

Publicación del
Consejo Federal
de Decanos de
Ingeniería de la
República
Argentina

Año 9 | Volumen 18 | noviembre 2021
ISSN 23140925

OPINIÓN

PROYECTOS

TEMAS DE INGENIERÍA

INGENIERÍA EN ARGENTINA

DESARROLLO TECNOLÓGICO

INGENIERÍA EN EL MUNDO

MUJERES EN INGENIERÍA

HISTORIAS Y ANÉCDOTAS
DE CONFEDI

AGENDA RADI

ARTÍCULOS PRESENTADOS
A RADI

VOLUMEN [18]

 **confedi**
Consejo Federal de Decanos de Ingeniería República Argentina



FACULTAD DE INGENIERÍA



UNCUYO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO



UdeMM
Universidad Privada



FACULTAD DE INGENIERÍA
Universidad Nacional de La Pampa



EICA
Escuela de Ingeniería y Ciencias Ambientales



LOMBERA, Guillermo

Vicepresidente
Decano UMdP – FI
vicepresidente@confedi.org.ar



PASCAL, Oscar

Presidente
Decano UNLZ – FI
presidente@confedi.org.ar



BRAIDOT, Néstor

Secretario General
Decano UNGS – IDEI
secretariogeneral@confedi.org.ar

DEL GENER, Jorge Omar

Secretario Permanente
Decano UTN -FRA
secretariopermanente@confedi.org.ar



BASTERRA, José

Presidente Saliente
Decano UNNE – FI
presidentesaliente@confedi.org.ar

COMISIONES

Martínez, Alejandro

Presidente Comisión de
Enseñanza
Decano UBA – FI
ensenanza@confedi.org.ar



MEDRANO, Gustavo

Presidente Comisión de Extensión y
Transferencia
Decano UNAHUR – FI
extension@confedi.org.ar

CABRERA, Miguel

Presidente Comisión
de Ciencia y Tecnología
Decano UNT – FACET
cienciaytecnologia@confedi.org.ar



DE VINCENZI, Marcelo

Presidente Comisión
de Posgrado
Decano UAI – FI
postgrado@confedi.org.ar

GIORDANO LERENA, Roberto

Presidente Comisión de Relaciones
Interinstitucionales e Internacionales
Decano UFASTA – FI
internacionales@confedi.org.ar



KALOCAI, Guillermo

Presidente Comisión de
Interpretación y Reglamento
Decano UNS – DIEyC
reglamento@confedi.org.ar

GARCÍA, José Luis

Presidente Comisión de
Presupuesto e Infraestructura
Decano UTN-FRGP
presupuesto@confedi.org.ar



GUERCI, Alberto

Presidente Comisión ad-hoc de
Nuevos Alcances de Carreras de
Ingeniería | Decano UB – FI
nuevosalcances@confedi.org.ar

RATHMANN, Liliana

Presidente Comisión Ad-Hoc
Mujer En Ingeniería
Decana UAA – FI
mujeresingenieras@confedi.org.ar



CAPUTO, Diego

Presidente Comisión ad-hoc
Publicaciones
Decano UdeMM – FI
publicaciones@confedi.org.ar

CICCARELLI, Rubén Fernando

Miembro Titular Órgano
de Fiscalización
Decano UTN-FRR
fiscalizacion@confedi.org.ar



Secciones permanentes

6

EDITORIAL
Presidencia CONFEDI
Oscar Pascal

7

Directora RADI
Ana Faggi



8

OPINION
Propuesta de acompañamiento a las facultades de ingeniería en la implementación de la Ley Micaela
Néstor "Yuyo" García



12

PROYECTOS
Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto. Confedi R-Lab
Graciela Utges



15

TEMAS EN INGENIERÍA
Estándares de Segunda Generación orientados al desarrollo de competencias
Roberto Giordano Lerena, Uriel Cukierman

DESARROLLO TECNOLÓGICO
Propiedad Intelectual. Acciones desde CONFEDI

Miguel Cabrera et.al



20

INGENIERÍA EN ARGENTINA
Los grandes desafíos planteados por el CONFEDI para la formación de ingenieros

Oscar Pascal, Guillermo Lombera



24

INGENIERÍA EN EL MUNDO
Desafíos en el Rally Latinoamericano de Innovación

Guillermo Oliveto

26

MUJERES EN INGENIERÍA
Sugerencias para eventos académicos inclusivos

Liliana Rathman - Marité Garibay



29

AGENDA RADI
Mercedes Montes de Oca

31

HISTORIAS Y ANECDOTAS
El arcón de los recuerdos. Una mirada sobre la génesis del CONFEDI
Jorge Domingo Petrillo

32

SUMARIO n18

STAFF

DIRECTORA
Ana Faggi

SECRETARÍA EJECUTIVA
Mercedes Montes de Oca

COORDINACIÓN DE PAUTA INSTITUCIONAL
Alaia Guruciaga

DISEÑO GRÁFICO Y EDITORIAL
Hugo Epinosa

COORDINACIÓN DEL EQUIPO DE COMUNICACIÓN
David Arango Cadavid

Comisión de Publicaciones

PRESIDENTE
Diego Caputo | **Decano FI - UdeMM**

SECRETARIO
Diego Campana | **Decano FI - UNER**

VOCALES
Ana Faggi | **Decana FI - UFLO**
Marcelo Falapa | **Decano DCIC - UNS**
Rubén Soro | **Decano UTN - FRC**

Coordinación de secciones permanentes

Diego Caputo
Diego Campana
Mercedes Montes de Oca

CORRECCIÓN DE FORMA Y ESTILO
Ana Faggi
Marcelo Falapa

P. 44

BIOINGENIERIA, BIOTECNOLOGIA, MATERIALES Y NANOTECNOLOGIA

Producción Sustentable de Rellenos Óseos de Alta Adsorción de Soluciones Acuosas Terapéuticas

Ozols, A, et.al

P. 50

DISEÑO EN INGENIERIA

La impresión 3D en la construcción de modelos para fundición

Bulejes, E.D. et.al

P. 56

DISEÑO EN INGENIERIA

Desarrollo de barbijos autosanitizantes antivirales y antibacterianos

López, Gerardo D.; Tobías, Horacio; Mancini, Sonia

P. 62

ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA

Laboratorio de Diseño y Desarrollo de Productos FIUBA

Andrés Alonso, Jerónimo Basso

P. 69

ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA

El tránsito de lo presencial a lo virtual: la experiencia 2020

Pablo Serra Menghi

P. 77

ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA

Formación complementaria en carreras de ingeniería panorama de situación en Argentina 2011-2021

Karina Ferrando, Guillermo Rodríguez

P. 83

INGENIERIA SOSTENIBLE, ENERGIA, GESTION AMBIENTAL Y CC

Diseño bioclimático: estudio de sistemas pasivos de calefacción en viviendas del noroeste de Salta

Sebastián Miguel

P. 90

TECNOLOGIA DE LA INFORMACION Y COMUNICACION

Indicadores de gestión del transporte público en base a datos SUBE

Juan Francisco Jaurena et.al

P. 99

TECNOLOGIA DE LA INFORMACION Y COMUNICACION

Geolocalización de una Planta de Bioetanol en función de la demanda, vías de comunicación e impacto regional

Irma Noemi No, Adalberto Mario Ascurra

P. 106

TECNOLOGIA DE LA INFORMACION Y COMUNICACION

Regionalización de caudales máximos en la cuenca del río Gualeguaychú

P. 113

TECNOLOGIA DE LA INFORMACION Y COMUNICACION

Técnica de procesamiento para valorar la respuesta emocional del paciente sometido a un estímulo visual

Nelson Dugarte, et.al

Editores asociados

Ariel A. Braidot | UNER
 Eduardo A. Romero | UTN – FRVM
 José A. Cano | UNR FCEIA
 Marcelo J. Karanik | UTN – FRR
 Marcelo T. Plovan | UTN – FRBB
 Roberto E. Cáceres | UNSJ – FI
 Elena B. Durán | UCSE – FMA
 Liz G. Nallm | UNSa – FI
 Rosanna Cosiaguta | UNSE – FCEyT
 Susana L. Vidales | UNL – DT
 Fernando O. Martínez | UNR – FCEIA
 Gloria E. Alzugaray | UTN – FRSF
 Silvia del Carmen Rodríguez | UNSE – FCAyA

Evaluadores de artículos

Se agradece la importante colaboración brindada por los Evaluadores de artículos presentados a RADi. A continuación, se listan los Evaluadores que han participado de este proceso, desde el número 14 de RADi:

Basilico, Gabriel	Fernandez Luco, Luis	Perduca, Martina
Boschín, Edgardo	Figuera, Analía	Pietrelli, Lucas
Brottier, Lucia Inés	Friedrich, Guillermo	Rizzi, Hector
Crespi, Mario Gabriel	Losada, Analía	Taboada Marcelo
Caputo, Diego	Madanes, Nora	Vargas Esteban
Estayno, Marcelo	Morris, Jonathan	Vazquez, Cristina
Faggi, Ana	Neira, Rodolfo	Zapirain, Esteban

El año que tuve el honor de presidir fue intenso y fructífero, a lo largo del cual el CONFEDI se reunió con sus redes y pudo avanzar en la formación profesional de las carreras de Ingeniería. Así, participamos del Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería organizado por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) cuyo tema central fue el empoderamiento, liderazgo y compromiso de las mujeres en Ingeniería. El mismo fue una excelente oportunidad de visibilizar el trabajo realizado por las facultades de Ingeniería latinoamericanas, para que la mujer alcance un papel protagónico en el ejercicio profesional y aporte al sector productivo. Frente a los acuciantes retos mundiales como fenómenos naturales recurrentes, problemáticas ambientales y de salud a resolver, es preciso sumar todas las capacidades sin diferencias de género, tal como señalara Vega y Giordano en su conferencia. Para lograrlo, y muy especialmente en las carreras de Ingeniería, donde la participación femenina es menor, es preciso brindar entornos más propicios para que las mujeres estudien, trabajen y alcancen roles de decisión. Esto no hace más que soslayar el camino iniciado hace algunos años por CONFEDI a través de múltiples acciones y logros. En especial los de la Comisión de Mujeres en Ingeniería, por medio de videos, webinars, de su participación activa en la Cátedra Abierta Latinoamericana Matilda, de las publicaciones como Matilda y las Mujeres en Ingeniería en América Latina. Fue en ACOFI donde se presentó el tercer libro de esta la saga que reflexiona sobre historias de vida de mujeres ingenieras para proponer a las jóvenes generaciones, espejos donde mirarse. Creemos firmemente que la labor sostenida de las facultades junto a políticas institucionales e interacción con niveles de educación primarios y secundarios, es el camino para despertar vocaciones femeninas en edades tempranas, que redundarán en el beneficio colectivo, al aumentar el potencial para desarrollar soluciones inclusivas e innovadoras.

Otro acontecimiento auspicioso de CONFEDI fue el de los Talleres de Diseño de Plan de Estudios Flexibles, coordinados por el ex-director de la DNGU y experto en Diseño Curricular J. Steiman junto a la Doctora en Educación S. Bernatene.

Sin lugar a duda, el broche de oro de este año fue la realización del CADI-CAEDI y el CLADI en formato virtual. Se dispuso que bajo el lema: "la Ingeniería Latinoamericana celebra los 150 años de la Ingeniería argentina", tuvieran lugar simultáneamente en la Facultad de Ingeniería de la UBA entre el 5 al 7 de octubre de 2021, el 5° Congreso Argentino de Ingeniería (CADI), el 3° Congreso Latinoamericano de Ingeniería (CLADI) y el 11° Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI). Su objetivo fue demostrar el impacto de la Ingeniería en el desarrollo tecnológico, económico y social, con una visión hacia un futuro sostenible. Conferencias, paneles y casi 900 artículos e investigaciones de universidades argentinas, unidades académicas de Sudamérica, Europa y Asia dieron cuenta del rol académico, docente, científico, extensionista y profesional del ecosistema de la Ingeniería.

Respecto a temas administrativos, se prosiguen los trámites del CONFEDI ante la Inspección General de Justicia y poder adquirir una oficina propia en CABA; los contratos referidos a programas con la SPU se encuentran en etapa de aprobación.

Llegando al término de mi mandato, quiero agradecer enormemente al equipo incondicional de CONFEDI que me ha acompañado, así como a la ayuda y experiencia recibida de ex decanos y amigos. Fue un año enriquecedor en lo personal y de trabajo arduo que permitió alcanzar objetivos concretos como el de los Estándares, cristalizando el trabajo sostenido del CONFEDI, para demostrar una vez más que la unión hacia objetivos consensuados a alcanzar, hace la fuerza, espíritu que siempre ha guiado a nuestra institución.

Con el entusiasmo de siempre, presentamos el número 18 de la Revista Argentina de Ingeniería (RADI) con aportes y reflexiones de distintos miembros de la comunidad que agrupa el CONFEDI.

En las Secciones Permanentes de la revista se presentan temas tan interesantes como diversos. Néstor García, el padre de Micaela, quien fuera Decano entre 2015 -2019 y actualmente socio adherente de CONFEDI, escribe en la Sección de Opinión sobre la propuesta de formación de Capacitadores con Perspectiva de Género. La misma tiene el objetivo de acompañar a las facultades en la implementación de la Ley Micaela dentro de la comunidad universitaria para generar políticas académicas y de extensión que contribuyan a disminuir la desigualdad estructural de género, culturalmente instalada en la sociedad.

En Temas de Ingeniería, se reflexiona sobre los Estándares de Segunda Generación orientados al desarrollo de competencias. Los mismos son partes de los grandes desafíos planteados por el CONFEDI, como detallan el Presidente y Vicepresidente de CONFEDI en la Sección Ingeniería en Argentina. La formación de ingenieros hoy, exige de la implementación de una educación basada en competencias y centrada en los estudiantes con planes de estudios flexibles y titulaciones más cortas que permitan articular con las carreras de grado para responder así, a las demandas locales y regionales. Esto, sumado a nuevas formas de trabajo como la incorporación de virtualidad a lo tradicionalmente presencial, dando posibilidad al desarrollo de clases híbridas.

En Proyectos se trata el tema de la conformación de la "Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto, CONFEDI R-Lab", organizado en seis etapas, la cual se encuentra a nivel de puesta en marcha. Su propósito general es constituir un ámbito de trabajo colaborativo para el desarrollo de laboratorios remotos adecuados para su utilización en la formación práctica de los futuros ingenieros,

posibilitando el acceso compartido a los distintos laboratorios e incrementar así, la variedad, cantidad y calidad de experiencias disponibles.

La Comisión de Mujeres en Ingeniería colabora con sugerencias con mirada de género para la organización de eventos académicos inclusivos. En Ingeniería en el Mundo se detallan, aspectos del Rally. Junto a una retrospectiva histórica, se abordan aspectos innovadores de esta tradicional competencia internacional por equipos, con el propósito de fomentar la innovación abierta en las facultades y escuelas de Ingeniería en Latinoamérica.

Como tema de la Sección Desarrollo Tecnológico y Transferencia se hace una síntesis de los talleres realizados con el INPI y se recalca la importancia de impulsar la difusión de las metodologías para la protección de derechos y propiedad intelectual en el ámbito de las Unidades Académicas y Facultades de Ingeniería de Argentina, aspectos que deben ser tenido en cuenta desde temprano en la formación de profesionales de la Ingeniería.

En lo que respecta a los artículos de investigación de este número, se publican 11 trabajos enmarcados en Enseñanza de la Ingeniería, Técnica de la Información y Comunicación, Diseño, Bioingeniería e Ingeniería Sostenible. Cinco de ellos han sido seleccionados por el Comité Evaluador del CADI-CLADI-CAEDI 2021 entre los trabajos enviados. Ellos tratan temas como la Regionalización de caudales, un Sistema de biometría del rostro, el Desarrollo de barbijos autosanitizantes, la Producción sustentable de rellenos óseos y la Formación complementaria en carreras de Ingeniería.

En Historias y Anécdotas el Ing. Jorge Domingo Petrillo recuerda con lujo de detalles, pero también con sentimiento, parte de nuestra historia de más de 30 años. A su vez, la Agenda nos brinda como es habitual, información destacada.

Agradecemos a todos los valiosos aportes y los invitamos a seguir nutriendo a nuestra revista.

Ana M. FAGGI
Decana FI-UFIO
Directora de la RADI



Propuesta de acompañamiento a las facultades de ingeniería en la implementación de la Ley Micaela

Néstor "Yuyo" García

Presidente Fundación Micaela

Cuando aparecen oportunidades como ésta, recuerdo con una sonrisa algunos enojos de Mica porque la referenciaban como "la hija del Yuyo" al participar en algunos ámbitos de Concepción del Uruguay, ciudad donde nació y donde militó políticamente con todas sus fuerzas. Una vez me dijo "... un día te van a reconocer como el papá de Micaela" y tuvo muchísima razón. Hoy escribo como papá de mi amada hija "La Negra" García.

Micaela vivía intensamente su vida universitaria y su militancia política, social y feminista. Era alegre, inteligente, de risa amplia, coherente en sus valores y persistente en sus sueños. Por eso, la recordamos por la forma en la que eligió vivir cada día y embellecer el mundo que la rodeaba y no por la forma en la que decidieron quitarle la vida.

Desde su violación y femicidio, ocurrido en la ciudad de Gualeguay en la madrugada del 1 de abril de 2017, junto con Andrea Lescano (su mamá y mi compañera de vida), su abuela, su tía, sus compañeras de militancia y nuevas personas que se han convertido en nuestras voluntarias o voluntarios, nos hemos propuesto trabajar incansablemente por esa sociedad con la que Micaela soñó y en la cual comprometió sus jóvenes 21 años. Así nació la Fundación Micaela García "La Negra" desde la que intentamos continuar su enorme legado.

Por invitación e iniciativa del CONFEDI, de la que formé parte como Decano desde el 2015 al 2019 y actualmente integro como socio adherente, surge esta propuesta de formación. No es ni más ni menos, que acompañar a las facultades en la implementación de la Ley Micaela en la comunidad universitaria y que sus autoridades puedan seguir formándose en la temática de género para poder generar políticas académicas, de extensión, etc. que contribuyan a ir disminuyendo la desigualdad estructural de género, culturalmente instalada en la sociedad.

El 19 de diciembre de 2018 se sancionó la Ley N° 27.499 Ley Micaela, que dispone la capacitación obligatoria en la temática de género y violencia contra las mujeres para todas las personas que se desempeñen en la función pública en todos sus niveles y jerarquías, y pone a consideración de las máximas autoridades de los organismos, el modo y la forma en que esas capacitaciones se lleven a cabo. La Ley fue promulgada el 10 de enero de 2019.

La Ley 27.499 lleva el nombre de Micaela en homenaje a ella y como reconocimiento a la responsabilidad del Estado en su femicidio. Ella fue secuestrada, violada y asesinada por Sebastián Wagner, un condenado por dos violaciones que se encontraba gozando de libertad condicional, a pesar de una importante cantidad de informes psicológicos del Servicio Penitenciario Entrerriano que

El 19 de diciembre de 2018 se sancionó la Ley N° 27.499 Ley Micaela, que dispone la capacitación obligatoria en la temática de género y violencia contra las mujeres para todas las personas que se desempeñen en la función pública en todos sus niveles y jerarquías.

Imagen:
www.cultura.gob.ar

le recomendaban al juez Carlos Rossi no otorgarle dicho beneficio. Asimismo, menos de 24 horas antes del hecho, el padre de una menor fue a denunciar a Wagner (quien hoy cumple condena perpetua por el caso de Micaela) por intentar abusar de su hija, pero la persona que lo recibió no tomó la denuncia.

El 08 de abril de 2019 el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) mediante el Acuerdo Plenario N° 1076/19, aprobado de manera unánime, dispone en su Artículo 1° "Adherir a las instituciones públicas del Consejo Interuniversitario Nacional a la organización de la capacitación obligatoria en materia de género y violencia contra las mujeres prevista en la Ley N° 27499 "Ley Micaela" para sus autoridades superiores, docentes, no docentes y estudiantes...". Y en su Artículo 2° "Recomendar a las instituciones públicas del Consejo Interuniversitario Nacional, el desarrollo y la promoción de políticas tendientes a erradicar la desigualdad entre los géneros teniendo en cuenta las líneas proyectadas por la Red Interuniversitaria por la Igualdad de Género y contra las Violencias (RUGE) ..."

Pero, además, como antecedentes a estas decisiones y estableciendo un contexto más amplio:

- La Ley 24.521 de Educación Superior y su modificatoria Ley 27.204, establece en su Artículo 2°

inciso c) "Promover políticas de inclusión educativa que reconozcan igualitariamente las diferentes identidades de género y de los procesos multiculturales e interculturales".

- La Ley 26.485 de Protección Integral a las Mujeres, establece en su Artículo 2° inciso a) el objeto de "...promover y garantizar: La eliminación de la discriminación entre mujeres y varones en todos los órdenes de la vida"; en su Artículo 2° inciso e) el objeto de "...promover y garantizar: La remoción de patrones socioculturales que promueven y sostienen la desigualdad de género y las relaciones de poder sobre las mujeres" y en su Artículo 3° inciso j) "La igualdad real de derechos, oportunidades y de trato entre varones y mujeres".

- La Ley 26.743 de Identidad de Género, establece en su Artículo 1° que "Toda persona tiene derecho: a) Al reconocimiento de su identidad de género; b) Al libre desarrollo de su persona conforme a su identidad de género; c) A ser tratada de acuerdo con su identidad de género y, en particular, a ser identificada de ese modo en los instrumentos que acreditan su identidad respecto de el/ los nombre/s de pila, imagen y sexo con los que allí es registrada".

