diferentes unidades de la Facultad de Ingeniería y Ciencias, actividades que, en su conjunto, apuntan a dar respuesta a las diversas inquietudes que muchas estudiantes próximas a egresar de la enseñanza media pueden tener frente a la opción de estudiar alguna carrera del área.

Como muy positiva describe su participación en la primera versión de este programa, la hoy estudiante de Ingeniería Civil Plan Común, Fernanda Leiva. “Fue una experiencia que me gustó, porque si bien tenía claro que quería seguir una ingeniería, no sabía cuál y al participar de las actividades del programa, pude conocer todas las carreras de una manera muy didáctica y entretenida”, a lo que agrega que “en las carreras de ingeniería uno ve que mayoritariamente son más hombres y debería un poco más equitativo, pero sé que las cosas van a cambiar”.

En tanto, sobre su participación en la segunda versión del programa, María José Abarzúa, estudiante de cuarto año medio del Instituto Claret de Temuco, dice “la verdad, es que estudiar ingeniería no estaba entre mis opciones, pero motivada por una compañera, me inscribí en este programa y creo que fue la mejor decisión, porque me encantó la forma cómo nos explicaron todo. Con mis compañeras quedamos muy motivadas para seguir participando durante el año, porque, personalmente, me interesa profundizar en carreras de esta Facultad que no conocía y que me llamaron mucho la atención”.

Proyectar su futuro en la Universidad de La Frontera, es la invitación que la Facultad de Ingeniería y Ciencias realiza a las estudiantes de enseñanza media a través de este programa, esperando recibir en el 2020 a un nuevo grupo de jóvenes mujeres interesadas en compartir en torno a las motivaciones, expectativas y desafíos que representan para ellas la posibilidad de formarse profesionalmente en alguna ingeniería.

Para mayor información e inscripciones, visitar el sitio web: [fica.ufro.cl/yoquieroseringeniera](http://fica.ufro.cl/yoquieroseringeniera) o contactarse al e-mail: [yoquieroseringeniera@ufrontera.cl](mailto:yoquieroseringeniera@ufrontera.cl)

# NUEVOS PROFESIONALES SE TITULARON EL 2019 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA



► Ingeniería en Construcción.



► Ingeniería en Informática.



► Ingeniería Mecánica.

*En tres solemnes ceremonias, 277 estudiantes egresados recibieron su anhelado título profesional, significativo momento que da cuenta de la culminación exitosa de un proceso formativo que les ha entregado las competencias y habilidades necesarias para contribuir a superar los grandes desafíos que la sociedad está demandando.*

---



► Ingeniería Electrónica.



► Ingeniería Ejecución en Mecánica.



► Ingeniería Civil en Biotecnología.



► Ingeniería Civil Física.



► Ingeniería Civil Industrial meción Bioprocesos.



► Ingeniería Civil Industrial mención Mecánica.



► Ingeniería Civil Electrónica.



► Ingeniería Civil Telemática.



► Ingeniería Civil Eléctrica.



► Bioquímica.



► Ingeniería Civil Ambiental.



► Ingeniería Civil Matemática.



► Ingeniería Civil Mecánica.



► Ingeniería Civil Industrial mención Informática.

# UFRO FORTALECE FORMACIÓN DE INGENIEROS CON ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



La constante búsqueda de estándares de alto nivel para la formación de profesionales de excelencia, capaces de desenvolverse en un mundo global y cada vez más competitivo, derivó en la creación de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Frontera (UFRO). Al alero de la Facultad de Ingeniería y Ciencias, esta Escuela de pregrado agrupa a las carreras de Ingeniería Civil Industrial en sus tres menciones (Informática, Mecánica y Bioprocesos), estando a cargo de su dirección la Dra. Marjorie Morales, académica adscrita al Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas.

---

## INVESTIGADOR UFRO RECIBE EN ARGENTINA TÍTULO DE DOCTOR HONORIS CAUSA

La Universidad Nacional de San Luis (UNSL) de Argentina, otorgó el título de Doctor Honoris Causa al investigador del Departamento de Ciencias Físicas de la Universidad de La Frontera (UFRO), Dr. Eugenio Vogel Matamala. Por su trayectoria científica internacional, sus méritos excepcionales y en particular su contribución –en el transcurso de más de 27 años- a la formación de profesionales en la mencionada institución trasandina, el Dr. Vogel fue reconocido con esta importante distinción, la que le fue otorgada de manera unánime por el Consejo Superior, integrado por los decanos de las ocho Facultades que conforman la UNSL, además de otros consejeros.