- La Ley 23.179 aprueba la Convención sobre la Eliminación de todas las formas de Discriminación contra la Mujer (CEDAW), aprobada por resolución 34/180 de la Asamblea General de las Naciones Unidas del 18 de diciembre de 1979 y esta Convención establece en su Artículo 5° inciso a) que se "...tomarán todas las medidas apropiadas para: Modificar los patrones socioculturales de conducta de hombres y mujeres con miras a alcanzar la eliminación de los prejuicios y las prácticas consuetudinarias y de cualquier otra índole, que estén basados en la idea de la inferioridad o superioridad de cualquiera de los sexos o en funciones estereotipadas de hombres y mujeres". Pero además el artículo 75, inciso 22 de la Constitución de la Nación Argentina, le otorga jerarquía constitucional.

- La Ley 24.632 aprueba la Convención Interamericana para Prevenir, Sancionar y Erradicar la Violencia contra La Mujer - "Convención de Belém do Pará", la cual establece en su Artículo 8° inciso b) que se deben "modificar los patrones socioculturales de conducta de hombres y mujeres, incluyendo el diseño de programas de educación formales y no formales apropiados a todo nivel del proceso educativo, para contrarrestar prejuicios y costumbres y todo otro tipo de prácticas que se basen en la premisa de la inferioridad o superioridad de cualquiera de los géneros o en los papeles estereotipados para el hombre y la mujer que legitiman o exacerbaban la violencia contra la mujer". La "Convención de Belém do Pará", además, establece en su Artículo 8° inciso c) que se debe "fomentar la educación y capacita-

ción del personal... a cuyo cargo esté la aplicación de las políticas de prevención, sanción y eliminación de la violencia contra la mujer". Su jerarquía es superior a las leyes (artículo 75, inciso 22 de la Constitución de la Nación Argentina) al ser un tratado internacional.

- Con la adhesión de la Provincia de Tucumán a la Ley 27.499 – Ley Micaela, el 21 de mayo de 2020, las 23 provincias y la Ciudad de Buenos Aires se encuentran adheridas a la normativa. Hecho histórico porque es la primera ley nacional que tiene adhesión en los 24 distritos.

Los derechos y deberes consagrados en la Ley N° 27.499 deben ser garantizados por el Estado Nacional en general, por los estados provinciales, por la Ciudad de Buenos Aires y por todas las instituciones y en particular por las universidades públicas y privadas, que han adherido a la normativa. Esto requiere arbitrar, a través de diferentes instancias, las acciones políticas y los actos administrativos pertinentes, tendientes a su plena vigencia.

Es imprescindible, en el ámbito universitario, continuar diseñando e implementando políticas y estrategias de abordaje institucional de las conflictividades vinculadas a la discriminación de género u orientación sexual y a la violencia contra las mujeres y disidencias que afectan derechos humanos fundamentales.

El objetivo de erradicar las situaciones de violencia de género y discriminación en base al género u orientación sexual en el ámbito de las universidades y en particular de las Facultades de Ingeniería, constituye una prioridad institucional.

Es fundamental el compromiso de las instituciones de educación superior en la formación en pers-

Capacitar en perspectiva de género a todos los integrantes de la comunidad universitaria como propone la Ley Micaela es imprescindible y urgente.

pectiva de género de sus autoridades, trabajadores y trabajadoras y estudiantes a fin de contribuir a la erradicación de toda forma de violencia y discriminación contra las mujeres.

Muchas universidades han decidido adherir a la Ley Micaela, lo que implica que sus facultades y unidades académicas también deben recorrer el camino de las capacitaciones que indica la ley y este proceso se viene desarrollando con diferente velocidad y compromiso dependiendo de una serie de factores: el trabajo previo de la universidad y sus facultades en la temática, el contexto social de la región de influencia de las universidades y sus facultades, el tipo carreras, etc.

En el sistema universitario, según datos de la Secretaría de Políticas Universitarias, en el 2018 la tasa de participación de mujeres en carreras de grado y pregrado es del 58 %. Por el contrario, en las carreras de Ingeniería, esta tasa es inferior al 20%. Esto hace que la presencia mayoritaria de varones no solamente esté presente en autoridades y docentes, sino también en los estudiantes.

Desde el CONFEDI, entendiéndola esta particularidad, se propone un Programa de Formación de Capacitadoras/es y Máximas Autoridades de las facultades de Ingeniería, para que cada institución pueda tener personas que puedan implementar la Ley Micaela en su seno.

Teniendo como premisa el art. 5 de la CEDAW, este programa de capacitación, debería ser una oportunidad para que el sistema universitario pueda brindar soluciones en dos ejes bien diferenciados:

La respuesta que el sistema universitario debe brindar al conjunto de la sociedad.

La respuesta que las universidades deben dar hacia adentro del funcionamiento de la propia institución.

Respecto del primer eje, a "*prima facie*" se suele pensar que toda esa responsabilidad recae en una única área, como por ejemplo "Área de la Mujer" o la "Comisión de Género" o similares. Sin embargo,

Es imprescindible, en el ámbito universitario, continuar diseñando e implementando políticas y estrategias de abordaje institucional de las vinculadas a la discriminación de género u orientación sexual y a la violencia contra las mujeres.

la Ley Micaela plantea una capacitación generalizada de todas y todos los agentes de las instituciones.

Sabemos que en las últimas décadas ha habido avances importantes desde lo normativo y lo formal en materia de Derechos Humanos, pero también que la sociedad se organiza en base a relaciones desiguales dentro de la diversidad de género. Esta desigualdad limita el acceso a ciertos trabajos y también a la ocupación de puestos de mayor responsabilidad. Pero hay ciertas tareas, como las tareas de cuidado, de acompañamiento, las tareas no visibles, que si están reservadas preferentemente a las mujeres.

En lo que respecta al segundo eje, este programa debe contribuir a tener un enfoque de género en los diferentes equipos de trabajo, contribuyendo a identificar y eliminar las estructuras culturales que reproducen, por acción u omisión, discriminación y violencia contra las mujeres e identidades de género no binarias en el ámbito laboral, asumiendo las autoridades de cada institución un rol estratégico en este sentido.

Capacitar en perspectiva de género a todos los integrantes de la comunidad universitaria como propone la Ley Micaela es imprescindible y urgente y el CONFEDI ha iniciado este camino de acompañamiento. Por supuesto, no existen procesos perfectos y, por lo tanto, todo lo que iniciamos es mejorable y perfectible. Esa es la razón que hace fundamental que todos realicemos aportes y seamos receptivos a los que hagan todos los sectores que componen nuestras comunidades, sus órganos colegiados, sus organizaciones gremiales, políticas, etc.

El éxito de este largo camino depende de todas las personas que integran la comunidad de nuestras facultades y siempre se comienza por un valiente primer paso.

Quiero terminar este prólogo con una frase de Micaela, "La Negra", quien cada día nos enseña y nos exhorta a no bajar nunca los brazos:

"Los grandes cambios suceden si hacemos bien (lo mucho o poco) que nos toca según nuestras responsabilidades e influimos en el pequeño grupo de personas con las que nos relacionamos. Si muchos hacemos esto, tendremos una sociedad mejor y más inclusiva".



"Los grandes cambios suceden si hacemos bien (lo mucho o poco) que nos toca según nuestras responsabilidades e influimos en el pequeño grupo de personas con las que nos relacionamos. Si muchos hacemos esto, tendremos una sociedad mejor y más inclusiva".

Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto. Confedi R-Lab

Graciela Rita Utges

Decana Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Presidente de Confedi R-Lab

La práctica, en sus diversas alternativas, constituye un aspecto fundamental en la formación de los ingenieros e ingenieras. Dentro de ella, tienen especial relevancia las actividades de laboratorio, que incluyen la realización de experimentos, la aproximación al conocimiento y operación de equipos y sistemas o la implementación de ensayos específicos en el marco de actividades de proyecto y diseño.

En este contexto, los laboratorios remotos encuentran su lugar como una alternativa acorde a las características propias de la era digital que transitamos y pertinente para la formación práctica, que no sustituye ni invalida la actividad de laboratorio presencial, sino que la complementa, brindando a los estudiantes la opción de acceder de manera remota a equipos y sistemas reales y operarlos, realizando con ellos actividades diversas en función de las opciones y posibilidades específicas que brinda cada laboratorio y de la propuesta didáctica realizada por los docentes.

Como herramienta didáctica, los laboratorios remotos destacan por su carácter flexible, ya que se integran naturalmente a situaciones de enseñanza no presenciales y permiten que los estudiantes puedan acceder a ellos en cualquier hora del día (o de la noche). Pero también, pueden ser utilizados en contextos presenciales, con los alumnos o el docente ingresando al laboratorio desde

computadoras, en una clase realizada en un aula.

Desde el punto de vista institucional, el uso de laboratorios remotos brinda ventajas considerables, ya que posibilita un mejor rendimiento de equipos y de espacios físicos destinados al laboratorio. Organizados en red, permiten compartir recursos y habilitan el acceso de los estudiantes a equipos y sistemas que su institución no posee. De este modo cada estudiante puede hacer más experimentos y un experimento puede ser realizado por muchos estudiantes.

Si bien la existencia de laboratorios remotos viene creciendo sostenidamente y se ha multiplicado en los últimos años, en nuestro ámbito las instituciones educativas que cuentan con este recurso son aún escasas. No obstante, muchas instituciones manifiestan intención de participar activamente en la realización de nuevos desarrollos, como se ha evidenciado claramente, tanto en los encuentros realizados durante la 68° Reunión Plenaria de Decanas y Decanos de CONFEDI realizada de manera virtual en noviembre de 2020, como en el relevamiento preliminar realizado por CONFEDI a través de una encuesta.

Como fue explicitado en el número anterior de la *RADI*, el reconocimiento de esta potencialidad, y la voluntad de CONFEDI de promover la articulación entre las diferentes Unidades Académicas para impulsar un desarrollo sostenido de laborato-



...los laboratorios remotos encuentran su lugar como una alternativa acorde a las características propias de la era digital que transitamos y pertinente para la formación práctica, que no sustituye ni invalida la actividad de laboratorio presencial, sino que la complementa...

rios remotos en nuestro país, condujo a la idea de conformar una red colaborativa. Esta idea se plasmó en el proyecto “Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto, CONFEDI R-Lab”, organizado en seis etapas, encontrándonos actualmente en el desarrollo de la cuarta etapa del mismo: la puesta en marcha de la Red.

El propósito general de la Red es constituir un ámbito de trabajo colaborativo para el desarrollo de laboratorios remotos adecuados para su utilización en la formación práctica de los futuros ingenieros, posibilitando el intercambio de ideas y conocimientos para su implementación, así como el acceso compartido a los distintos laboratorios que se pongan en marcha. La idea no es solamente incrementar la variedad, cantidad y calidad de experiencias disponibles, sino desarrollar y ampliar en nuestro ámbito conocimiento específico en el tema, promover la investigación educativa que contribuya a un uso adecuado y pertinente de los laboratorios remotos y establecer estándares nacionales de funcionamiento y buenas prácticas.

La visión y aspiración de CONFEDI ha sido generar un sistema de gestión vía web que integre laboratorios generados por diferentes unidades académicas, de modo que estudiantes de todas las regiones del país puedan acceder a un catálogo de prácticas, más amplio que el disponible presencialmente en su institución.

Con esta perspectiva como eje, R-Lab contempla la inclusión de nodos y usuarios. Todas las unidades académicas socias de CONFEDI serán usuarias de R-Lab si así lo solicitan y serán nodos las unidades académicas que ofrezcan servicios

de laboratorios remotos. Cada nodo ofrecerá una o más experiencias remotas, que estarán disponibles para su uso por parte de todas las UAAA adherentes, cuando la plataforma web de la red se haya implementado. Cuantos más nodos interconectados existan, más temas se podrán abarcar y ofrecer a los estudiantes.

La Red fue constituida formalmente el 14 de abril del presente año a través de un Acta Acuerdo que suscribieron como instituciones fundadoras 56 unidades académicas y a la que han adherido luego prácticamente la totalidad de las instituciones que integran CONFEDI.

Por su parte, el Comité Ejecutivo de CONFEDI designó sus autoridades, que quedaron conformadas del siguiente modo: Integrantes del Comité Coordinador: José Basterra (FI-UNNE), Diego Caputo (FI-UMM), Alejandro Martínez (FIUBA), Daniel Morano (FICES-UNSL), Graciela Utges (FCEIA-UNR), Presidente: Graciela Utges, Coordinador Ejecutivo: Daniel Morano, Miembro de CE en red nativa: José Basterra.

El Acta detalla así los objetivos de la Red:

- Establecer una Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto en tiempo real, donde sus integrantes puedan realizar y ofrecer experiencias de formación práctica en forma no presencial manipulando equipos de laboratorio a distancia en el campo de incumbencia de las ingenierías.
- Lograr accesibilidad efectiva y eficaz a través de internet mediante una variedad de dispositivos por parte de los miembros de la red.
- Optimizar el aprovechamiento de instalaciones y recursos existentes y a instalar, evitando la duplicación de experiencias, en la medida de lo posible.
- Incrementar la variedad, cantidad y calidad de experiencias alcanzables y aprovechables en la red para las instituciones formativas, ya que los recursos económicos y el capital humano se concentra en las experiencias que cada laboratorio ofrece a la red.
- Propender, si la práctica y su seguridad lo permiten a una disponibilidad total, las 24 hs y los 365 días del año para la realización de actividades de formación experimental común a todas las carreras de Ingeniería del país.
- Habilitar el acceso y disponibilidad de un segmento de las experiencias para otras unidades académicas con carreras científicas, de ciencias de la salud o tecnológicas no ingenieriles y a otros niveles formativos diferente del universitario.

- Permitir que aulas y otros espacios no pensados al efecto, se transformen en laboratorios.
- Promover la capacitación de recursos humanos en temáticas relacionadas con sistemas remotos a través de acciones cooperativas específicas.
- Promover investigación educativa sobre las prácticas realizadas de forma remota por los estudiantes para comparar el logro de los resultados de aprendizaje de forma remota con la misma práctica de modo presencial y tender a mejorar las instancias de mediación pedagógica que permita maximizar el logro de estos.
- Definir estándares nacionales de definición, funcionamiento y buenas prácticas de laboratorios remotos

En la primera reunión formal, realizada el 6 de julio, se revisaron los propósitos de la Red, las etapas del proyecto y se analizaron también los requisitos generales que deben contemplar las Unidades Académicas que aspiran a ser nodos. Se delinearon también los ejes de trabajo, que estarán centrados en cuatro aspectos:

Definición de estándar técnico nacional de LR. Tomando como referencias la norma IEEE 1876-2019 (estándar para objetos de aprendizaje inteligentes en red y laboratorios en línea) y criterios del Proyecto VISIR.

Conectividad y plataforma. Análisis de factibilidad y proyecto de una plataforma web de Laboratorios de Acceso Remoto

Montaje y puesta en marcha de casos piloto. Desarrollo de know-how institucional para el montaje de LR.

Análisis del impacto de los LR en la formación. LR como parte de la formación práctica. Metodologías de implementación. Desarrollo de prácticas y propuestas didácticas. Este último aspecto será trabajado articuladamente con la Comisión de Enseñanza de CONFEDI.

El propósito general de la Red es constituir un ámbito de trabajo colaborativo para el desarrollo de laboratorios remotos adecuados para su utilización en la formación práctica de los futuros ingenieros.

Si bien la existencia de laboratorios remotos viene creciendo sostenidamente y se ha multiplicado en los últimos años, en nuestro ámbito las instituciones educativas que cuentan con este recurso son aún escasas.

En lo que respecta a la plataforma web, equipos técnicos pertenecientes a FCEIA-UNR y FI-UMM, que poseen experiencia en el tema, han trabajado en la elaboración de un primer documento que establece sus especificaciones generales.

La plataforma de CONFEDI R-Lab, es decir, el sistema de gestión de laboratorios remotos (RLMS en sus siglas en inglés - Remote Laboratorio Management System) cuya función es vincular los laboratorios disponibles en los distintos nodos, debe ser escalable e interoperable con sistemas ya previamente existentes en universidades que cuenten con laboratorios remotos en funcionamiento, proveyendo herramientas de integración mediante protocolos estandarizados y con los sistemas de gestión de enseñanza (Learning Management System o LMS), también conocidos como Campus Virtuales de las instituciones (por ejemplo Moodle, educativa, etc.).

A nivel local, para las instituciones que participan de la red y no poseen sistemas propios, se prevé un sistema de gestión (RLMS Local) que deberá validar usuarios, proveer acceso a cada laboratorio o a los sistemas RLMS locales, asignar permisos de acuerdo al rol de cada usuario (tanto de acceso a los laboratorios como de gestión), permitir crear grupos de trabajo, brindar estadísticas de acceso a cada laboratorio y proveer a los usuarios de un repositorio local donde se pueda catalogar los laboratorios de acuerdo a categoría, manual de usuario, videos instructivos de uso, guías de actividades, etc.

La Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto, Confedi R-Lab, ha dado ya sus primeros pasos e inicia una marcha sostenida. La experiencia y compromiso de los equipos técnicos y autoridades de las unidades académicas participantes permitirán, sin lugar a dudas, arribar en poco tiempo a resultados interesantes.

Estándares de Segunda Generación orientados al desarrollo de competencias



Roberto Giordano Lerena¹
Uriel Cukierman²

1- Decano Facultad de Ingeniería Universidad FASTA. Comisión de Acreditación de CONFEDI. Presidente CONFEDI 2018

2- Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional. Comisión de Acreditación de CONFEDI.

Finalmente, se definieron los Estándares de Segunda Generación para la formación de ingenieros e ingenieras para el desarrollo sostenible.

No fue fácil el camino. En el año 2006 se comenzó a trabajar el tema competencias al entender que “por ahí era el camino”. Se acordaron las competencias genéricas de egreso del ingeniero argentino como ejes imprescindibles en la formación de un ingeniero integral. Esas mismas competencias fueron luego, en 2013, adoptadas por ASIBEI y la OEA para el ingeniero iberoamericano y el de las Américas, respectivamente. Incluso, algunas facultades comenzaron a transitarlo con convicción y a tratar de aprender de la experiencia propia.

El 14 de octubre de 2016, en Resistencia, Chaco, los decanos reunidos en CONFEDI decidieron obligarse, mediante una nueva propuesta de estándares, a incorporar un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante y orientado al desarrollo de competencias. La Asamblea de CONFEDI lo resolvió en pleno y delegó la tarea de elaboración de tal propuesta a la Comisión Ad Hoc de Estándares.

Se puede decir con total seguridad que el proceso desencadenado fue ejemplar, planificado, con hitos que se fueron cumpliendo uno a uno. Cada paso fue validado no solo con los referentes, sino con el voto de la Asamblea de CONFEDI. Se defi-

nió primero el Marco Conceptual (Oro Verde, mayo 2017), las Competencias Específicas y Descriptores de Conocimiento necesarios para el desarrollo de las Actividades Reservadas posteriormente aprobadas por la Res. ME 1254/18 (Mar del Plata, noviembre 2017) con la participación de 25 redes de carrera de CONFEDI y más de 500 directores de carreras de todas las facultades del país. Esto culminó en el documento final denominado *Libro Rojo* (Rosario, mayo 2018). Cada paso fue inclusivo, democrático, participativo y avalado en forma unánime por la Asamblea. En cada instancia se revisaba y garantizaba la consistencia conceptual intrínseca de cada documento y de los documentos entre sí. Fue, además, un proceso de conciliación y maduración interinstitucional que hizo crecer y fortalecer a la comunidad de educadores de ingeniería. Se supieron capitalizar y trasladar al instrumento, todas las lecciones aprendidas durante 16 años de procesos de acreditación. El propio proceso dio los fundamentos necesarios para sostener la propuesta y las pautas para avanzar con ella al interior de las respectivas unidades académicas, con la plena convicción de mejorar la formación en ingeniería.

El 6 de junio de 2018, en adhesión al Día de la Ingeniería Argentina, se presentó ante el Ministerio de Educación, el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN), el Consejo de Rectores de Universidades

"...los decanos reunidos en CONFEDI decidieron obligarse, mediante una nueva propuesta de estándares, a incorporar un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante y orientado al desarrollo de competencias."

Foto:
www.twitter.com
Uriel Cukierman
@uricuki

Privadas (CRUP) y el Consejo de Universidades (CU) la "Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina", el ya famoso *Libro Rojo* de CONFEDI que venía a sumarse a la saga del Libro Azul (CONFEDI, 1996) y el Libro Verde (CONFEDI, 2000).

Luego vinieron los procesos de discusión en el Consejo Interuniversitario Nacional, el Consejo de Rectores de Universidades Privadas, la Secretaría de Políticas Universitarias, las autoridades y asesores del Consejo de Universidades, etc. Si bien CONFEDI no fue institucionalmente convocado al debate, muchos ingenieros y autoridades de Universidades y Unidades Académicas que conocían el proceso y espíritu del Libro Rojo, pudieron dar sus impresiones.

En la discusión con la Comisión de Acreditación del CIN, lograr el consenso fue complejo. El respeto literal a la Ley de Educación Superior (LES) imposibilitaba que los Estándares, como conjunto de exigencias que pretenden asegurar la calidad en la enseñanza, incluyeran lineamientos metodológicos de ningún tipo. Conforme lo establece el Art. 43 de la LES, en las condiciones para las carreras reguladas deben especificarse solamente los contenidos curriculares básicos y los criterios sobre intensidad

de la formación práctica. No obstante, más allá de lo formal en este sentido, había consenso en la necesidad de incluir también el desarrollo de determinadas competencias en los egresados, tanto genéricas como específicas, en base a los descriptores de conocimiento y fundamentos prácticos requeridos por la LES, y que eso quedara plasmado en el estándar¹. Se llegó, entonces, a una solución de compromiso en la redacción del Acuerdo Plenario 239/19 del Consejo de Universidades a efectos de incorporar las competencias previstas en el Libro Rojo, respetando el Marco Conceptual acordado en Oro Verde, en tanto constituyen la garantía de que los graduados puedan cumplir eficazmente con las Actividades Reservadas establecidas. De ahí, las diferencias de formato y redacción entre el Libro Rojo y los actuales estándares.

LOS NUEVOS ESTÁNDARES Y LAS COMPETENCIAS

La formalización de los estándares de segunda generación, mediante resoluciones ministeriales que rectifican los anexos de las resoluciones de estándares preexistentes, deja una serie de inconsistencias entre los considerandos de las resoluciones originales y los artículos y contenidos de los anexos, dado que éstos últimos responden a un tiempo y contexto diferente a los originales y suponen un proceso de aprendizaje que hubiera ameritado nuevas resoluciones. De todas maneras, esa cuestión de forma no altera el contenido de la parte resolutive, que es lo que, en definitiva, determinará los procesos de acreditación.

Esos anexos actualizados son la base de adecuación de los proyectos institucionales de las Unidades Académicas que dictan carreras de ingeniería para ajustarse a las condiciones que exigirán los próximos procesos de acreditación.

"el Libro Rojo, permite hablar de Estándares de Segunda Generación orientados al desarrollo de competencias tales como competencias logico-matemáticas, científicas, sociales, políticas, etc."

1. Cabe aclarar que, al momento de redactar este artículo, ya se está trabajando en el Congreso Nacional un nuevo proyecto de LES que muy probablemente avance sobre estas cuestiones que, en la actualidad y en base a la experiencia internacional, resultan prácticamente indiscutibles.

En ese sentido, hay una serie de cuestiones que han sido tomadas literalmente del **Libro Rojo** y otras que, entendemos, deben aclararse respecto de estos nuevos estándares y “las competencias”, dado que evidencian la plena consistencia entre los nuevos estándares y el **Libro Rojo**, y que permiten hablar de Estándares de Segunda Generación orientados al desarrollo de competencias. A saber:

a) En el anexo 1 de las resoluciones de estándares se expresa:

El aseguramiento de un Perfil de Egreso que cumpla con el Alcance y las Actividades Reservadas requiere que la carrera defina sus currículos garantizando el desarrollo de los Contenidos Curriculares Básicos definidos en la presente norma.

Estos Contenidos Curriculares Básicos, clasificados conceptualmente en cuatro bloques, podrán distribuirse libremente a lo largo del plan de estudios de la carrera, de forma tal que contribuyan a desarrollar las competencias mínimas e indispensables para el correcto ejercicio de las Actividades Reservadas al título.

Más adelante, en el mismo anexo, cuando se describen los bloques de conocimiento se hace expresa referencia al desarrollo de las competencias que corresponden en cada caso, a saber:

- competencias lógico-matemáticas y científicas
- competencias científico-tecnológicas
- competencias propias de la terminal
- competencias sociales, políticas y actitudinales

“La formación práctica debe estar orientada a desarrollar gradualmente en el ingeniero, las competencias necesarias para el cumplimiento de las Actividades Reservadas en el contexto descrito del ejercicio profesional” .

“...desde CONFEDI se puede decir que se ha cumplido el objetivo de tener Estándares de Segunda Generación orientados al desarrollo de competencias.”

Además, entre los descriptores de conocimiento incluidos en las Tecnologías Aplicadas, se incluyen conceptos tales como: Proyecto, diseño, cálculo, planteo, interpretación, modelado, implementación, resolución, análisis, síntesis, etc. que, más allá de la forma en que se han redactado y de su inclusión en este listado de descriptores de conocimiento, claramente refieren a acciones y, por lo tanto, a competencias.

Más adelante se menciona la necesidad de desarrollar la formación relacionada con ejes que, además de reiterar los conceptos listados en el párrafo anterior incluyen el desarrollo de las competencias sociales, políticas y actitudinales, ya incluidas en el bloque de Ciencias y Tecnologías Complementarias expresadas a la manera de fundamentos, pero que claramente refieren a acciones y, por lo tanto, a competencias para:

- el desempeño en equipos de trabajo.
- una comunicación efectiva.
- una actuación profesional ética y responsable.
- evaluar y actuar en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local.
- el aprendizaje continuo.
- el desarrollo de una actitud profesional emprendedora.
- la comprensión de una lengua extranjera (preferentemente inglés).

b) En el anexo 3, se especifica que “La formación práctica debe estar orientada a desarrollar gradualmente en el ingeniero, las competencias necesarias para el cumplimiento de las Actividades Reservadas en el contexto descrito del ejercicio profesional.

Las carreras podrán reconocer la contribución al desarrollo y fortalecimiento de estas competencias necesarias para el cumplimiento de las Actividades Reservadas logrado a través de actividades prácticas realizadas fuera de los espacios académicos; en el campo laboral, o bien en el marco de

actividades universitarias extracurriculares, o solidarias, o de actuación ciudadana, entre otras.”

Para luego detallar que “La Práctica Profesional Supervisada y el Proyecto Integrador son espacios de formación práctica que constituyen una oportunidad de aplicación e integración de conocimientos y competencias a efectos de resolver problemas de ingeniería.”

c) En el anexo 4, apartado 1.1 de condiciones curriculares, se dice que la carrera debe contar con

un plan de estudios que incluye elementos, comunes de la ingeniería y específicos de cada terminal, que evidencian el perfil de egreso, las capacidades o competencias, los descriptores de conocimiento, su distribución y la carga horaria mínima detallados en esta norma, así como sus normativas complementarias.

Como puede verse, claramente la intención de quienes redactaron la norma tuvo que ver con incorporar dos criterios fundamentales:

a) Una mayor libertad de acción de las Unidades Académicas (UA), comparada con el estándar previo, para definir el diseño curricular de las carreras y los criterios que guiarán el desarrollo de las actividades académicas y de investigación en dichas UA.

b) La incorporación del concepto de competencias como medio para promover un aprendizaje activo y centrado en el estudiante (Cukierman, 2018)

“La Práctica Profesional Supervisada y el Proyecto Integrador son espacios de formación práctica que constituyen una oportunidad de aplicación e integración de conocimientos y competencias a efectos de resolver problemas de ingeniería.”

Respecto de este último concepto, existen innumerables definiciones, pero se puede decir que

la lógica subyacente a las competencias es la de “saber actuar” o el conjunto de “saberes hacer”, que consiste en la selección, movilización y combinación de recursos personales, conocimientos, habilidades, cualidades y redes de recursos para llevar a cabo una actividad (Le Boterf citado por Braslavsky & Acosta, 2006).

Además, resulta aquí pertinente puntualizar que el enfoque por competencias se focaliza en:

- la integración de los conocimientos, los procesos cognoscitivos, las destrezas, las habilidades, los valores y las actitudes en el desempeño ante actividades y problemas
- la construcción de los programas de formación acorde con los requerimientos disciplinares, investigativos, profesionales, sociales, ambientales y laborales del contexto y
- la orientación de la educación por medio de estándares e indicadores de calidad en todos sus procesos (Tobón, 2006).

Estas cuestiones están absolutamente alineadas con las definiciones incluidas en los nuevos estándares y son, en definitiva, directrices claves para los nuevos esquemas formativos para las carreras de ingeniería.

CONCLUSIONES

Está claro cuáles son los lineamientos conceptuales de los nuevos estándares de segunda generación y que adhieren, conforme lo propuesto por el **Libro Rojo**, al enfoque por competencias.

La forma en que se redactaron las competencias, que difiere de la tradicional en la que las actividades se describen por medio de verbos, como hubiera sido deseable, pero que no afecta a la correcta interpretación de los lineamientos conceptuales antes mencionados, fue una forma de respetar el mandato de la LES actual y proponer una normativa que garantizara el desarrollo de las competencias básicas para el ejercicio de las actividades reservadas profesionales.

Comienza ahora una nueva etapa en este largo camino. Etapa que deben recorrer todas las unidades académicas para revisar y eventualmente ajustar sus planes institucionales y carreras, y que debe recorrer la CONEAU y los pares evaluadores en particular, para afrontar solvente y pertinente los procesos de acreditación conforme a los lineamientos de los nuevos estándares.

Los instrumentos y mecanismos de acreditación deberán ajustarse ahora a los nuevos estándares para llevar adelante procesos pertinentes y

"Comienza ahora una nueva etapa en este largo camino. Etapa que deben recorrer todas las unidades académicas para revisar y eventualmente ajustar sus planes institucionales y carreras, y que debe recorrer la CONEAU y los pares evaluadores en particular, para afrontar solvente y pertinentemente los procesos de acreditación conforme a los lineamientos de los nuevos estándares."

justos. Aspectos que ahora son fundamentales en los procesos de acreditación, tales como la definición del perfil de egreso, de los alcances, el diseño curricular y la matriz de tributación que evidencia la articulación horizontal y vertical entre las diferentes actividades curriculares, deberán ser incorporados al análisis de las carreras y de la consistencia de cada uno en particular y entre ellos en general.

Finalmente, desde CONFEDI se puede decir que se ha cumplido el objetivo de tener Estándares de Segunda Generación orientados al desarrollo de competencias.

Definitivamente, es una excelente noticia.

Más allá de la cuestión de forma, de la rectificación de anexos de resoluciones con considerandos hoy obsoletos y la redacción de las competencias para poder incluirlas, lo cierto es que la letra y música de estos anexos recogen cabalmente lo propuesto por CONFEDI. En su espíritu, se ha honrado definitivamente al **Libro Rojo** y eso es lo más importante, porque se ha honrado el trabajo, el consenso, el aprendizaje y la vocación de mejora. La propuesta de CONFEDI se ha transformado en estándares, en nuestros propios estándares. Y nunca más cierto lo de propios; no los definieron otros, los definió CONFEDI, con el aporte y consenso de las redes de carreras.

Estos nuevos estándares constituyen un escenario propicio para la innovación en las carreras de ingenierías y está en cada unidad académica aprovecharlo.

Se ha trabajado mucho, con seriedad, compromiso y vocación por estos estándares. Fue duro, pero el objetivo se alcanzó.

Felicitaciones a todos por animarse y asumir el desafío de generar un marco regulatorio más flexible y pertinente para mejorar la formación de ingenieros en la Argentina. Hoy es una realidad.

REFERENCIAS

- Braslavsky, C., & Acosta, F. (2006). La Formación en Competencias para la Gestión de la Política Educativa: un Desafío para la Educación Superior en América Latina. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 27-42.
- CONFEDI (1996). Unificación curricular de la enseñanza de las ingenierías en la República Argentina "Libro Azul de CONFEDI". Disponible en https://confedi.org.ar/wp-content/uploads/publicaciones_confedi_libros/LibroAzulConfedi.pdf
- CONFEDI (2000). Manual de Acreditación para carreras de Ingeniería en la República Argentina "Libro Verde de CONFEDI". Disponible en <https://confedi.org.ar/wp-content/uploads/2021/05/LIBRO-VERDE-CONFEDI-PROPUESTA-DE-ACREDITACION-CARRERA-DE-GRADO-2000.pdf>
- CONFEDI (2018). Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo de CONFEDI" Manual de Acreditación para carreras de Ingeniería en la República Argentina "Libro Verde de CONFEDI". Disponible en <https://confedi.org.ar/wp-content/uploads/2021/05/LIBRO-VERDE-CONFEDI-PROPUESTA-DE-ACREDITACION-CARRERA-DE-GRADO-2000.pdf>
- Cukierman, U. (2018). Aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque imprescindible para la educación en ingeniería. En *Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en ingeniería: Experiencias en América Latina* (págs. 27-39). Bogotá. ACOFI.
- Tobón, S. (2006). Aspectos básicos de la formación basada en competencias. Talca, Chile.

Propiedad Intelectual. Acciones desde CONFEDI

Marcela Filippi¹, Francisco Carabelli², José D. Cuozzo³, Jorge Eterovic⁴, Andrés H. Revetria⁵, Alejandro Köhler⁶ y Miguel A. Cabrera⁶

1- Escuela de Producción, Tecnología y Medio Ambiente de la Universidad Nacional de Río Negro. 2- Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. 3- Facultad de Ingeniería. CRUC-IUA. Universidad de la Defensa Nacional. 4- Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas, Universidad Nacional de La Matanza. 5- Facultad de Ingeniería del Ejército. Universidad de la Defensa Nacional. 6- Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán

La protección de derechos intelectuales, así como los registros de patentes y modelos de utilidad, han caracterizado a los países industrializados en general. Esta protección ha permitido otorgar, desde una perspectiva industrial/económica y de impulso al desarrollo de la tecnología, un marco regulatorio para resguardar derechos, que en muchos casos se originan con desarrollos científicos en laboratorios o centros de investigación, para desembocar luego en diseños industriales o inventos de utilidad pública.

En Argentina, en el año 1933 se promulgó la Ley 11.723 de Propiedad Intelectual, que fue actualizada por la Ley 25.036, sancionada en 1998. En la Ley 11.723 se establece que el derecho de propiedad de una obra científica, literaria o artística, comprende para su autor la facultad de disponer de ella, de publicarla, de ejecutarla, de representarla y exponerla en público, de enajenarla, de traducirla, de adaptarla o de autorizar su traducción y de reproducirla en cualquier forma. La actualización introducida por la Ley 25.036 contempla principalmente los dere-

chos de propiedad intelectual de software y otros trabajos de contenido digital.

Asimismo, se reconoce que la propiedad intelectual se divide en dos grandes ramas. Por un lado, el derecho de autor y derechos conexos, relacionados a las creaciones artísticas como la música, la literatura y las películas; por otro lado, la propiedad industrial, vinculada a las marcas, patentes, modelos y diseños industriales.

Las patentes son títulos de propiedad otorgados por el gobierno de un país, que confieren a su titular el derecho a impedir por un tiempo determinado que terceros fabriquen, vendan y/o utilicen en el comercio la invención protegida.

En nuestro país el sistema de educación superior tiene un conocimiento heterogéneo sobre la protección de derechos intelectuales y de patentes. Existen instituciones públicas que detentan amplia experiencia en esta área, habiendo desarrollado, incluso, un cuerpo normativo muy riguroso y detallado, pero claramente están enfocadas en

"...la Ley 11.723 de Propiedad Intelectual establece el derecho de propiedad de una obra científica, literaria o artística, comprendiendo para su autor la facultad de disponer de ella, de publicarla, de ejecutarla, de representarla y exponerla en público, adaptarla y reproducirla en cualquier forma."

Ilustración:
www.freepik.es

el área de investigación. En general, las Unidades Académicas donde se realizan tareas de Docencia e Investigación, carecen en muchos casos, de la experiencia necesaria para hacer efectiva la protección de derechos intelectuales y patentes por cuanto su rol ha sido fundamentalmente la formación de recursos humanos de grado/posgrado y la investigación básica y aplicada.

En este contexto y desde la Comisión de Ciencia y Tecnología de CONFEDI se elevó una propuesta para realizar un taller sobre propiedad intelectual (PI) y se convocó a participar al Instituto de Propiedad Industrial (INPI). Algunos resultados de esta propuesta y líneas a seguir se analizan en este trabajo.

El objetivo de estas capacitaciones fue brindar herramientas y formar a referentes de las facultades en los beneficios, posibilidades y procesos para patentar y hacer modelos de utilidad.

La protección de derechos

Basados en Lozada (2014), podemos decir que la generación de una teoría científica a partir de una idea o de la constatación de un fenómeno físico se denomina investigación fundamental o básica. Este proceso, relativamente largo, crea el conocimiento que sirve para el desarrollo de tecnología, entendida ésta como el conjunto de teorías y prácticas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. La investigación aplicada se ocupa de todo el proceso de enlace entre la teoría y el producto. En este proceso se pueden distinguir tres etapas fundamentales:

- El proceso investigativo inicial, que corresponde a la búsqueda de aplicaciones y la adaptación de las teorías o resultados de las ciencias básicas.
- La inclusión en el proceso de las necesidades sociales o industriales, que permite inventar conceptos de aplicación de la teoría. Estos conceptos deben tomar en cuenta las características del usuario final de la tecnología para asegurar la aceptabilidad y la usabilidad del concepto.
- Por último, el proceso investigativo de maduración y transferencia de la tecnología permite la creación de prototipos que materializan el concepto y que se pueden transferir a la industria para que se transformen en productos.

El desarrollo de las tres etapas consigue la concepción de productos comercialmente viables que satisfacen las necesidades sociales previamente identificadas. Este proceso global de investigación aplicada requiere una estrecha colaboración entre la academia, la industria y los usuarios finales.

Para que los resultados de la investigación rindan beneficios económicos por el mayor tiempo posible se debe proteger adecuadamente el conocimiento. Los resultados de la investigación aplicada se pueden asignar a alguna de las siguientes categorías:

- **Núcleo tecnológico:** corresponde a la base de conocimiento genérico necesario para el desarrollo de prototipos, que no depende del sector productivo de la industria con la que la universidad eventualmente colabora. Este conocimiento puede ser aplicado a varios campos productivos. La universidad debe mantener la propiedad de este conocimiento para salvaguardar la libertad de explotación industrial, de acuerdo a la normativa vigente.

- **Tecnologías específicas:** dependen principalmente del sector productivo y de las necesidades de la industria con la que se colabora. Nacen de aplicar el núcleo tecnológico al problema enunciado por el industrial. Las tecnologías específicas pueden ser un producto o parte de un producto, en cuyo caso su comercialización genera beneficios económicos directamente, o aplicarse a un proceso industrial, lo que aumenta la producción y la calidad, o disminuye costos.

La propiedad intelectual se divide en saber y saber-hacer, lo que puede dar lugar a publicaciones y/o patentes. Las patentes son un reconocimiento legal internacional de la propiedad del saber. Para ser patentable, una idea debe ser nueva, presentar innovación y tener una aplicación concreta. Esta propiedad industrial se puede aplicar a varios sectores productivos por lo cual, en el caso ideal, la

universidad puede lograr varias licencias de explotación comercial de la misma tecnología con varias industrias diferentes.

De esta manera, se logran cubrir los costos de protección y de maduración tecnológica. La protección del trabajo de investigación por la patente garantiza al industrial una ventaja tecnológica que se traduce en una ventaja comercial frente a los competidores. Para la universidad, la protección de los resultados de investigación es una manera de concretar o materializar la actividad de investigación, de enriquecer su núcleo tecnológico y representa potencialmente una fuente de recursos por las licencias de explotación comercial.

En una reunión de la Comisión de Ciencia y Tecnología del CONFEDI realizada en marzo de 2021, se elevó la propuesta de realizar capacitaciones en formato de talleres y/o charlas a través del Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) como un medio de fortalecer el vínculo con el Ministerio de Desarrollo Productivo. La comisión respaldó la iniciativa, ya que consideró tan trascendente como necesario profundizar el conocimiento sobre la temática, de tal manera de poder incorporar proyectos finales de carreras además de productos de investigación para poder ser patentados o incorporados como propiedad intelectual al sistema nacional.

Instituto de Propiedad Industrial

El INPI es un ente autárquico en el ámbito del Ministerio de Desarrollo Productivo y es la autoridad de aplicación de las leyes de protección de los derechos de propiedad industrial. Sus misiones son las de administrar y proteger los derechos de propiedad industrial mediante un marco legal adecuado a las necesidades de innovación del emprendedor del siglo XXI, así como asesorar y acompañar al innovador a fin de plasmar la transformación de sus innovaciones y desarrollos en negocios que generen empleo y valor en la economía argentina.

Las patentes son un reconocimiento legal internacional de la propiedad del saber. Para ser patentable, una idea debe ser nueva, presentar innovación y tener una aplicación concreta.

El objetivo de las patentes es el de promover la divulgación de información clara y completa para que otras personas que trabajan en la temática puedan ver las últimas novedades y no invertir tiempo y dinero en investigar algo que ya está disponible o en vías de producción.

Conferencias INPI-CONFEDI

Durante el mes de junio y en tres jornadas diferentes, especialistas del INPI abordaron la temática de la propiedad industrial desde diferentes perspectivas proporcionando un conocimiento general del desarrollo de patentes y derecho en nuestro país y un recorrido por la situación actual en diferentes países.

El Uso de la Información Tecnológica

La primera jornada estuvo a cargo del Ing. Pablo Paz, quien posee una trayectoria de más de treinta años en la temática y además es referente y capacitador para la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). El disertante centró su exposición en el uso de bases de datos internacionales como fuente de conocimiento y decisión a la hora de comenzar a investigar sobre un proyecto o posibilidad de patentar. Puntualizó que el comienzo de todo proyecto debería estar enfocado en esta búsqueda, ya que allí se puede encontrar lo más novedoso en cuanto a propiedad industrial.

En estas bases de datos se puede encontrar información de las tendencias de las industrias de tecnología internacionales para los próximos diez años.

El uso de los registros en bases de datos permite tener una herramienta poderosa en la toma de decisiones tanto para empresas como para unidades académicas que desarrollan producción científica-tecnológica.