# PROGRAMA TRAINEE FICA SURLAT FORTALECE FORMACIÓN DE ESTUDIANTES UFRO

Con el claro objetivo de fortalecer la experiencia de formación y de acercamiento al mundo laboral de sus futuros profesionales, la Facultad de Ingeniería y Ciencias de esta Casa de Estudios y la empresa Surlat están generando una serie de acciones conjuntas en el marco de un convenio de colaboración establecido entre ambas partes. Una de las iniciativas más emblemáticas, es el Programa Trainee FICA SURLAT, modalidad de pasantía en la empresa, a la que pueden optar los y las estudiantes que deben realizar su práctica profesional controlada, con una duración igual o superior a seis meses.



---

## CENTRO DE EXCELENCIA DE MODELACIÓN Y COMPUTACIÓN CIENTÍFICA DE LA UFRO PROMUEVE LA ASTROINGENIERÍA, CIENCIA DE DATOS Y CIBERSEGURIDAD



En el marco de la primera versión del workshop Konünwenu 2019, expertos de nuestro país y del extranjero –como el Premio Nacional de Ciencias Exactas, Dr. José Maza- se dieron cita en la Universidad de La Frontera para abordar, a través de charlas y sesiones temáticas, las tres nuevas líneas de trabajo del Centro de Excelencia de Modelación y Computación Científica: astroingeniería, ciencia de datos y ciberseguridad. Estas tres áreas son consideradas como claves para fortalecer el desarrollo de la ciencia y tecnología en nuestro país.



**MULTIMUEBLES**

MUEBLES PARA OFICINA Y MOBILIARIO ESCOLAR

## ATENCIÓN INSTITUCIONES PÚBLICAS

Convenio Marco Vigente para regiones del Bío Bío,  
La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos



Dirección: Zenteno 385 - Temuco / Fono: (45) 221 3005 - (45) 22106016  
ventas@multimuebles.cl / multimueblestemuco@gmail.com

[www.multimuebles.cl](http://www.multimuebles.cl)



## ESCUELA

### Escuela de Ingeniería Industrial

Directora: Dra. Marjorie Morales Casetti

✉ marjorie.morales@ufrontera.cl

☎ (45) 2325928

## PROGRAMAS DE POSTGRADO FICA

### Doctorado / Magíster en Ciencias de Recursos Naturales

Duración: Cuatro años para el Doctorado y dos años para el Magíster

Director: Dr. Andrés Quiroz Cortéz

✉ andres.quiroz@ufrontera.cl

☎ (45) 2744240

### Doctorado en Ciencias de la Ingeniería m. Bioprocesos

Duración: Cuatro años

Director: Dr. Edgar Uquiche Carrasco

✉ edgar.uquiche@ufrontera.cl

☎ (45) 2325480

### Doctorado en Ciencias m. Matemática

Duración: Cuatro años

Directora: Dra. Rubí Rodríguez Moreno

✉ rubi.rodriguez@ufrontera.cl

☎ (45) 2596504

### Magíster en Física Médica

Duración: Dos años

Director: Dr. Mauricio Santibáñez Villalobos

✉ mauricio.santibanez@ufrontera.cl

☎ (45) 2596619

### Magíster en Ciencias de la Ingeniería m. Biotecnología

Duración: Dos años

Directora: Dra. Carolina Shene de Vidts

✉ carolina.shene@ufrontera.cl

☎ (45) 2325491

### Magíster en Ciencias m. Física

Duración: Dos años

Director: Dr. Fabian Torres Ruiz

✉ fabian.torres@ufrontera.cl

☎ (45) 2325315

### Magíster en Sistemas de Gestión Integral de Calidad

Duración: Dos años

Director: Dr. Jaime Bustos Gómez

✉ jaime.bustos@ufrontera.cl

☎ (45) 2744208

### Magíster en Ingeniería Informática

Duración: Dos años

Director: Dr. Samuel Sepúlveda Cuevas

✉ samuel.sepulveda@ufrontera.cl

☎ (45) 2744216

6 años  
**ACREDITADA**  
EN TODAS LAS ÁREAS  
HASTA DICIEMBRE DE 2024

AG Chile  
Comisión Nacional  
de Acreditación  
1997-2008

Somos referentes en  
**Investigación y Postgrado**





# MacroFacultad

Ingeniería - Chile

Proyecto apoyado por