El INPI posee una base de datos libre y gratuita que permite hacer una búsqueda detallada de la información sobre invenciones y creaciones en diferentes campos de aplicación y esta misma base

permite traducir la búsqueda a más de catorce idiomas, lo cual permite encontrar invenciones en más de cien países y con una antigüedad de hasta doscientos cincuenta años.

El objetivo de las patentes es el de promover la divulgación de información clara y completa para que otras personas que trabajan en la temática puedan ver las últimas novedades y no invertir tiempo y dinero en investigar algo que ya está disponible o en vías de producción, en cambio esta información puede ser de ayuda para dirigir una nueva investigación o mejorar la idea original que el inventor tiene.

La importancia que se tiene al revisar una base de datos de patentes, modelos de utilidad, etc es que se puede contar con información técnica a soluciones a problemas que no se divulgan en otro tipo fuente. Además, una presentación de patente es un adelanto de las tendencias mundiales con respecto a cualquier campo temático, ya que lo que se presenta para patentamiento en promedio tiene unos siete u ocho años hasta ser concedida la patente.

Las bases de datos permiten buscar de diferentes maneras y proveen distintos tipos de información como títulos, resúmenes, reivindicaciones, descripción, quien solicita y quien inventa, junto con el país de residencia de la o las personas, fechas, el estado de la patente.

En nuestro país el número de patentes (englobando a modelos de utilidad, modelos industriales) están entre 2.500 y 3.000 solicitudes de acuerdo a las cifras del INPI, mientras que en Estados Unidos rondan las 600.000. En América Latina la solicitud de patentes es un número muy bajo comparado con otros lugares del mundo.

Patentes y Modelos de Utilidad

En la segunda jornada el Ing. Adolfo Dudelsack, Mg. en Propiedad Intelectual y especialista en procesos de registros y propiedad intelectual, introdujo los requisitos necesarios para poder lograr patentar un desarrollo. El disertante explicó en detalle los procedimientos, paso a paso para que cualquier profesional, unidad académica o universidad que quiera registrar la patente de desarrollos tecnológicos pueda hacerlo.

Marcas y Modelos

La tercera y última jornada estuvo dirigida por el Dr. Claudio Taddeo, abogado especializado en temática legal del patentamiento. En esta jornada se realizaron consideraciones para identificar la diferencia entre marca y desarrollo factible de pa-

tentarse. Este paso es fundamental para reconocer marcas, modelos y diseños industriales, así como para proteger el desarrollo científico y tecnológico.

Conclusiones

Desde CONFEDI y con la colaboración de profesionales del Instituto de Propiedad Industrial se está contribuyendo a impulsar la difusión de las metodologías para la protección de derechos y propiedad intelectual en el ámbito de las Unidades Académicas y Facultades de Ingeniería de Argentina. En las puestas en común entre los expositores y los asistentes se concluyó que la protección de derechos intelectuales/industriales, deben ser tenidos en cuenta desde temprano en la formación de profesionales de la Ingeniería.

Referencias

- Ley 11.723 - Régimen Legal de la Propiedad Intelectual. Promulgada el 26 de Septiembre de 1933.
- Ley 25.036. Propiedad Intelectual. Modificación de la Ley 11.723. Publicada en el Boletín Oficial Número: 29020 Página: 1. 11-nov-1998
- Lozada, J. 2014. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Cienciamérica, 3, 34-39.

"En nuestro país el número de patentes (englobando a modelos de utilidad, modelos industriales) están entre 2.500 y 3.000 solicitudes de acuerdo a las cifras del INPI, mientras que en Estados Unidos rondan las 600.000..."

Los grandes desafíos planteados por el CONFEDI para la formación de ingenieros



Oscar Pascal
Guillermo Lombera

Presidente del CONFEDI, Decano FI-UNLZ
Vicepresidente del CONFEDI, Decano FI-UNMdP

Los cambios tecnológicos determinan cambios sociales que modifican el comportamiento de la sociedad en general. En este sentido y dado la velocidad de los mismos, es necesario repensar la manera de prepararnos para ellos.

Si analizamos estos cambios desde 2016, teniendo en cuenta los últimos dos años afectados por la pandemia, observaremos que han variado los sistemas de comercialización, las condiciones y los tipos de empleo y la manera de comunicarnos y relacionarnos. En los últimos cinco años han aparecido desarrollos tecnológicos innovadores que han sido aceptados por la sociedad en forma masiva y hoy determinan formas y maneras de proceder.

Cinco años, es la duración teórica de cualquier carrera de ingeniería, llegando en algunos casos a duplicar el tiempo. Es imposible que una formación tradicional con un diseño curricular estructurado a partir de contenidos rígidamente preestablecidos, pueda dar respuesta a los vertiginosos cambios tecnológicos y sociales que experimenta el mundo. Es por esta razón, y a partir de un largo trabajo cooperativo de decanas y decanos del CONFEDI que se concretó en el 2018 el **"Libro Rojo"** donde las Facultades de Ingeniería asumen el compromiso de trabajar en la implementación de un nuevo paradigma en la formación basado en el Aprendizaje Centrado en el Estudiante (ACE) y en la Formación de Competencias Genéricas y Específicas (FPC).

Posteriormente, en el 2019, el Consejo de Universidades (CU) aprobó la propuesta del Libro Rojo, que contiene los "estándares de 2° generación" para la acreditación de las Ingenierías. En esa oportunidad, el presidente del CONFEDI dijo:

"Estos estándares completamente novedosos, no solo modificarán exponencialmente la educación en Ingeniería en Argentina, sino que, además, al ser los primeros en incorporar el enfoque por competencias, sientan precedentes para otras carreras a nivel nacional, como así también para la ingeniería en otros países, ya que están alineados al nuevo perfil profesional del Ingeniero Iberoamericano propuesto por la Asociación Iberoamericana de Enseñanza de la Ingeniería (Asibe).

Hoy, a partir de la Resolución Ministerial que los aprueba, todas las Facultades de ingeniería nos encontramos trabajando en los nuevos diseños curriculares teniendo en cuenta otro desafío que el CONFEDI viene analizando y se formalizó en la 69 reunión plenaria y asamblea del CONFEDI en Mar del Plata el "Reconocimiento de trayectorias académicas y títulos habilitantes en las carreras de ingeniería"

En esa asamblea plenaria en la que participaron autoridades del estado nacional, representantes de redes de carreras y de colegios profesionales y la totalidad de los decanos y decanas miembros, se



Foto:
Facultad de Ingeniería - UNER

" El cambio de paradigma formativo (...) constituye una oportunidad para que los diseños académicos incorporen el reconocimiento de competencias laborales y trayectos de formación con habilitación profesional como una política de estímulo a la continuidad,..."

acordó trabajar en el diseño de titulaciones cortas que den respuestas a las demandas del medio y que puedan articular total o parcialmente con las carreras de grado.

Se consensuó el acuerdo de Mar del Plata, que fundamentaba diciendo:

El cambio de paradigma formativo que supone la propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería constituye una oportunidad para que los diseños académicos incorporen el reconocimiento de competencias laborales y trayectos de formación con habilitación profesional como una política de estímulo a la continuidad, que promueve la permanencia hasta la obtención del título máximo.

Existen antecedentes que dan cuenta del trabajo desarrollado por CONFEDI y que concluyen en el plenario de Mar del Plata: por ejemplo las Segundas Jornadas Nacionales de Formación Profesional Continua en las Carreras de Ingeniería, donde seis rectores de universidades públicas y privadas coincidieron en la importancia de actualizar los trayectos formativos e incorporar propuestas académicas de titulación y/o certificación que faciliten la inserción laboral. Algunas de las reflexiones planteadas en esa oportunidad fueron:

"...se trata de un paso excepcional y agradezco que sean las ingenierías las primeras en tomar estas decisiones de modificar este pensamiento conservador de las casas de estudio. Hoy necesitamos cuestiones mucho más ágiles para resolver problemas";

"...se debe pensar con flexibilidad, el sistema universitario posee las herramientas para brindar todos los trayectos que nuestra sociedad necesite";

"...los títulos intermedios habilitantes tienen que ser trabajados desde las competencias y no hay que homogenizar los procesos formativos, sino preservar la diversidad institucional";

"... se debe lograr la valoración de las titulaciones intermedias por parte del mercado laboral, ya que existe una subvaloración de las tecnicaturas";

"...los conocimientos básicos son centrales a la hora de una flexibilidad mayor en el campo laboral";

"...aportan un derecho para aquel estudiante que habiendo estudiado cierta cantidad de años adquiere una certificación que mejora sus condiciones laborales" y otorgan "ciertos estímulos intermedios para continuar" con las carreras".

Otros ejemplos fueron los comentarios vertidos por el ex Director Nacional de Gestión Universitaria Jorge Steiman, actualmente asesor de la Dirección Nacional de Gestión Universitaria en el encuentro titulado "Las Ingenierías ante el desafío de pensar nuevas políticas académicas para el sistema universitario"

En esa oportunidad nos invitaba a pensar currículas diversas que incluyan titulaciones intermedias y mencionaba que las mismas podrían articular con trayectos de formación profesional, dando cabida a muchos estudiantes que no alcanzan la graduación y se encuentran en el mercado laboral. Opinó además, respecto a la formación orientada: " el grado debe ocuparse de la formación específica y la formación orientada debiera estar en el posgrado", decía en esa oportunidad.

Como conclusión, y gracias al trabajo de muchos años del CONFEDI, vemos la oportunidad de rever los planes de estudios de las carreras de ingeniería en forma colaborativa con los colegios profesionales, las redes de carreras y las agrupaciones disciplinares de estudiantes para adecuarlos a las nuevas demandas de la sociedad actual y venidera.

En tal sentido, la educación por competencias y centrada en los estudiantes; la flexibilidad en los planes de estudios y las titulaciones más cortas que puedan articular con las carreras de grado dando respuestas en tiempo y forma a las demandas locales y regionales, son los grandes desafíos marcados por el CONFEDI. Trabajaremos en esa dirección con las nuevas herramientas que nos ha dejado el trabajo en pandemia: incorporación de virtualidad a lo tradicionalmente presencial posibilitando el desarrollo de clases híbridas.

Como resultado de todo lo expresado, podemos ver la [propuesta de formación en planes de estudios flexibles a cargo de Jorge Steiman y Silvia Bernaténé.](#)



Desafíos en el Rally Latinoamericano de Innovación

Ing. Guillermo Oliveto

Decano UTN FRBA
Presidente Consejo Global de Decanos de Ingeniería - GEDC Latam

El Rally Latinoamericano de Innovación es una competencia internacional, por equipos, que tiene como propósito fomentar la innovación abierta en las facultades y escuelas de Ingeniería de Latinoamérica. Se desarrolla anualmente en simultáneo en todas las sedes de los países participantes durante 28 horas consecutivas.

Participan en calidad de promotoras: Facultades, Escuelas o Unidades Académicas con carreras de Ingeniería de países latinoamericanos, u otras organizaciones que manifiesten interés con el acuerdo de los respectivos Comités Organizadores.

La competencia promueve también, que además de los estudiantes de ingeniería, sean convocados estudiantes de otras disciplinas, con la finalidad de conformar equipos multidisciplinarios para el abordaje de los desafíos planteados.

El Rally nace en el marco del Programa Regional de Emprendedorismo e Innovación en Ingeniería (PRECITYE) inspirándose y tomando como referencia la competencia denominada "The 24 hs of innovation" creada en el año 2007 por el Instituto de Ingeniería ESTIA (Ecole Supérieure des Technologies Industrielles Avancées) de Francia. Partiendo del formato original, desde el PRECITYE se diseñó este nuevo formato que convoca a estudiantes de las Facultades de Ingeniería de Latinoamérica, en forma conjunta con estudiantes de otras facultades con el propósito de promover una nueva cultura de innova-

ción abierta y contribuir con nuevas propuestas de solución a problemas reales de la región.

Los desafíos para resolver en la competencia consisten en problemas reales que requieran de una solución creativa. Estos no están limitados únicamente al ámbito tecnológico, pudiendo ser actividades o temas sociales, ambientales, artísticos, organizacionales, logísticos o de otro tipo. Estos desafíos podrán ser propuestos por empresas, instituciones públicas o privadas, organizaciones no gubernamentales u otra institución con inserción territorial en el ámbito latinoamericano. Las universidades que participan en el Rally Latinoamericano de Innovación están impedidas de enviar desafíos propios.

Los equipos tienen 28 horas para conformarse, seleccionar un desafío, entender el problema, plantear una solución, identificar los beneficiarios, validarla y ajustar lo que consideren necesario.

Del 2014 al 2021

Su primera edición fue en octubre de 2014 con la participación de cuatro países: Argentina, Uruguay, Paraguay y Nicaragua. En 2015 se incorporan México, El Salvador y Colombia; en 2016 se incluye a Ecuador. En 2017, en su quinta edición, se suman Chile y Paraguay. En el 2019 se integra Perú y en el 2020 Brasil. Finalmente, en la última edición se añade Costa Rica.

¿CÓMO?

DE OCTUBRE

¿CÓMO?

MS APP

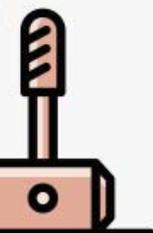


Ilustración:
www.rallyinnovación.org

El Rally tuvo un crecimiento constante en cantidad de países, sedes y estudiantes participantes. Este crecimiento propio, las fallencias y oportunidades detectadas, sumadas a la repentina e inesperada pandemia, generaron necesidades y oportunidades.

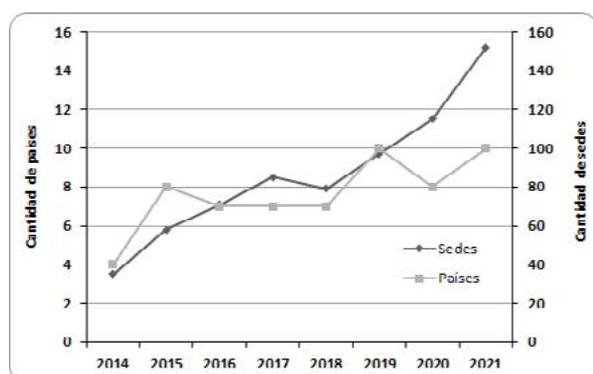


Figura 1: Evolución anual de la cantidad de países y sedes participantes

En sus inicios participaron 1950 estudiantes que conformaron 217 equipos. Siete años después, estas cifras se cuadruplicaron alcanzando los 939 equipos y 7.888 estudiantes inscriptos. Se observa en la Figura 2 el crecimiento constante en la participación.

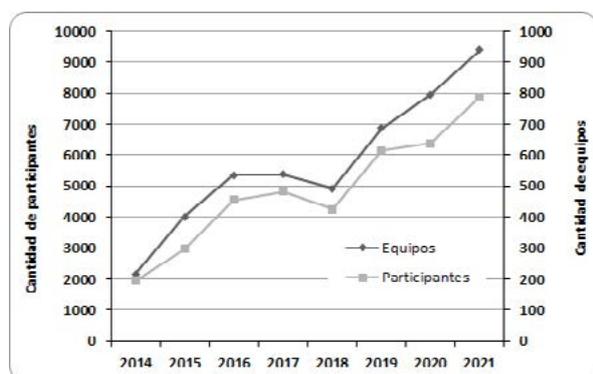


Figura 2: Evolución anual de la cantidad de países y sedes participantes

INNOVACIONES

La innovación es un fenómeno complejo y multidimensional que nos ha acompañado en la historia de la civilización. El término deriva del latín "innovare", que significa "hacer nuevo, renovar"; se compone del prefijo "in"- que significa hacia dentro y de "novus", que expresa nuevo.

Muy utilizado en el ámbito empresarial y cada vez más presente en todas las disciplinas, este concepto se encuentra en constante evolución y está lejos de tener un solo significado. Implica un proceso planeado, deliberado, sistematizado, con una intención; a diferencia del concepto de cambio que puede ser espontáneo.

Actualmente la innovación conlleva una valoración positiva, asociada al progreso y al desarrollo. Sin embargo, es interesante marcar que en gran parte de nuestra historia tuvo mala reputación pues alteraba el *status quo*.

En los años 2020 y 2021 se produjeron una serie de innovaciones en el Rally Latinoamericano de Innovación con la influencia determinante de un factor exógeno, la pandemia de COVID-19.

La organización del Rally, compuesta por el Comité Ejecutivo y los Coordinadores Nacionales, convocó a Responsables de Sede y funcionarios de las diferentes unidades académicas a participar en las jornadas Co-Creando el Rally y Repensando el Rally. Este trabajo colaborativo, cuyo objetivo era continuar con el crecimiento del Rally, generó una serie de innovaciones relacionadas con la virtualización, la perspectiva de género, la internacionalización y la formación.

Virtualización

La pandemia obligó en el 2020 a modificar la dinámica anterior, pues todos los países presentaban dificultades para realizar actividades presenciales. La disyuntiva fue reinventarse o suspender la competencia. Rápidamente se decidió trabajar para modificar y realizar la competencia de manera virtual. El esfuerzo y compromiso de toda la comunidad que conforma el Rally logró que pudiera desarrollarse en forma virtual, sin inconvenientes y con un nuevo récord en la cantidad de participantes, sedes y equipos.

En 2021 se mantuvo el formato virtual para el desarrollo de la competencia, aunque ya muchas sedes, con una mejor situación sanitaria, pudieron realizar algunas actividades presenciales.

¿Cómo será en el 2022? Un gran desafío a resolver.

Perspectiva de género

Si bien hay una evolución positiva en la participación de las mujeres, el porcentaje hasta el 2020 no superaba el 40 %, como podemos ver en la Figura 3.

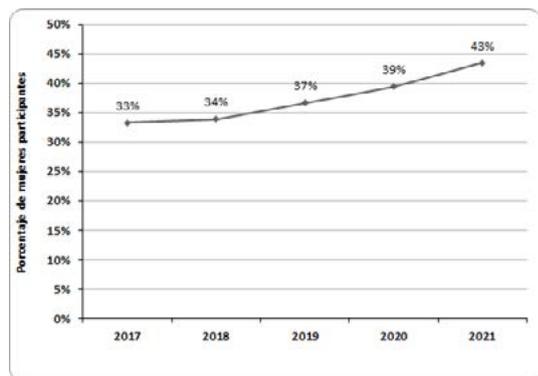


Figura 3: Evolución del % de mujeres participantes

En el 2021 se trabajó junto a la Cátedra Abierta Latinoamericana “Matilda y las Mujeres en Ingeniería” difundiendo la problemática del acercamiento e incorporación de las mujeres a las ingenierías y otras carreras tecnológicas.

Se modificó el reglamento de la competencia requiriendo que al menos una mujer forme parte de cada equipo participante. Un paso en el sentido correcto, que seguramente debe profundizarse en el futuro.

Internacionalización

Si bien el Rally es una competencia internacional y hay una coordinación en la cual participan todos los países, hasta el 2019 el desarrollo del mismo se realizaba en forma autónoma en cada sede y los estudiantes no se relacionaban con los de otros países a excepción de alguna transmisión en conjunto que pudieran ver por YouTube o en alguna proyección en su sede.

En el 2020 se incorpora la obligatoriedad de una interacción con equipos de otros países o de culturas diferentes que son vinculados por el Comité organizador. A partir de este trabajo internacional conjunto debe generarse un producto de tipo lúdico creativo que no puede superar un minuto de duración y debe publicarse en la red TikTok. El mismo debe ser entregado antes de la finalización de la competencia y es requisito para poder tomar en cuenta la resolución del desafío.

En 2021 se abrió la posibilidad de que estudiantes que pertenecen físicamente a una sede puedan anotarse y participar en otras sedes. Conforman el equipo con participantes de otras sedes, que pueden ser de otros países y trabajan 28 horas junto a ellos, generándose una oportunidad real de trabajo internacional para la resolución del desafío.

Formación

El Rally promueve el desarrollo de la creatividad, la innovación colaborativa, el trabajo en equipos, el espíritu emprendedor, la comunicación efectiva y la actuación ética, con responsabilidad profesional y

compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental en el contexto local y global.

El desarrollo de estas competencias no se alcanza en las 28 horas del evento anual; se necesitan años de dedicación, pero el Rally es una gran contribución. Las sedes en mayor o menor medida siempre han realizado diversas actividades pre-Rally. El uso masivo de nuevas tecnologías a partir de la pandemia contribuyó a socializar estas propuestas.

En la última edición se consolidó una Agenda de Eventos y un Directorio de Mentores internacionales que promueve la formación y el desarrollo de estas competencias.

CONCLUSIONES

El Rally tuvo un crecimiento constante en cantidad de países, sedes y estudiantes participantes. Este crecimiento propio, las falencias y oportunidades detectadas, sumadas a la repentina e inesperada pandemia, generaron necesidades y oportunidades. La organización del Rally, Comité Ejecutivo y Coordinadores nacionales junto a Responsables de sede, trabajaron de forma colaborativa, analizando, planificando, diseñando e implementando una serie de innovaciones en la virtualización, la perspectiva de género, la internacionalización y la formación de competencias.

Todos deseamos que la actual pandemia vaya quedando atrás y el 2022 nos permita volver a una presencialidad cuidada, pero plena. Tenemos el desafío de crear esta nueva realidad, híbrida, con lo mejor de lo presencial y lo virtual. El espíritu que inspira al Rally Latinoamericano de Innovación ayudará a resolver este nuevo desafío.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento sincero, merecido, de corazón, a toda esta hermosa comunidad latinoamericana que hace posible el Rally.

A los participantes: estudiantes y docentes; por su ímpetu, sus ideas, su dedicación y el compañerismo. Y a los organizadores: Responsables de Sede, Jurados, Coordinadores Nacionales y Comité Ejecutivo; por su esfuerzo, generosidad y compromiso.

Sugerencias para eventos académicos inclusivos

Ing. María Teresa Garibay¹
Calc. Cient. Liliana E. Rathmann²

1- Ex Decana Facultad de Cs. Ex., Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Miembro Comisión Mujer en Ingeniería del CONFEDI

2- Decana de la Facultad de Ingeniería, Universidad Atlántida Argentina Presidenta Comisión Mujer en Ingeniería del CONFEDI

En la 69° Reunión Plenaria de Decanos del CONFEDI, en mayo de 2021, se aprueba por unanimidad el documento elaborado por la Comisión Mujer en Ingeniería (CMI) *“Algunas sugerencias con mirada de género para eventos académicos inclusivos”*¹. Este documento presenta una serie de sugerencias para que las Unidades Académicas asociadas y el mismo CONFEDI, tengan en consideración al momento de iniciar la organización de eventos académicos.

La Comisión Mujer en Ingeniería del CONFEDI trabajó sobre ese documento con la mirada puesta en su objetivo general: incrementar el ingreso y permanencia de mujeres en carreras de ingeniería para cubrir la alta demanda de profesionales que existe en nuestro país. Para ello, se considera necesario que las jóvenes tanto estudiantes como profesionales tengan referentes y/o modelos a seguir para reafirmar y consolidar en la elección de la carrera elegida.

Sostenemos que la presencia y el aporte de las mujeres en la Ingeniería es trascendental no solo para cubrir la necesidad de profesionales, sino para fortalecer los equipos de trabajo y potenciar las oportunidades de éxito a la hora de proponer soluciones a las problemáticas tecnológicas de nuestro país.

Sabemos que las carreras de ingeniería siguen siendo de las pocas carreras universitarias donde la matrícula es mayoritariamente masculina. Según datos del Ministerio de Educación de Argentina del año 2021, del total de estudiantes de ingeniería, sólo alrededor del 25% son mujeres y este porcentaje está concentrado en pocas especialidades como ingeniería en alimentos (70%), ambiental (62%) y en recursos naturales (63%). En otras ramas de la ingeniería, la cantidad de estudiantes mujeres es muy baja (ingeniería eléctrica, electromecánica y mecánica representan sólo el 6% del total).

También, la cantidad de docentes mujeres en ingeniería es baja lo que conlleva a que las estudiantes que inician sus estudios, se encuentren con pocas o ninguna referente como modelo a seguir. Lo mismo les ocurre a las jóvenes profesionales cuando inician su carrera profesional. Se conoce que tener referentes ayuda a que la persona se proyecte haciendo lo mismo que el referente hace y refuerza el pensamiento de que “podemos ser lo que nos proponemos ser”.

A la vez, observamos que los puestos de liderazgo en general, los cargos de dirección y los de representación institucional están ocupados por mayoría masculina.

1. Estas ideas tienen como inspiración el documento “Compromiso para impulsar foros y eventos incluyentes” de CONECTADAS y Chicas TIC. https://conectadas.org/foros_incluyentes/

Foto:
www.optimism.com.ar/confedi-promueve-eventos-academicos-inclusivos-de-ingenieria-en-latinoamerica/

"...la presencia y el aporte de las mujeres en la Ingeniería es trascendental no solo para cubrir la necesidad de profesionales, sino para fortalecer los equipos de trabajo y potenciar las oportunidades de éxito a la hora de proponer soluciones a las problemáticas tecnológicas de nuestro país."

Es decir, que cuando se organizan eventos académicos, se hace doblemente difícil invitar a una expositora a ser parte del mismo en el campo de la ingeniería. Las mujeres son minoría en ingeniería y son minoría en puestos de poder.

Estos son los motivos que llevaron a la CMI a confeccionar este documento ya que se hace necesario poner mayor empeño en la organización de eventos con mirada de género.

Ya desde el año 2016, la Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina, preocupada por la baja participación de mujeres en eventos académicos, condiciona la financiación de reuniones científicas y tecnológicas a que en dichas reuniones se cuente con una adecuada representación de género reflejada en conferencistas, panelistas, expositores e invitados.

En varios estudios a los que accedimos, se relaciona la presencia femenina en el Comité organizador y la presencia de expositoras mujeres y claramente cuando hay mayor cantidad de mujeres en el Comité Organizador, aumenta la cantidad de invitadas mujeres. Por ejemplo, la investigación llevada adelante por Casadevall y Handelsman sobre dos reuniones patrocinadas por la Sociedad Estadounidense de Microbiología, reveló que tener al menos una mujer dentro del Comité Organizador, aumentaba significativamente la cantidad de oradoras invitadas al evento científico.

Este año, en un informe de la UNESCO relacionado a la revolución digital y la inclusión en la ciencia, se hace referencia a que en los congresos científicos, se invita a hombres a hablar en paneles científicos dos veces más que a mujeres. Y en el blog de "Muje-

res con Ciencia" se menciona que es menor la cantidad de científicas invitadas como conferencistas en los congresos en los que las comisiones organizadoras tienen poca presencia femenina. Ahora, cuando hay más mujeres integrando las organizaciones, es mayor la cantidad de mujeres conferencistas.

Todas estos antecedentes, más nuestro conocimiento sobre la atención especial que hay que prestar cuando se organizan congresos, paneles, seminarios, etc. para que haya presencia de expositoras mujeres, fueron los que nos impulsaron a elaborar esta guía y creemos que la misma facilitará la organización de eventos inclusivos en las UUAAs socias del CONFEDI.

Con posterioridad a la aprobación del documento, se le dio amplia difusión tanto en Argentina como en América Latina. También se participó en eventos tales como el "Conversatorio sobre eventos académicos inclusivos, desde la mirada de género" organizado por la Cátedra Abierta Latinoamericana Matilda y las Mujeres en Ingeniería (CAL Matilda) para promover su adopción en los futuros eventos académicos de las instituciones de ingeniería de la región.

Incluso, se lo presentó para su consideración en el Comité Ejecutivo del Consejo Global de Decanos de Ingeniería- Capítulo Latinoamericano (GEDC Latam).

Tanto la CAL Matilda como el GEDC Latam adhirieron a las recomendaciones emanadas de dicho documento.

Asimismo, se destaca que el Rally Latinoamericano de Innovación y Tecnología, en su edición 2021, condiciona por primera vez a que en los equipos de trabajo debe participar al menos una estudiante mujer.

Con la adopción de las sugerencias escritas en el documento se pretende aumentar la participación de ingenieras en eventos académicos, buscando la visibilización de sus aportes para el crecimiento de la ingeniería y para que su presencia sirva de referentes a otras jóvenes que inician su carrera profesional y que asisten a esos eventos. Además, se busca acabar con el paradigma referente a la forma en que se diferencian los roles sociales de género: el ámbito público ha sido masculino (el poder, la representación) y el ámbito privado femenino (el hogar, los cuidados, los afectos).

Seguramente adherir al documento "*Algunas sugerencias con mirada de género para eventos académicos inclusivos*" permitirá tener eventos más enriquecedores, con una mirada amplia, favorecer la presencia de mujeres ingenieras, fortalecer vocaciones de jóvenes estudiantes y profesionales y lograr una sociedad más inclusiva.

Se puede acceder al documento desde el siguiente [link](#).

12|21
Diciembre

11th International Conference on Internet Technologies & Society 2021
15 a 17 de diciembre 2021
Evento virtual

[IR AL SITIO WEB](#)



17th Ibero-American Conference on Artificial Intelligence
16 - 18 de diciembre 2021

[IR AL SITIO WEB](#)



03|22
Marzo

IEEE EDUNINE 2022 - VI Congreso Mundial de Educación en Ingeniería
13 - 16 de marzo 2022

[IR AL SITIO WEB](#)



CIBIAXIII - Congreso Iberoamericano de Ingeniería en Alimentos
15 al 18 marzo, 2022
Teatro Universitario Camilo Torres - Universidad de Antioquia

[IR AL SITIO WEB](#)



07|21
Abril

Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas - CLICAP 2022
6, 7 y 8 de abril de 2022
Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria - San Rafael, Mendoza.

[IR AL SITIO WEB](#)



09|21
Junio

11° Congreso Mundial de Ingeniería Química - 11th World Congress of Chemical Engineering.
19 al 23 de junio de 2022
Buenos Aires

[IR AL SITIO WEB](#)



Congreso Mundial de Física Médica e Ingeniería Biomédica (IUPESM WC2022)
12 - 17 2022 junio
Centro de convenciones y exposiciones Sands, Marina Bay Sands - Singapur

[IR AL SITIO WEB](#)



10|21
Septiembre

EIEI ACOFI 2022
13 al 16 de septiembre de 2022
Lugar Cartagena, Provincia de Cartagena, Bolívar, Colombia (mapa)

[IR AL SITIO WEB](#)



CADI-CAEDI 2022
Septiembre 2022
Resistencia - Corrientes, Argentina

[IR AL SITIO WEB](#)



09|21
Noviembre

Iberamia'2022 - 17th Ibero-American Conference on Artificial Intelligence
Cartagena de Indias, Colombia
November, 2022

[IR AL SITIO WEB](#)



El arcón de los recuerdos

Una mirada sobre la génesis del CONFEDI¹

Ing. Jorge Domingo Petrillo

Ex Decano de la facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata
Ex Rector Universidad Nacional de Mar del Plata

1- La nostalgia: la ventana del mundo emocional²

Cuando nos invade la nostalgia recordar es bueno. Las personas estamos hechas de recuerdos, de experiencias y vivencias que edifican lo que somos en la actualidad. Dejar que la nostalgia nos acaricie de vez en cuando con su aire tibio y evocador es positivo. Según nos dicen los especialistas, el ser humano pasa gran parte del día “recordando cosas”, aunque no debemos anclarnos a esos recuerdos de una forma obsesiva.

Una de las facultades que nos propicia el mundo emocional es sin duda la sensación de nostalgia. Se trata de evocar un recuerdo pero no un recuerdo cualquiera, sino uno querido, uno añorado de ese nuestro álbum particular del pasado. Sin saber cómo, nos vemos de pronto arropados por multitud de imágenes, sensaciones, palabras y sonidos de ese ayer que nuestra memoria ha guardado, con sigilo y ternura, en una parte especial del arcón de nuestra memoria, un lugar mágico.

Los recuerdos tejen lo que somos. Y la mayoría del tiempo, las personas somos nostalgia. Somos recuerdos.

Evocar situaciones, emociones, acontecimientos y personas se convierte en un acto que nos sumerge en un estado de alegría y reflexión al mismo tiempo. La nostalgia debe servirnos para recordar lo que fuimos, lo que tuvimos y lo que vivimos para después sacar una valoración, un aprendizaje.

Toda experiencia es un conocimiento para avanzar. Debemos pensar en el pasado mediante una perspectiva de gratitud y agradecimiento por haber vivido dichas experiencias, verlas con tranquilidad, con la satisfacción de haber tenido momentos realmente plenos. Pero nuestra vida es un continuo donde fijar nuestras perspectivas en el futuro.

Dado el tiempo transcurrido -más de treinta años-, aún con el riesgo de omitir sin querer hechos ocurridos y actores que hacen a su rica y ejemplar historia -por lo que desde ya pido disculpas-, me siento emocionado de poder recordar y compartir junto a todos ustedes, algunas situaciones que ayudaron a forjar el origen de nuestro querido **Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) de la República Argentina**. Me resulta todo un desafío.

1. El autor agradece la invitación que le formulara el CONFEDI a través del actual Decano Dr. Guillermo Lombera, para escribir el presente artículo para la “Revista Argentina De Ingeniería” (RADI). Lo dedico a todxs mis colegas con quienes compartimos, hace mucho tiempo, el sueño de integrar las unidades académicas de Ingeniería.

2. *La mente es maravillosa*. Publicación digital sobre psicología, filosofía y reflexiones sobre la vida. España, 2021.



Fotomontaje:
Hugo Espinosa RADI

Toda experiencia es un conocimiento para avanzar (...). Debemos pensar en el pasado mediante una perspectiva de gratitud y agradecimiento (...) Pero nuestra vida es un continuo donde fijar nuestras perspectivas en el futuro.

Este escrito significa, simplemente, recordar y compartir breves historias encontradas en “mi arcón de los recuerdos”...

2- Democracia y Universidad³

Quiero destacar y dejar establecido como marco general, que creo que la **educación**⁴ cumple una función esencial en el desarrollo de las personas y de las sociedades y resulta uno de los principales medios disponibles para promover una forma más armoniosa de desarrollo humano y factor determinante para reducir la pobreza, la exclusión, la ignorancia, la opresión y la guerra.

Nuestra historia manifiesta sin duda alguna, que la Universidad Argentina cayó en la oscuridad total a partir de la tristemente recordada “Noche de los bastones largos” (1966)⁵, que lamentablemente y entre otros retrocesos, cercenó durante varias décadas la autonomía universitaria y, con ella, su capacidad de creación de conocimiento. Los vaivenes del perdido y recuperado y nuevamente perdido

3. Stubrin, Adolfo (2018). El gobierno de Alfonsín y la Reforma Universitaria. Publicación Nuevos papeles. CABA, Argentina.

4. La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo (Nelson Mandela).

5. Morero, Sergio (1996). La noche de los bastones largos. 30 años después. Biblioteca Página 12.

estado de derecho, se cerraron final y exitosamente en las elecciones generales de 1983, cuando asumió como Presidente de la Nación Argentina, el Dr. Raúl R. Alfonsín.

El desafío político del nuevo gobierno en relación a las universidades era -tal su compromiso electoral- recuperar la legalidad universitaria y encaminar su construcción institucional siguiendo los postulados de la Reforma Universitaria de 1918⁶.

Luego, se abocaron a la ardua tarea de modelar una nueva universidad donde los signos distintivos fueran la democracia, la libertad, el respeto al prójimo, la contribución a la solución de los problemas que aquejan a nuestra sociedad, la apertura a todos los sectores sociales, la jerarquización de su enseñanza y la investigación.

Se consideró a la Universidad pública, laica y gratuita como el centro de la cultura y el motor del desarrollo de la ciudadanía y la democracia.

El inmediato decreto del Presidente Alfonsín N° 154/1983 intervino todas las universidades nacionales -un total de 25-, designando un Rector Normalizador en cada una de ellas. Se restableció la legitimidad de los estatutos universitarios aprobados por las Asambleas Universitarias que se encontraban vigentes cuando el golpe militar contra el Presidente constitucional Dr. Arturo Umberto Illia las atropelló. Es decir, que la base legítima de la autonomía y el cogobierno universitario realmente existentes hasta 1966 fueron no sólo rescatados como referencia simbólica, sino además puestos en vigor como asidero jurídico para reiniciar una normalidad académica y política.

6. La RU'18 es una definición del hombre nuevo de América: significaba y sigue siéndolo, un pacto con la vida. Marcó un punto de inflexión histórico ya que tuvo por fin la transformación de la función docente, cultural y moral de la universidad. Fue un movimiento conformado por dos aspectos complementarios e indivisibles: la reforma específicamente universitaria y la social e histórica. La primera planteó y dio respuesta a tres grandes cuestiones: la universidad frente a sí misma a través del cogobierno, frente al Estado resuelta por la puesta en práctica de la autonomía y frente a la sociedad, introduciendo la extensión universitaria. Sus principios básicos son: docencia libre, investigación científica, cogobierno democrático, emancipación del Estado y la función social, pilar de la existencia y vigencia plena de la extensión universitaria. Es necesario que el estudiante que se proclame reformista dentro del aula, lo sea también como ciudadano de la República Argentina. González, Julio V. (1941). Conferencia: Vigencia y actualidad de la Reforma Universitaria. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. Del mismo autor: La Universidad: Teoría y acción de la Reforma. Editorial Claridad. Buenos Aires, Argentina. 1945.

Aquellas universidades relativamente nuevas que no habían tenido Estatuto podían elegirlo. En el caso de nuestra Universidad Nacional de Mar del Plata se optó como referencia el de la Universidad Nacional de La Plata. Otras decisiones del decreto fueron el reconocimiento hacia los centros de estudiantes, federaciones regionales y la Federación Universitaria Argentina (FUA) y la creación de instancias colegiadas provisorias en torno al Rector y los Decanos que, en nuestra institución, denominamos Consejo Superior Normalizador Provisorio y Consejo Académico Normalizador Consultivo, respectivamente.

A mediados de 1984, la Ley 23.068 ratifica la estrategia del decreto presidencial y otorga un plazo de un año y medio para normalizar las universidades nacionales, tarea que fue llevada a cabo en el plazo estipulado. La normalización de todas las Universidades fue cumplida bajo la elección democrática de los tres claustros de gobierno universitario (profesores, alumnos y graduados). Incluyó, con la complejidad del caso, el llamado y sustanciación de concursos públicos por antecedentes y oposición (se estima en más de cuatro mil) para regularizar el claustro docente. Se trabajó en el restablecimiento de los derechos a cesanteados y perseguidos y en la repatriación de investigadores. Se consagró además la gratuidad de los estudios de grado (uno de los pilares de la justicia social) y en nuestra universidad se otorgó a cada unidad académica la decisión sobre la política de ingreso, permanencia y promoción de sus estudiantes.

Siguiendo a Stubrin (2018) recordamos que se creó la Secretaría de Ciencia y Técnica, fue adecuado el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) a las nuevas realidades y se jerarquizó la carrera de investigador científico y tecnológico. Otra dimensión del cambio producido en el orden académico fue el proceso de retorno de la investigación a la universidad pública y se promovió en los investigadores despertar su sentido de pertenencia a las universidades en que se alojaban los Institutos, en general pertenecientes al CONICET.

"Se consideró a la Universidad pública, laica y gratuita como el centro de la cultura y el motor del desarrollo de la ciudadanía y la democracia."

En 1985 se creó el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN), que estaba conformado por adhesión de todas las universidades públicas. La investigación y la enseñanza se conjugaban junto a la extensión como los tres activos centrales del quehacer universitario, complementadas con la gestión; los posgrados eran también un objetivo prioritario de desarrollo por lo que se creó el Sistema Universitario del Cuarto Nivel (SICUN), con un criterio de cooperación interuniversitaria en red; la libertad y el pluralismo estaban garantizados para todas las corrientes intelectuales y políticas; la participación, la representación y la colegialidad confirmaban la organización autónoma de las universidades públicas.

Recuerdo que la apertura democrática -ya su etapa previa- creó un clima de época en todos los ámbitos de la vida social; estábamos convencidos de que todo estaba por hacer y además, que la sociedad en su conjunto tenía ganas de hacerlo.

Con respecto al ingreso, el despertar democrático produjo un crecimiento explosivo de las solicitudes de ingreso ya en 1984, y más pronunciado hacia 1985. Según los especialistas se pasó del orden de los 600.000 estudiantes en 1983 a cerca de 900.000 en 1987. Esta situación generó una crisis sobre la capacidad instalada en materia edilicia -situación que aún persiste en nuestra universidad-, en las plantas docentes de las universidades y en la falta de becas para estudiantes de familias con escasos recursos.

La nueva política universitaria trazó un nuevo camino pero hubo también contratiempos. La masividad estudiantil estuvo acompañada de tasas de deserción elevadas ya que la efectividad educacional de las universidades no mejoró en proporción a los nuevos desafíos. El paso de los años demostró que el número de graduados era modesto, parecido a los tradicionales, cuestionando la promesa de apertura y movilidad social de aquella primavera democrática. El SICUM tuvo sus inconvenientes y a su vez, la severa restricción fiscal afectó los sueldos del personal de las universidades, que perdió valor frente a la inflación.

".. la educación cumple una función esencial en el desarrollo de las personas y de las sociedades.."

La Confederación Nacional de Docentes Universitarios (CONADU) se organizó en esos primeros años de democracia como una organización gremial específica, que nuclea asociaciones docentes propias de cada universidad. Ese fue un hecho novedoso, nunca antes la agremiación había sido vista como una forma organizativa atrayente por los profesores universitarios, que llegó para quedarse.

En los primeros meses de 1986 las veintiséis universidades nacionales habían elegido sus autoridades en el marco de sus Estatutos, aunque los porcentajes de regularización de cátedras eran modestos.

Parafraseando a Stubrin comparto que *la política universitaria entre 1983 y 1989 fue la realización actualizada del legado reformista que, en adelante signaría, con contrastes, giros y deformaciones varias la configuración del sistema universitario público hasta el presente*. Sin embargo, quiero destacar que sus postulados centrales se mantuvieron, se mantienen, más allá del color político del gobierno de turno. Todo un logro en el cual debemos destacar la tarea permanente del CIN.

Concluyo este apartado recordando, precisamente, un párrafo del discurso del Dr. Alfonsín con motivo de celebración de los 25 años de democracia (30-10-2008):

Qué otra forma tienen los argentinos sin distinción de partidos políticos para resolver los problemas generacionales de la pobreza, sino a través de la educación

3. La etapa normalizadora en nuestra Facultad de Ingeniería: punto de inflexión

Desde la presidencia del Dr. Raúl R. Alfonsín, las universidades entran en un tiempo de re-encuentro con su dormido ideario. Durante los primeros años de su presidencia y tal lo expresado, todas las universidades fueron dirigidas por rectores normalizadores -en nuestro caso por el CPN Víctor Iriarte- cuya principal meta era crear las condiciones para que cada universidad, a través de sus claustros, retomara su cauce perdido y ejerciera su autonomía. Fue parte de la respuesta de un modelo de "Estado proactivo", nekeynesiano.

"No creo equivocarme al sostener que sentamos las líneas fundacionales de las áreas académica, científica, tecnológica y de extensión..."

"...la forma que tienen los argentinos sin distinción de partidos políticos para resolver los problemas generacionales de la pobreza es a través de la educación.."

Entre 1984 y 1986, Ingeniería fue conducida por el Dr. Daniel Ávalos como Decano normalizador, a quien acompañé, de manera ad honorem, como Vicedecano y como integrante del entonces Consejo Académico Normalizador Consultivo, elegido por mis pares del Departamento de Ingeniería electrónica.

Repasar esos años me colman de alegría. Sentíamos que todo estaba por hacer a la luz de ideales y principios que nunca habíamos perdido. No creo equivocarme al sostener que sentamos las líneas fundacionales de las áreas académica, científica, tecnológica y de extensión, líneas que van mutando de acuerdo con los requerimientos de los nuevos tiempos, según demandas, avances, actores y, de ese modo, resignificándose.

Junto a los adultos, los jóvenes iban también asumiendo su nuevo rol en la universidad; durante la normalización, solo con voz, los estudiantes participaban en los órganos colegiados, más tarde, con voz y voto. La Universidad Nacional de Mar del Plata fue una de las universidades argentinas que consideró la voz y el voto del estudiante en los tribunales que entendían en los concursos docentes.

Fueron años de concursos docentes, de repatriación y de impugnaciones, de dictado de variada normativa que nos regulara, al menos provisoriamente, para concluir en la primera sesión de la Asamblea Universitaria para la elección del rector. En Mar del Plata, en 1986, el querido Arq. Javier Hernán Rojo ya fallecido, fue elegido para ocupar tales funciones. La puesta en acto de la Reforma Universitaria estaba en marcha por primera vez en la historia de nuestra Universidad.

Conformamos con otros pares una agrupación docente reformista y, desde ella, participamos activa y comprometidamente en los nuevos cuerpos colegiados, ya normalizados. En 1986 fui elegido Decano de nuestra Facultad de Ingeniería -el primero en su historia elegido democráticamente y por los tres claustros- acompañado por el Ing. Juan Suárez como vicedecano.

4. Nuestro primer decanato (1986-1989). La integración regional

Durante este período de gobierno, en nuestra Facultad de Ingeniería dimos continuidad, consolidamos y profundizamos los ejes establecidos en la etapa normalizadora, desarrollamos un gran trabajo en equipo con la activa participación de todos los claustros y, en particular, a través de las diversas comisiones del Consejo Académico y de comisiones ad-hoc, e incluimos nuevos temas en la agenda como la calidad y la vinculación con los diversos actores sociales, en particular el sector productivo de bienes y de servicios, público y privado.

Comenzamos además a trabajar la idea de bregar por la integración regional de nuestras Facultades, Escuelas, Institutos y/o Departamentos de Ingeniería (en adelante Unidades Académicas de Ingeniería – UADI), a través de la definición de estrategias comunes con el objetivo de compartir, de sumar esfuerzos.

Por tal motivo, acordamos con nuestros colegas y concretamos en nuestra Facultad de Ingeniería del 13 al 15 de marzo de 1987 el “Primer encuentro de Decana/os de las Facultades de Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires”.

Participaron de este encuentro la/os decana/os o representantes de las Facultades de Ingeniería de Olavarría y de Ciencias Exactas de Tandil, ambas pertenecientes a la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, las Facultades de Ingeniería de las Universidades Nacionales de La Plata y de Lomas de Zamora, el Departamento de Tecnología de la Universidad Nacional de Luján, el Departamento de Ingeniería de la Universidad Nacional del Sur y también como invitados especiales los Decana/os de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional y obviamente, nuestra participación como anfitriones.

“...concretamos en nuestra Facultad de Ingeniería del 13 al 15 de marzo de 1987 el “Primer encuentro de Decana/os de las Facultades de Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires”.

“Conformamos con otros pares una agrupación docente reformista y, desde ella, participamos activa y comprometidamente en los nuevos cuerpos colegiados...”

Este 1º Encuentro tuvo como objetivo Compartir la difícil problemática que presenta la universidad democrática, en pos de acordar políticas conjuntas que optimicen la integración provincial y la racionalización de los esfuerzos y de los recursos humanos y materiales disponibles. En un futuro inmediato se espera trasladar esta inquietud a nivel nacional para finalmente proponer su discusión en el marco de la ansiada integración latinoamericana.

El temario de desarrolló a agenda abierta y se acordó por unanimidad el tratamiento de los que se detallan más adelante. No puedo dejar de recordar a toda/os la/os colegas que nos acompañaron en este “nuevo emprendimiento” por su compromiso y por su visión de futuro, tal se desprende de la agenda que acordamos y de las conclusiones arribadas. Estoy seguro que esta afirmación será compartida por nuestros lectores.

¡Han pasado más de 34 años! y los temas abordados -aún encuadrados en la “dinámica de las ingenierías”- no han perdido actualidad y continúan hoy en nuestras agendas de trabajo, aggiornados pero presentes:

1. General:

Perfil del ingresante a la universidad. Orientación de la matrícula. Políticas vigentes y su uniformización.

Ciclo básico en común para todas las Facultades de Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires y su extensión a nivel nacional. Creación de centros regionales académicos (ciclo básico).

Planes de estudio. Integración y coordinación regional, provincial y nacional de las decisiones relativas a los planes de estudio y carreras existentes y a crearse. Incumbencias. Perfil del egresado (ingeniero) que necesita el país.

2. Recursos humanos y materiales:

Propuesta de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Buenos Aires. Acuerdo sobre colaboración recíproca bonaerense.

Recursos humanos: oferta, demanda, formación y optimización. Carreras docente y de investigador.

Métodos de enseñanza. Proceso de enseñanza

- aprendizaje. Planeamiento, conducción y evaluación de la enseñanza. Sistema de educación permanente: cursos de actualización y de perfeccionamiento, maestrías y doctorados.

3. Relación entre la universidad y el medio:

Convenios con instituciones y organismos municipales, provinciales y nacionales.

Creación de centros regionales de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología.

Relación entre las Facultades de Ingeniería e Industria. Relación con las PYMES. Fundaciones: experiencias.

Contratos de vinculación tecnológica (de investigación y desarrollo; de transferencia de tecnología; de asistencia y servicios técnicos). Implementación.

Integración Empresa – Estado – Banca - Universidad / Centros de Investigación y Desarrollo.

4. Diagnóstico de la situación docente:

Diagnóstico del estado de situación de la Universidad Argentina. Situación del personal docente y no docente. Jerarquización de los niveles de conducción de la universidad pública Argentina.

Cabe destacar que para el tratamiento del tema “Relación entre la universidad y el medio” se contó con la activa participación y los aportes de funcionarios del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), de la Gerencia de Desarrollo y Tecnología Profesor Sábato del Banco de la Provincia de Buenos Aires, de la Comisión de Investigaciones Científicas (CIC) de la Provincia de Buenos Aires, del CONICET; del Banco Nacional de Desarrollo (BANADE); de Argentina Tecnológica, entre otros.

Se concluyó con la aprobación de una serie de documentos correspondientes a los cuatro puntos del temario acordado. Son de una riqueza extrema,

“...recibimos con gran alegría la noticia del Encuentro de Córdoba que, sumado al de Mar del Plata generó una convocatoria similar pero a nivel nacional que concretamos en la Facultad de Ciencias Tecnológicas de la Universidad Nacional de Salta...”

“...pasaron 34 años y los temas abordados no han perdido actualidad y continúan hoy en nuestras agendas de trabajo...”

más aún si son ubicados en el tiempo de su aprobación, lo que los revaloriza. No puedo dejar de expresar mi preocupación pues varios continúan en debate, aún sin solución. Por su extensión quedan fuera de este escrito. Oportunamente copia de ellos fueron enviados a la secretaría del CONFEDI y me permito sugerir, si todavía no se concretó, su digitalización e inclusión en la web.

En síntesis, tales documentos, promovían a través de la investigación científica y tecnológica la búsqueda de la frontera del conocimiento (generación, preservación y socialización del conocimiento); la formación de grado y de posgrado y la extensión universitaria (vinculación con la sociedad, en particular con el sector productivo de bienes y de servicios público y privado).

Solo mencionaré algunas de las decisiones adoptadas, a modo de ejemplo y para destacar la amplitud de las conclusiones y recomendaciones: la preocupación por el deficitario nivel de la enseñanza media para afrontar los cursos universitarios y la recomendación por tal motivo al Congreso Pedagógico Nacional de brindar tareas de apoyo académico y vocacional a los alumnos ingresantes; el apoyo al sector industrial, en particular las PYMES, a fin de incrementar su productividad y su fortalecimiento en materia de comercialización interior y exterior; la vigencia y puesta en práctica del triángulo de las interacciones de Sábato-Botana, incluyendo la banca como instrumento de desarrollo científico, tecnológico e industrial; defensa de las industrias en atención a los avances del régimen de promoción industrial vigente; adhesión e integración a la “Estructura Iberoamericana de Apoyo a la Enseñanza de la Ingeniería” (EIBAEI) de la UNESCO; la gran preocupación por el deterioro salarial de docentes y no docentes como también bregar por una mejora del presupuesto universitario aprobado por el Congreso de la Nación; garantizar el pleno ejercicio de la autonomía; la integración con la CIC y el CONICET, entre otras conclusiones.

Acordamos continuar las discusiones, en un segundo encuentro, en la Universidad Nacional del Sur. Casi de manera paralela, las Facultades, Es-

cuelas, Institutos y/o Departamentos de Ingeniería ubicadas en la región centro-noroeste de nuestro país, también tuvieron su primer encuentro en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Por ello, podemos concluir que los encuentros de Córdoba y de Mar del Plata sentaron las bases y el origen de nuestro CONFEDI. Acordamos a posteriori que tales encuentros representaban el “I Encuentro” de nuestro Consejo.

Recuerdo que recibimos con gran alegría la noticia del Encuentro de Córdoba que, sumado al de Mar del Plata generó una convocatoria similar pero a nivel nacional que concretamos en la Facultad de Ciencias Tecnológicas de la Universidad Nacional de Salta (II Encuentro), en mayo de 1987. En él presentamos, integramos y agendamos los acuerdos de Córdoba y de Mar del Plata y abordamos los planes de estudio, las incumbencias profesionales, la metodología de la enseñanza y la formación y los estudios de posgrado. Acordamos la necesidad de una nueva convocatoria nacional. Aceptamos la invitación que nos formuló la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata donde nos reunimos en setiembre de 1987.

Este “III Encuentro” fue decisivo ya que acordamos el nombre de Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) y su logo, que se mantuvo en el tiempo y que significa la integración de las facultades de ingeniería o equivalentes (Unidades Académicas De Ingeniería - UADI) ubicadas en los cuatro puntos cardinales de nuestro país, concepto también “federal”. Elaboramos el primer borrador de los “Objetivos” y del “Estatuto” del CONFEDI y, entre otras actividades, desarrollamos las “I Jornadas de Planes de Estudio y Metodología de la Enseñanza de la Ingeniería”.

También acordamos, sobre la base de las conclusiones de todos los encuentros anteriores, la agenda a desarrollar ya en 1988, y se aprobó nuestro ofrecimiento de que sea nuestra Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, la anfitriona.

5. IV Encuentro (Reunión plenaria) del CONFEDI

El “IV Encuentro del CONFEDI” o “IV Reunión plenaria del CONFEDI” se desarrolló en nuestra Facultad de Ingeniería durante los días 15 al 19 de marzo de 1988. Significó la puesta en marcha oficial de nuestro Consejo. Contó con el apoyo económico particularmente del Banco Nacional de Desarrollo (BANADE) y las colaboraciones de la Confederación General de la Industria (CGI), de la Fundación Tecnológica de Mar del Plata, del INTI y de la misma Universidad Nacional de Mar del Plata.

El acto de apertura contó con la presencia de nuestro Rector Arq. Rojo, del Profesor Aprile como

Es hoy el CONFEDI el principal protagonista en el desarrollo de políticas educativas que posicionan a la Ingeniería argentina en un lugar de referencia a nivel internacional.

Presidente del Honorable Concejo Deliberante del Partido de General Pueyrredón –tiempo más tarde será nuestro Intendente Municipal-, y del Ing. Greco, Director de la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología (SECyT), quien abordó la conferencia inaugural titulada “La ciencia y la tecnología en la Argentina. Su integración al medio productivo”.

Tal el programa acordado por unanimidad, el Encuentro comenzó con los seminarios abiertos a la comunidad titulados “Política y gestión de la ciencia, la tecnología y la industria” y “Gestión integral de calidad y productividad” (coorganizado con la Confederación General de la Industria). Además de la presencia de la/os Decana/os contaron con un importante número de participantes tanto del ámbito universitario como externos, que disfrutaron de las disertaciones de especialistas docentes e investigadores universitarios, representantes del INTI y de su Registro de Transferencia de Tecnología, de la Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO, de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), de la CIC, del CONICET, del Banco Nación y del Banco Provincia, de ARGENTEC, de la CGI, de la Unión Industrial Argentina (UIA), de la Asociación de Industriales Textiles Argentinos (ADITA), del Programa de calidad de la presidencia de la nación y empresarios de Agfa Gevaert Argentina S.A, Laminar S.A., Megahertz S.A., Petroquímica General Mosconi; EMZO S.A., entre otros, varios de ellos vinculados además al Centro Argentino de Círculos de Calidad y a la APYMIE.

Se abordaron temas tales como el cambio tecnológico, los parques tecnológicos y las incubadoras de empresas, el capital de riesgo, la integración universidad-industria, el desarrollo y promoción de la tecnología en las empresas privadas y en particular en las PYMES, la propiedad industrial y la transferencia de tecnología, la gestión de la calidad y la introducción a la mecánica de los círculos de

calidad. la inserción de la problemática científica, tecnológica e industrial en los planes de estudio de la ingeniería, entre otros.

En forma paralela se desarrollaron el "1º Encuentro Nacional de Directores de Departamentos de Electrónica" y el "1º Encuentro Provincial de Centros de Estudiantes de Ingeniería".

Finalizados los seminarios descriptos, comenzaron las sesiones cerradas con la participación de treinta uno decana/os o representantes de las UADI, inclusive contando con la grata presencia del representante de la Universidad de la República (Uruguay).

Fueron jornadas por demás fructíferas y aprobamos finalmente doce documentos que, por su extensión, quedan fuera de este escrito, aunque, estimo, deben o deberían figurar en la página web del CONFEDI.

Aprobamos los Objetivos, el Estatuto y la constitución del Comité Ejecutivo elegido por unanimidad, el cual tuve el honor de presidir. Me acompañaron como Secretario General el Ing. Roberto Martínez, Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario y como vocales y responsables de las cinco secretarías aprobadas por el Estatuto, la/os siguientes decana/os: el Ing. Fernando Zárate, por Ingeniería de La Plata, como Presidente de la Comisión de Enseñanza de Nivel de Grado; el Ing. Carlos Prato, por Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Córdoba, como Presidente de la Comisión de Posgrado y Extensión; la Ing. Rosa M. de Breier, por la UTN Regional Buenos Aires, como Presidenta de la Comisión de Interpretación, Reglamento y Relaciones Institucionales y el Ing. Victorio Di Nuccio, por UTN Regional Avellaneda, como Presidente de la Comisión de Presupuesto, Planeamiento e Infraestructura. Tuve además la responsabilidad de presidir la Comisión de Ciencia, Tecnología e Industria. Evoco asimismo al Ing. Eugenio Ricciolini (conocido afectuosamente como Riccio), ya fallecido, quien luego presidió y durante muchos años y en forma destacada la Comisión de Presupuesto, Planeamiento e Infraestructura.

Las distintas comisiones trabajaron incansablemente, sin horario y obtuvieron conclusiones relevantes. Los documentos finales, además de los citados en el párrafo anterior, llevaron por títulos: Adhesión a la EIBAEI-UNESCO; Integración universidad-industria; Situación de la universidad argentina; Designación del Dr. Félix Cernuschi, Decano de la Facultad de Ingeniería de la UBA, como Presidente Honorario del CONFEDI y los Informes de las cinco Comisiones citadas en el párrafo anterior. Todos los documentos fueron puestos a consideración del Plenario y aprobados.

"Cuando se realizan los primeros contactos para organizar una reunión de Decanos de Ingeniería, como en todo nuevo emprendimiento, muchas son las ilusiones y los deseos de dar vida a un ámbito de discusión y de aporte de soluciones"

También, se acordó la realización el mismo año 1988 del V. Encuentro en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, donde además se celebraron las "II Jornadas de Planes de Estudio y Metodología de la Enseñanza", continuidad a las realizadas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata en 1987; el abordaje y la discusión de cómo gestionar que las universidades adquieran status jurídico que les permita contratar y comenzar la discusión de los diversos anteproyectos de ley universitaria, entre otros temas por demás destacados.

También resolvimos la publicación de un diario en cuya primera edición y con base en el IV Encuentro (Mar del Plata – 1988) publicamos los documentos aprobados, el detalle de actividades, un artículo de mi autoría titulado "La industrialización pendiente. El rol de la Universidad" y en su tapa nos preguntamos:

¿Por qué?

Cuando se realizan los primeros contactos para organizar una reunión de Decanos de Ingeniería, como en todo nuevo emprendimiento, muchas son las ilusiones y los deseos de dar vida a un ámbito de discusión y de aporte de soluciones, borrando barreras de falsa competencia ya que la problemática universitaria necesita el aporte de todos sin exclusiones.

Hoy ya es una realidad el CONFEDI. Su presencia se va incrementando a través del trabajo de sus miembros. En el mes de setiembre se efectuará un nuevo encuentro de Decanos, dónde se tratarán los despachos de las distintas comisiones. Se está trabajando y una demostración más son las ocho páginas del presente material (diario citado).

Ahora podemos dar respuesta a la pregunta que encabeza esta nota:

¿Por qué?

Porque tenemos muy claro que debemos sumar, que debemos estar en la discusión de los problemas del país, que debemos exigir y dar, que los claustros -gobierno de las facultades- hagan oír su voz, que se debe dar a nivel nacional la solución a la relación universidad-industria, que vamos a defender la enseñanza y la investigación a través de las universidades nacionales.

La reunión de setiembre en Rosario debe consolidar definitivamente el trabajo y la presencia del CONFEDI.

PORQUE TENEMOS VIDA!

Y sí que lo ha demostrado el CONFEDI por haber ampliado y consolidado sus objetivos a través del trabajo continuo y conjunto de muchos actores, durante casi treinta y cinco años de vida, habiendo conformado una Asociación Civil sin fines de lucro que reúne a decanas y decanos de más de 120 UADI públicas y privadas de todo el país, siendo el máximo representante de la educación en Ingeniería de Argentina.

Es hoy el **CONFEDI** el principal protagonista en el desarrollo de políticas educativas que posicionan a la ingeniería argentina en un lugar de referencia a nivel internacional.

Su página web -que recomendamos visitar- muestra los sustantivos avances y amplitud de rumbos tomados en todo este tiempo: enfoques por competencias; proyectos de desarrollo tecnológico social; mujeres en ingeniería; capacitación y formación; documentos de trabajo y publicaciones, inclusive la RADI; propiciando y articulando el trabajo con redes temáticas disciplinares y académicas; por citar algunos.

De su página web transcribimos:

Convencidos de que la sociedad demanda de la universidad profesionales responsables, éticos y solidarios, capaces de liderar los cambios que se vienen y de mejorar la calidad de vida de toda la comunidad, asumimos cada día el gran compromiso de trabajar en la mejora continua de la formación en Ingeniería. Es por ello que a lo largo de nuestra historia definimos documentos estratégicos, acompañamos la formulación de políticas públicas, somos miembros de asociaciones internacionales y desarrollamos innovaciones pedagógicas que permiten correr los antiguos paradigmas de la transferencia de conocimientos y enfocarnos hoy, en las competencias que necesitan desarrollar nuestras y nuestros estudiantes para estar preparados para el mundo que se viene y ser protagonistas de la transformación y el desarrollo de nuestro país.

Como cierre de este apartado me permito reiterar mi sugerencia de digitalizar todos los documentos disponibles -previa recopilación de información a la cual nuestra Facultad de Ingeniería puede realizar un aporte importante- para luego ser incluidos en la página web institucional.

También recomiendo recoger las opiniones y los puntos de vista de los distintos actores que, guardadas en sus "arcones del recuerdo" durante todos estos años, permitirán enriquecer esta presentación y además darle continuidad en el tiempo, hasta la actualidad, conformando la **HISTORIA VIVA DEL CONFEDI**

6. Comentarios finales. Desafíos ante las nuevas realidades^{7, 8}

Las universidades y por ende las UADI tienen la obligación de dar respuesta al proceso de cambio que vive la sociedad. Cabe recordar que la UNESCO tuvo una relevante participación en esta causa a partir de los años ochenta del pasado siglo, recomendándoles a las universidades que, además de sus misiones históricas de formación de recursos humanos y de investigación, debían profundizar su función de prestación pública y su rol institucional como instrumento del desarrollo territorial, en pos del bienestar colectivo. Así enfatizaba la vigencia y puesta en valor de la extensión universitaria.

7. Petrillo, Jorge D. (2020). *Prioridades para América Latina. El caso Argentina*. Sugerencias para el debate. Recopilación de opiniones coordinadas por el Dr. Pere Escorsa (España) bajo el título "Prioridades para América Latina. 11 opiniones constructivas". <https://vimeo.com/495421704> (versión resumida en el video).

8. Petrillo, Jorge Domingo (2017). *Seamos protagonistas, transformemos la universidad. Aportes para la consolidación de una universidad socialmente responsable*. En el libro celebración 50 aniversario de la UNMdP titulado *Antecedentes, proyectos y trayectorias*. Coordinadora: Mónica Bartolucci. EUDEM. Mar del Plata, Argentina.

"...las universidades deben aportar a la construcción de territorios innovadores, sistémicos y competitivos dirigidos más al bienestar colectivo y al desarrollo social."

Esto implica que, además de sus funciones históricas de docencia, investigación, formación de grado y de posgrado, también deben asumir un fuerte compromiso en la solución de las problemáticas sociales, en particular de los grupos más desfavorecidos. Al mismo tiempo y a través de la vinculación y transferencia tecnológica deben las universidades aportar a la construcción de territorios innovadores, sistémicos y competitivos.

Esto exige asumir una importante responsabilidad en la vertebración de la nueva realidad, dirigida más al bienestar colectivo y al desarrollo social. Significa una universidad que se abre, crece y aumenta sus tareas y responsabilidades, que sigue siendo el foco del pensamiento crítico pero que debe demostrar la viabilidad y aplicabilidad de sus investigaciones. Su histórico aporte social a largo plazo se ve complementado fuertemente con una contribución social, tecnológica y económica a corto y mediano plazo. Las estrategias deben dirigirse al objetivo de vincular la universidad con la sociedad como compromiso institucional.

Pero además el inicio del siglo XXI -considerado como el paso de la Sociedad de la información a la Sociedad del conocimiento- también ha gene-

rado nuevos desafíos a las universidades, exigiéndole respuestas. Es descripto por el crecimiento exponencial del conocimiento y la impresionante influencia de los avances tecnológicos y que hoy abarcan amplios y diversos campos -la mayoría interdisciplinarios- tales la inteligencia artificial (IA) y sus múltiples aplicaciones como la robótica, el Internet de las cosas (IoT), los vehículos sin conductor, la impresión 3D, los drones, como también los materiales autorreparables, el *Big Data*, la nano y la biotecnología, las energías renovables no convencionales, la computación cuántica y las escuelas al revés, por citar algunos, caracterizados por la incorporación de todo tipo de innovaciones y tecnologías⁹.

Pero también se afirma con fuerza y oportunidad el movimiento de Responsabilidad Social Universitaria (RSU), que nos permite confirmar y abordar la proyección social de la universidad. Destaco además, el fomento por parte de las universidades a la creación de "pensamiento emprendedor" y su aplicación a la creación de empresas, en un contexto de sociedades emprendedoras, las cuales se caracterizan porque el conocimiento, la innovación y el emprendimiento son consideradas fuerzas impulsoras del crecimiento económico y social, de la creación de empleos y de la competitividad en los diferentes mercados.

En síntesis, la realidad presenta amenazas pero también les ofrece oportunidades a aquellas universidades que se adapten al cambio o incluso lo promuevan desde su estrategia institucional. Considero que mis opiniones se encuadran en el concepto de **universidad innovadora y emprendedora**¹⁰, modelo que ratifica y fortalece su carácter **de bien público y su función social**. Desde esta óptica que comparto y que considero complementaria y que enriquece a sus funciones históricas, la universidad es una institución cuyos servicios están definidos particularmente por el valor social de los conocimientos que produce y socializa -acorde y en armonía con su misión y perfil- renovando y redefiniendo los lazos y los vínculos que establece con la sociedad.

9. A modo de ejemplo de la presente dinámica se destacan los avances en una nueva área de investigación: la computación neuromórfica, una fusión entre los circuitos integrados de silicio y la biotecnología. Promete convertirse en un nuevo paradigma tecnológico. Los chips neuromórficos "*son capaces de resolver problemas 100 veces más rápido que una CPU normal gracias a su alta capacidad de procesamiento y con 1000 veces menos consumo que una CPU normal*". Este concepto de laboratorio está inspirado en el funcionamiento del cerebro. Intel, IBM, Google,... y las universidades de Stamford, Manchester y el MIT, entre otras, están trabajando en esta nueva área de investigación. Estiman su aplicación comercial a partir del 2025.

10. Clark, Burton (2000). *Creando universidades innovadoras. Estrategias organizacionales para la transformación*. Editorial Porrúa. México. Revista Economía Industrial. Número 404 dedicado al *Emprendimiento universitario*, Madrid, España, 2017.

El desafío de las universidades y por ende de las UADI implica trabajar duro para lograr este objetivo, sabiendo que el proceso de transformación institucional requerido no sólo afecta la estructura universitaria, sino también a sus actores, con las potenciales dificultades que pudieran presentarse.

Debemos también tener presente que en el discutido *capitalismo globalizado de este siglo el sistema integrado transnacional de producción es considerado por los expertos como la cabeza de la Cuarta Revolución Industrial (CRI)*, liderada por el asombroso despliegue del trabajo digital a distancia (teletrabajo) y la notable expansión del comercio por Internet (*e-commerce*) que creció durante el año 2020 más del 30% a nivel mundial.

Al decir de los especialistas

los países emergentes y en desarrollo experimentarán un desafío novedoso que les exigirá no sólo una nueva estrategia económica sino ante todo una visión diferente de la naturaleza de la acumulación capitalista en la nueva etapa de la revolución industrial¹¹.

Esto significa que no habrá retorno a la globalización¹² -la que considero por lo menos polémica-vigente en la etapa prepandemia, ya que al decir de los pensadores *el shock del Corona-19 ha provocado el adelantamiento del cronograma histórico de la CRI modificando irreversiblemente la realidad.*

Luego debemos tomar nota y tener muy presente que las inversiones en la etapa de la CRI se materializan cada vez más en intangibles vinculados al conocimiento: ciencia, tecnología, innovación, propiedad intelectual, patentes y marcas, calidad,... y cada vez menos en activos físicos (plantas, equipos pesados,...). La universidad debe jugar un rol muy importante en este nuevo escenario. El futuro se ha adelantado y debemos tratar de seguir la tendencia global y adecuarnos a la misma o correremos como país el riesgo de quedar fuera del sistema mundial.

Las misiones básicas de este modelo de universidad que sin duda resulta socialmente responsable -cabe afirmar sintéticamente- son la creación de conocimiento a través de la investigación, su preservación y socialización; la forma-

"...debemos abordar la proyección social de la universidad en un contexto de sociedades emprendedoras, las cuales se caracterizan porque el conocimiento, la innovación y el emprendimiento son consideradas fuerzas impulsoras del crecimiento económico y social."

ción de recursos humanos a todos sus niveles y su inserción en la sociedad, nutriéndose de ella, aportándole una clara visión de sus problemas y brindándole soluciones alternativas realizables. Su comunidad debe ser un lazo de solidaridad y de servicios con la hoy sociedad del conocimiento. El prospectivista belga Henri Janne sueña a la Universidad sin muros: *la Universidad hará su entrada en el seno de la sociedad. La Sociedad estará en ella y ella en la Sociedad.*

Considero además que este modelo hoy está contenido en uno de los principios centrales establecidos por el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) que establece que:

La universidad debe pensarse en función de un proyecto de país y definirse como parte de los instrumentos con que cuenta el Estado para articular las demandas sociales, económicas, culturales y tecnológicas del pueblo con los saberes socialmente compartidos que se construyen en la universidad¹³.

11. Para los países emergentes implica enfatizar, entre otros campos y a modo de ejemplo, el desarrollo de los servicios de alta tecnología, promoviendo la inversión en la infraestructura propia de la época, tal la telefonía 5G y el cableado de fibra óptica de última generación en el sistema de las telecomunicaciones. Esta nueva situación requiere la expansión de las plataformas digitales como instrumento para conquistar y crear nuevos mercados tanto nacionales como internacionales

12. Cabe recordar las destacadas palabras del Papa Juan Pablo II: *Debemos globalizar la solidaridad.*

13. CIN (2015). *Las universidades públicas propiciamos una política de Estado en Educación Superior*. CABA, Argentina.

Las naciones marchan hacia su grandeza con el mismo paso que la educación, ellas vuelan si ésta vuela, ellas se precipitan y hunden en la oscuridad si la educación se corrompe o abandona.

Cabe reafirmar además que desarrollo sostenible es un modelo de desarrollo que debemos mantener y apoyar. Es la visión compartida, holística y a largo plazo que los países han acordado como el mejor camino para mejorar la vida de las personas en todo el mundo. El desarrollo sostenible promueve la prosperidad y las oportunidades económicas, un mayor bienestar social y la protección del medio ambiente. Queremos crecer juntos, transformándonos en una sociedad más justa y equitativa. Queremos también prosperar en el presente, pero sin comprometer los recursos del futuro.

En síntesis, desde el siglo pasado la universidad vive tiempos complejos ya que debe ser capaz de dar respuesta a un entorno globalizado, dinámico, cambiante e incierto, que le exige nuevos y permanentes desafíos que deben asumir las Facultades, Institutos, Escuelas y/o Departamentos de Ingeniería (UADI) a través y con la activa participación del **CONFEDI**, tal muestra su compromiso histórico.

Concluyo expresando que nuestro esfuerzo permanente debe estar dirigido a ubicar a la formación y la educación en todos sus niveles y el conocimiento (la ciencia, la técnica, la tecnología y la innovación) en el centro de la agenda y, en consecuencia, de las políticas de desarrollo, para lo cual deben ser instituidas como parte de las "Políticas de Estado"¹⁴ aún pendientes. Debemos "provocar" que sean valores extendidos en amplias capas sociales, para así poder mejorar la calidad de vida del conjunto de la sociedad.

Particularmente destaco la creciente importancia del capital humano formado y acumulado por todos los sistemas educativos, ya que resulta un factor relevante, fortalecedor del desarrollo, del crecimiento, de la búsqueda de la igualdad y la inclusión social. Debemos invertir más en **EDUCACIÓN**, en la formación de recursos humanos. Luego cabe

recordar la recomendación de uno de los grandes próceres americanos, SIMÓN BOLIVAR (1783-1830), cuando hace ya mucho tiempo expresó:

Las naciones marchan hacia su grandeza con el mismo paso que la educación, ellas vuelan si ésta vuela, ellas se precipitan y hunden en la oscuridad si la educación se corrompe o abandona.

7. Referencias bibliográficas

- CIN (2015). *Las universidades públicas propiciamos una política de Estado en Educación Superior*. CABA, Argentina.
- Clark, Burton (2000). *Creando universidades innovadoras. Estrategias organizacionales para la transformación*. Editorial Porrúa. México. Revista Economía Industrial. Número 404 dedicado al *Emprendimiento universitario*, Madrid, España, 2017.
- CONFEDI. Documentos, Diarios, Conclusiones de Encuentros plenarios... CABA, Argentina.
- González, Julio V. (1941). Conferencia: *Vigencia y actualidad de la Reforma Universitaria*. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. Del mismo autor: *La Universidad: Teoría y acción de la Reforma*. Editorial Claridad. Buenos Aires, Argentina. 1945.
- Morero, Sergio (1996). *La noche de los bastones largos*. 30 años después. Biblioteca Página 12. CABA, Argentina.
- Petrillo, Jorge Domingo (2020). *Prioridades para América Latina. El caso Argentina. Sugerencias para el debate*. Recopilación de opiniones coordinadas por el Dr. Pere Escorsa (Universidad Politécnica de Catalunya - España) bajo el título "Prioridades para América Latina. 11 opiniones constructivas". (versión resumida en el video <https://vimeo.com/495421704>).
- Petrillo, Jorge Domingo (2017). *Seamos protagonistas, transformemos la universidad. Aportes para la consolidación de una universidad socialmente responsable*. En el libro celebración 50 aniversario de la Universidad Nacional de Mar del Plata titulado *Antecedentes, proyectos y trayectorias*. Coordinadora: Mónica Bartolucci. EUDEM. Mar del Plata, Argentina. <http://www.dii.fi.mdp.edu.ar/images/Petrillo.-Libro-50-aos-UNMdPlata.pdf>
- Publicación digital sobre psicología, filosofía y reflexiones sobre la vida (2021). *La mente es maravillosa*. España.
- Stubrin, Adolfo (2018). *El gobierno de Alfonsín y la Reforma Universitaria*. Publicación Nuevos papeles. Argentina.

14. Son aquellas políticas que forman parte de las estrategias centrales de un país, definidas por amplio consenso de todos los actores relacionados, que no varían a pesar del cambio del color político-ideológico de cada gobierno. El gobierno de turno tiene la responsabilidad de ejecutarlas, la oposición de controlar su cumplimiento.

Producción Sustentable de Rellenos Óseos de Alta Adsorción de Soluciones Acuosas Terapéuticas

Ozols, A.^a; ten Hoeve I.^{a,b}; Saralegui, A.^b; Cachile, M.^c; Píol, M.N.^b; Boeykens, S.P.^b

a- Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Instituto de Ingeniería Biomédica.

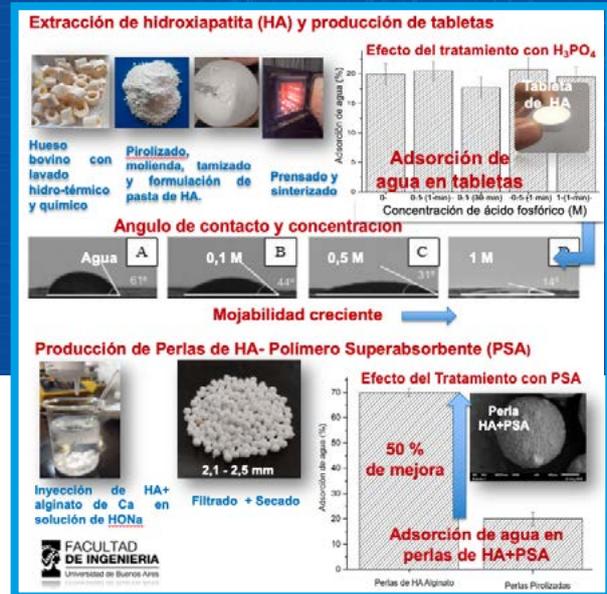
b- Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, IQAI-LaQuíSiHe

c- Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Grupo de Medios Porosos

Contacto: aozols@fi.uba.ar

RESUMEN

Se analiza la viabilidad sencilla y compatible con el medio ambiente del reprocesamiento de hueso bovino, un material muy abundante y de bajo costo, para transformarlo en productos de alto valor agregado en la regeneración ósea. Este producto es hidroxiapatita, la fase inorgánica del hueso. Mejorar su capacidad de absorción de agua y humectabilidad es el otro objetivo principal. La absorción de agua es muy importante para el uso de hidroxiapatita como vehículo de agentes terapéuticos solubles en agua para el tratamiento de patologías óseas, por medio de la incorporación de agentes terapéuticos. En este trabajo se presentan diferentes tratamientos con el objetivo de incrementar la absorción de agua en muestras de HA. Estos tratamientos son: pirólisis de hueso hasta 1100 °C, un tratamiento químico con ácido fosfórico en tabletas prensadas de hidroxiapatita en polvo y perlas de recubrimiento de hidroxiapatita con polisacáridos. Se determinó que la temperatura óptima de pirólisis es cercana a los 800 °C, con una absorción del 20% (m/m). El tratamiento químico también alcanzó una capacidad de absorción del 20% (m/m). Además, este tratamiento permitió mejorar sustancialmente la humectabilidad al reducir el ángulo de contacto de 61 a 14 grados. Las pruebas realizadas en perlas recubiertas de alginato de sodio die-



ron como resultado una absorción del 70% (m/m). Estos resultados demuestran las posibilidades de producir hidroxiapatita para injertos óseos en diversas formas (piezas irregulares, tabletas y perlas) para su aplicación médica en la reconstrucción o regeneración ósea.

ABSTRACT

We analyse the feasibility of reprocesing bovine bone, a very abundant and low-cost material, in a simple way, compatible with the environment, to transform it into products of high added value for use in bone regeneration. This product is hydroxyapatite, the inorganic phase of bones. Improving its water absorption capacity and wettability is the other main objective. Water absorption is very important for the use of hydroxyapatite as a vehicle for water-soluble therapeutic agents for the treatment of bone pathologies, through the incorporation of therapeutic agents. In this work, different treatments are presented with the aim of increasing water absorption in HA samples. These treatments are: bone pyrolysis up to 1100 °C; a chemical treatment with phosphoric acid in powdered hydroxyapatite pressed tablets; hydroxyapatite coating beads with polysaccharides. This study made it possible to determine that the optimum

Palabras clave: Sustitutos óseos hidroxiapatita, absorción de agua, ángulo de contacto.

pyrolysis temperature is close to 800 ° C, with an absorption of 20% (m / m). The chemical treatment also reached an absorption capacity of 20% (m / m). In addition, this treatment allowed to substantially improve the wettability by reducing the contact angle from 61 to 14 degrees. Tests performed on sodium alginate coated beads resulted in an absorption of 70% (m / m). These results demonstrate the possibilities of producing hydroxyapatite for bone grafts in various forms (irregular pieces, tablets and beads) for its medical application for bone reconstruction or regeneration.

INTRODUCCIÓN

Los residuos de la industria de la explotación ganadera se incineran en su mayoría para la producción de complementos alimenticios para mascotas y humanos, fertilizantes para el suelo y materia prima industrial. Son actividades con impacto ambiental y sanitario negativos. Problemas similares afectan el cultivo de pajareras con cáscaras de huevo y la actividad pesquera con escamas y huesos de pescado [1]. El desarrollo sostenible requiere un reciclaje más eficiente de estos residuos transformándolos en productos de mayor valor en una economía circular. La obtención de hidroxiapatita (HA, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$) para su uso como sustituto óseo (BS) representa un interés socioeconómico y ambiental, debido a sus aplicaciones biomédicas. Los productos derivados de HA se han utilizado para la regeneración ósea y como andamio en la ingeniería de tejidos durante mucho tiempo. Los injertos óseos y los sustitutos óseos son una demanda continua y no satisfecha a nivel mundial [2].

La HA natural tiene una arquitectura tridimensional, que favorece la colonización y proliferación de las células óseas para la reparación de los tejidos óseos, propiedad conocida como osteoconducción [3]. En este caso, el BS, a base de fosfato cálcico, es más rápido y eficaz cuando la hidratación con medios fisiológicos y sangre humedece completamente la superficie del andamio y se filtra a través de poros interconectados. Este es el requisito básico para favorecer el proceso de angiogénesis, que es necesario para el crecimiento de los vasos sanguíneos y transporte nutrientes a las células óseas a través de ellos [4]. Además, ésta es la forma en que las soluciones acuosas de agentes terapéuticos se transportan a través del tejido óseo (antisépticos, antiinflamatorios, antineoplásicos, osteoporosis, etc.) [5]. Sin embargo, existe literatura limitada sobre las formas de mejorar el proceso de hidratación y absorción de agua, probablemente debido al secreto de fabricación de ciertas empresas.

Los motivos mencionados son los disparadores del presente trabajo, que se centra en:

1. El desarrollo de un método de obtención de hidroxiapatita a partir de huesos frescos de bovino mediante tratamientos químicos y térmicos, un producto médico de gran valor, reduciendo los residuos de la actividad agropecuaria, al convertirlos en una nueva materia prima con valor agregado y contribuir a la generación de un nuevo bucle en la economía circular.
2. La determinación de la temperatura óptima de pirólisis mediante análisis térmico, gravimétrico y microscópico en el rango de 500-1100 °C, para mejorar la absorción de agua en injertos óseos.
3. La mejora de la absorción de agua y humectabilidad de la hidroxiapatita mediante un tratamiento químico con ácido fosfórico.
4. La mejora de la absorción de agua en la hidroxiapatita mediante la producción de perlas de hidroxiapatita y alginato de calcio.

DESARROLLO

1.1 Obtención de HA

La HA se obtuvo a partir de hueso fresco de ganado bovino con trazabilidad certificada por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA). Los huesos frescos se cortaron y limpiaron manualmente. Luego, se hirvieron en agua por 4 horas se sumergieron en H_2O_2 al 8% durante 48 horas. Las piezas lavadas se secaron a 150°C en un horno eléctrico durante 2 horas.

1.2 Tratamientos de HA

Las muestras de HA obtenidas se trataron de tres formas diferentes para determinar su efecto sobre la absorción de agua.

1.2.1 Pirólisis

Las piezas se calcinaron en horno eléctrico hasta 800 ° C durante 2 horas bajo flujo de aire, luego se enfriaron a temperatura ambiente, obteniendo piezas blancas completamente libres de contenido orgánico (Figura 1A). Parte del material se molió en un molino de bolas (en recipiente de porcelana de 5 litros, provisto de bolas de acero endurecido AISI 420 de 1 ") a 30 rpm durante 5 horas, tamizado para retener partículas menores de 44 μm (tamaño de malla ASTM 325) en para preparar tabletas HA (Figura 1B).

1.2.2 Producción de tabletas de hidroxiapatita

Los comprimidos de HA (Figura 1C) se produjeron mezclando una proporción de 3 g/mL de HA en polvo (más fino que 44 μm) con 2 mL de agua desionizada en un matraz para obtener una suspensión espesa de cohesión adecuada. El fango se prensó a 10 MPa durante 4 min. en matriz de acero endurecido AISI 420, con prensa hidráulica de 400 KN (TorinoTM, Argentina) en forma de comprimidos de

3-4 mm de espesor y 1" de diámetro, empleando estearato de zinc (Anedra™, Argentina) como lubricante seco. Los comprimidos moldeados se secaron en horno eléctrico a 60°C durante 24 horas.

1.2.3 Tratamiento químico

Los comprimidos de HA se sumergieron en soluciones de ácido fosfórico 0,1 M, 0,5 M y 1 M, durante diferentes tiempos. Luego, se lavaron con agua destilada y se secaron en horno eléctrico a 60°C durante 24 horas.

1.2.4 Preparación de perlas compuestas de alginato-hidroxiapatita

Las perlas de alginato-HA se obtuvieron mezclando una proporción de 2 g/mL de polvo de HA (menos de 44 µm) con 25 mL de agua desionizada en un matraz para formar una pasta de HA uniforme. Además, se preparó una solución al 1,5% m/v de alginato de calcio grado alimenticio (Planeta Verde™, Argentina) en agua desionizada a 150 rpm con agitación continua y calentamiento a 50°C, hasta obtener una solución uniforme. Luego, se agregaron gradualmente 25 mL de esta solución a la pasta de HA en las mismas condiciones. La suspensión obtenida se cargó en una jeringa de 60 cm³ (con una boquilla de 1 mm de diámetro) para inyectarla gota a gota en una solución 0,2 M de CaCl₂ de calidad analítica (Anedra™, Argentina) mantenida a 4°C. Estas gotas se coagularon en la solución obteniendo perlas esféricas (próximas a los 4 mm de diámetro) (Figura 1D). La resistencia de las perlas es el resultado de la reticulación entre aniones carboxilato de unidades de glucoronato de alginato en presencia de iones calcio [6]. Las perlas se filtraron y se secaron a 60 °C en un horno eléctrico durante 24 h, después de lo cual se contrajeron a perlas de 2,1-2,5 mm de diámetro (Figura 1E).

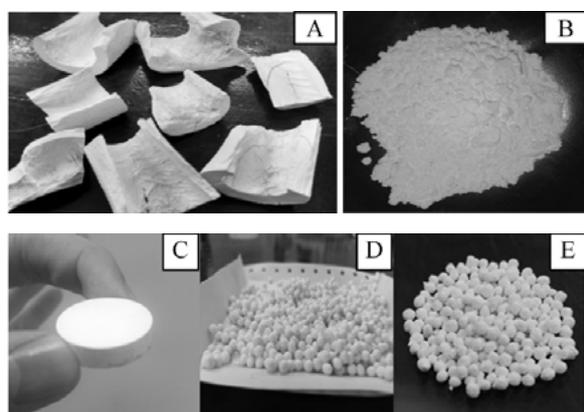


Figura 1: (A) trozos de hueso pirolizados, (B) polvo de hueso, (C) tableta de HA, (D) alginato húmedo - perlas de HA y (E) alginato seco - perlas de HA.

1.3 Caracterización de muestras de HA

Las muestras de HA se analizaron bajo flujo de aire utilizando un equipo que simultáneamente realiza un análisis termogravimétrico (TGA) y por análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC) (TA Instruments™, modelo SDT Q600).

Los grupos químicos se estudiaron mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR, Perkin-Elmer™, modelo Frontier) en modo de reflectancia total atenuada (ATR), registrándose a una resolución de 4 cm⁻¹ con un promedio de 50 exploraciones en un rango de números de onda de 400 a 4000 cm⁻¹.

La isoterma de adsorción de nitrógeno se determinó mediante el método Brunauer-Emmett-Teller (BET) [7] (N₂ a -196°C), con un sortómetro (Micromeritics™, modelo Gemini 2360). Este equipo permite determinar la superficie específica (SBET).

1.3 Medidas de absorción de agua

La determinación de la absorción de agua se realizó de acuerdo con la norma ASTM D570-98 [8]. Las muestras se colocaron en un horno a 60°C durante 24 horas; luego se enfriaron en un secador y se pesaron con precisión de 0,1 mg en balanza analítica (Mettler, EE. UU.). Cada muestra se colocó en 100 mL de agua destilada a temperatura ambiente (20°C) por intervalos de tiempo regulares. Se sacaron, después de cada intervalo y se colocaron en papel de filtro para eliminar el exceso de agua. Se pesaron y luego se devolvieron al agua. Las muestras se pesaron diariamente hasta que no hubo un cambio de peso significativo. Posteriormente, se calculó la absorción de agua según la relación:

$$\text{Absorción de agua (\%)} = (\text{peso húmedo} - \text{peso seco inicial}) * 100 / \text{peso seco} \quad (1)$$

La eventual solubilidad de todos los materiales probados se determinó pesando muestras secas calentándolas a 60°C durante 24 horas después de la absorción de agua. La fracción soluble se calculó como la diferencia entre las masas, medidas antes de la inmersión (condición inicial) y después del secado (condición final):

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = (\text{peso seco inicial} - \text{peso seco final}) * 100 / \text{peso seco inicial} \quad (2)$$

1.4 Medición de la mojabilidad

El comportamiento hidrófilo se evaluó midiendo el ángulo de contacto formado por goteo de agua desionizada sobre tabletas de superficie de HA, con y sin tratamiento con ácido fosfórico. La captura de imágenes se realizó con una cámara digital de 12,3 Mp (Nikon™, modelo D90, EEUU) con lente macro después de 1 segundo de que se colocó

una gota sobre la superficie HA. Las imágenes se procesaron utilizando el software *ImageJ 1.50*. Los resultados obtenidos fueron la media de 3 mediciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 Tratamiento térmico

Los huesos lavados con H_2O_2 se calentaron a 500, 600, 700, 800, 900, 1000 y 1100°C. Estas piezas presentaban diferente cantidad de carbono remanente debido a la pirólisis de colágeno (Figura 2).

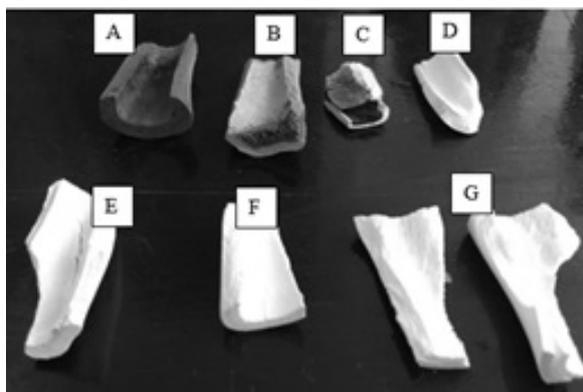


Figura 2: Hueso pirolizado a (A) 500°C, (B) 600°C (C) 700°C (D) 800°C, (E) 900°C, (F) 1000°C y (G) 1100°C.

Las piezas se analizaron mediante termogravimetría (TGA) y calorimetría diferencial de barrido (DSC) para determinar la temperatura a la que se elimina la fase orgánica. Este aspecto es relevante para la aplicación médica, que no permite la presencia de contenido de carbono, debido a su efecto citotóxico sobre los tejidos humanos del huésped [9]. Se analizaron dos piezas corticales y dos esponjosas para obtener una medida representativa de la pérdida de peso asociada con la pirólisis de la fase orgánica.

La primera pérdida de peso se produce hasta los 200°C por deshidratación ósea, lo que representa un 10% del peso inicial (Figura 3). Consta de una pérdida de peso del 55% en el hueso esponjoso y del 30% en el hueso cortical, lo que se puede atribuir a la pirólisis de materia orgánica, en el rango cercano a 400 y 500 ° C. La pérdida de peso restante se puede atribuir a la deshidroxilación de HA por encima de 850 ° C [10]. Por tanto, solo es relevante analizar la absorción de agua en piezas pirolizadas a temperaturas superiores a 500 ° C.

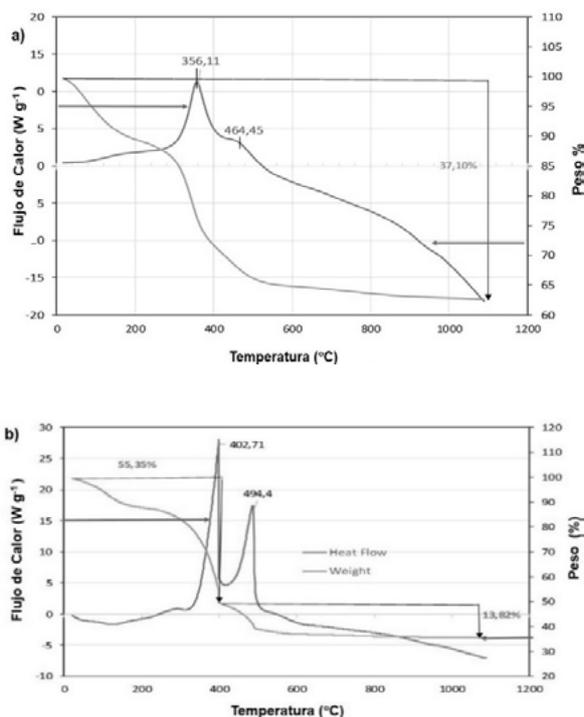


Figura 3: a) TGA y DSC de piezas corticales y b) TGA y DSC de piezas esponjosas.

La absorción de agua se determinó para las diferentes piezas con la ecuación 1 (Figura 4).

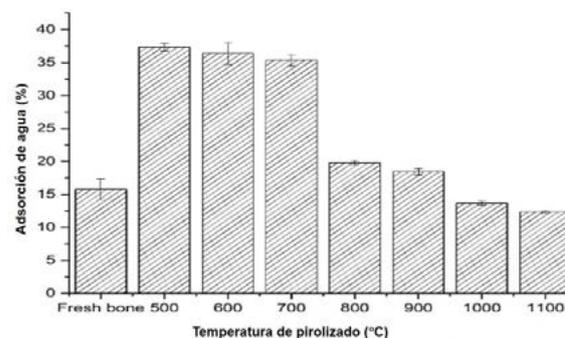


Figura 4: Porcentaje de absorción de agua del hueso tratado a diferentes temperaturas después de 24 horas de inmersión en agua.

La pérdida de peso por disolución de HA no fue superior al 0,5% (en peso) después del ensayo de inmersión. El valor máximo de absorción de agua se observó en el rango de 500-700°C disminuyendo a temperaturas más altas (Figura 7). Sin embargo, el contenido de carbono no es admisible para aplicaciones médicas debido a su efecto citotóxico. El contenido de carbono había contribuido al aumento de la superficie activa y, por tanto, al aparente aumento de la absorción de agua. Al comparar entre cada uno de los espectros FTIR (Figura 8), se pudo observar que solo los picos de absorción correspondientes a HA se encontraron en la muestra cal-

cinada a 800°C. Este hallazgo indicó que todos los compuestos orgánicos de las muestras de hueso se eliminaron por completo mediante el proceso de tratamiento térmico. En contraste, los huesos bovinos calcinados a temperaturas más bajas mostraron enlaces comunes asociados con compuestos orgánicos como el enlace C = O a 1635 cm⁻¹ [11] y un pico O – H más amplio a 3450 cm⁻¹, debido para unir grupos OH [12]. Los compuestos orgánicos se eliminaron en gran parte después del tratamiento térmico, ya que los picos en estas bandas estaban ausentes.

El análisis de Brunauer-Emmett-Teller (BET) para polvo de HA (pirolizado a 800 °C) muestra una isoterma de tipo II, que según la clasificación IUPAC es característica de un material macroporoso. Los valores específicos de superficie y volumen de poros también estuvieron de acuerdo con los materiales macroporosos, dados sus valores relativamente pequeños (Tabla 1).

Tabla 1: Superficie específica (SBET) y volumen de poros (VT) determinados con análisis BET para HA pirolizada a 800 °C.

S_{BET} (m ² .g ⁻¹)	V_T (cm ³ .g ⁻¹)
1,5	4,4 10 ⁻³

Los tratamientos superiores a 800°C favorecieron la disminución de la microporosidad efectiva, debido al transporte de masa promovido por el proceso de difusión durante el sinterizado del HA, lo que afecta el ángulo de contacto [13]. Estos efectos antagónicos llevan a seleccionar 800 °C, como temperatura óptima de pirólisis.

2.2 Hidroxiapatita con tratamiento químico

La Tabla 2 muestra los resultados de las mediciones del ángulo de contacto de tabletas de HA tratadas por inmersión de un minuto en agua desionizada y solución de ácido fosfórico 0,1 M, 0,5 M y 1 M. Se obtuvo un cambio significativo en la humectabilidad variando la concentración del tratamiento con ácido fosfórico.

Tabla 2: Medición del ángulo de contacto en tabletas de hidroxiapatita tratadas con fosfórico

Concentración de ácido fosfórico (M)	Ángulo de contacto (grados)
0	61
0,1	44
0,5	31
1	14

Se determinó la absorción de agua de estos comprimidos de HA. Los resultados se muestran en la Figura 5.

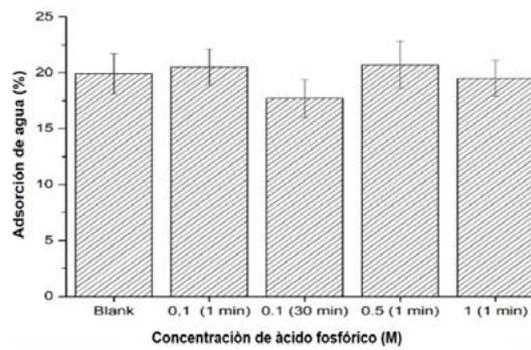


Figura 5: Adsorción de agua de tabletas de hidroxiapatita tratadas con ácido fosfórico a diferentes concentraciones y tiempos.

Es importante mencionar que en todos los casos se registró pérdida de masa, que resultó en 0%, 0,02%, 0,05%, 3% y 5% en agua desionizada y concentraciones de ácido 0,1M, 0,5M y 1M, respectivamente, luego de la inmersión de 1 minuto. Fueron posibles tiempos de inmersión en ácido más prolongados, como 30 min, a 0,1 M, lo que condujo a una pérdida de masa inferior al 0,2%. Estas muestras también se midieron y dieron un ángulo de contacto de 17 grados. Las concentraciones más altas en tiempos de inmersión más largos condujeron a la disolución de HA.

2.3 Perlas de HA

La adsorción de agua en perlas de alginato cálcico-HA mostró un aumento del 70% en relación con las piezas de HA pirolizadas de tamaño equivalente (Figura 6). Esto podría atribuirse a la naturaleza altamente hidrófila de los polisacáridos anclados en la superficie de HA. El alginato puede absorber agua y fluidos corporales hasta un 20% en peso, lo que da como resultado un gel hidrófilo. Además, su debilidad no es un factor limitante para su aplicación en la regeneración ósea, donde el entorno húmedo de la herida favorece el proceso de cicatrización ósea [14].

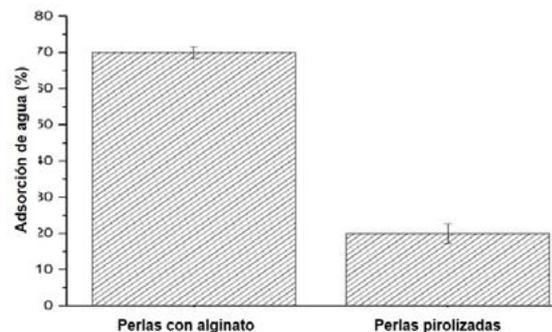


Figura 6: Adsorción de agua en perlas de hidroxiapatita y perlas de alginato-hidroxiapatita del mismo tamaño después de 24 horas de inmersión en agua.

CONCLUSIONES

Se demuestra la viabilidad técnica para la obtención de hidroxiapatita mediante el reciclaje de huesos frescos de bovino, residuos de la actividad ganadera, mediante tratamientos químicos y térmicos, obteniendo un producto de alto valor.

La absorción de agua es muy importante para el uso de hidroxiapatita como vehículo de agentes terapéuticos solubles en agua para el tratamiento de patologías óseas. En este trabajo se presentan diferentes tratamientos con el objetivo de incrementar la absorción de agua en muestras de HA.

La temperatura óptima de pirólisis de colágeno es cercana a los 800°C; cuando los injertos están libres de contenido de carbono, la absorción de agua alcanza el 20% (en peso).

El tratamiento con ácido fosfórico a una concentración de 0,1 M durante 30 minutos también conduce a una absorción de agua del 20% en peso en tabletas de polvo de hidroxiapatita prensada.

Además, este tratamiento permite la reducción del ángulo de contacto de 61 a 14 grados, favoreciendo considerablemente la humectabilidad. Esto es fundamental para potenciar el proceso de angiogénesis durante la regeneración ósea, exhibido por los injertos óseos mejor valorados que se ofrecen en el mercado.

Se puede lograr una mejora adicional en la absorción de agua hasta en un 70% cuando la hidroxiapatita se trata con una solución de alginato de calcio para obtener perlas recubiertas. Este tipo de polisacárido es un polímero superabsorbente con alta capacidad de retención de agua.

Los resultados son prometedores para el desarrollo futuro de sustitutos óseos de alto valor.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico de la Universidad de Buenos Aires (PDE 032/2020, UBACyT 2017-2020 N°20020170200204BA y 20020160100143BA).

REFERENCIAS

- [1] Wu, S. C.; Hsu, H.C.; Hsu, S. K.; Hsu, Chang, Y.C.; Ho, W.F.(2016). Synthesis of hydroxyapatite from egg-shell powders through ball milling and heat treatment, *Journal of Asian Ceramic Societies*, 4 (1) 85-90.
- [2] Martínez, C. A.; Ozols A. (2012). Biomateriales utilizados en cirugía ortopédica como sustitutos del tejido óseo. *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*, 77, 140-146.
- [3] Szczes, A.; Holysz L.; Chibowski E. (2017). Synthesis of hydroxyapatite for biomedical applications. *Adv Colloid Interface Sci*, 249, 321-330.
- [4] Mondal, S., Pal U.; Dey A. (2016). Natural origin hydroxyapatite scaffold as potential bone tissue engineering substitute. *Ceramics International*, 42 (16) 18338-18346.
- [5] Locs, D., Locs J.; Dubnika, A.; Zalite, V., Berzina-Cimdina, L. (2015). Porous hydroxyapatite for drug delivery, en Cap. 9 *Hydroxyapatite (Hap) for Biomedical Applications*, (189-209). Woodhead Publishing, Cambridge.
- [6] Fu, Y.C., Ho; M. L., Wu, S. C.; Hsieh, H. S.; Wang, C. K. (2008). Porous bioceramic bead prepared by calcium phosphate with sodium alginate gel and PE powder. *Materials Science and Engineering: C*, 28 (7) 1149-1158.
- [7] Brunauer, S.; Emmett, P. H., Teller E. (1938). Adsorption of Gases in Multimolecular Layers. *Journal of the American Chemical Society*. 60 (2) 309-319.
- [8] Tham, W., Chow W.S. and Arifin Mohd I. Z. (2010). Simulated body fluid and water absorption effects on poly(methyl methacrylate)/hydroxyapatite denture base composites. *eXPRESS Polymer Letters*, 4 (9) 517-528.
- [9] Ren, Q., Wu, Y., Ma, J., Shan, Q., Liu, S., & Liu, Y. (2019). Carbon black-induced detrimental effect on osteoblasts at low concentrations: Remarkably compromised differentiation without significant cytotoxicity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 178, 211-220.
- [10] Wang, T., A.; Dorner-Reisel; E.; Müller (2004). Thermogravimetric and thermo kinetic investigation of the dehydroxylation of a hydroxyapatite powder. *Journal of the European Ceramic Society*, 24 (94) 693-698.
- [11] Tiong, W. H., G. Damodaran H.; Naik, J. L.; Kelly; Pandit, A. (2008). Enhancing amine terminals in an amine-deprived collagen matrix. *Langmuir*, 24 (20). 11752-11761.
- [12] Bakhtiari, L., H. Rezaie; Hosseinalipour, S.; Shokrgozar, M. (2010). Investigation of biphasic calcium phosphate/gelatin nanocomposite scaffolds as a bone tissue engineering. *Ceramics International*, 36, 2421-2426.
- [13] Niakan, A.; Ramesh, S.; Ganesan, P. (2014). Sintering behaviour of natural porous hydroxyapatite derived from bovine bone. *Ceramics International*, 41, 3024-3029.
- [14] Aramwit, P. (2016) *Introduction to biomaterials for wound healing*, en cap. 1 Wound Healing Biomaterials, Vol. 2: *Functional Biomaterials*, (3-38) Woodhead Publishing, Cambridge.

La impresión 3D en la construcción de modelos para fundición

E.D. Bulejes^{1,2}, E. Leggieri², G. Oliva³, J.J. Orazi³, M. Laudanno⁴, H. Salazar⁴, R. Intelángelo⁵.

1- Lab. Informática - Facultad de Cs. Ex, Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario.

2- Área de Impresión 3D y Prototipado - Dpto. Formación Tecnológica - Instituto Politécnico Superior - Universidad Nacional de Rosario.

3- Sección Fundición - Dpto. Formación Tecnológica - Instituto Politécnico Superior - Universidad Nacional de Rosario.

4- Sección Mecanizado - Dpto. Formación Tecnológica - Instituto Politécnico Superior - Universidad Nacional de Rosario.

5- Dpto. de Formación Tecnológica - Instituto Politécnico Superior - Universidad Nacional de Rosario.

Contacto: ebulejes@fceia.unr.edu.ar
formacion.tecnologica@ips.edu.ar



RESUMEN

Se introduce una nueva técnica, la impresión 3D, en la realización de modelos utilizados en la técnica de fundición, los cuales se imprimen con dos termoplásticos diferentes y se obtienen propiedades mecánicas adecuadas. De esta forma, se logra producir modelos impresos, con características aceptables, a bajo costo y con menores tiempos de elaboración, comparados con otras técnicas de modelado, pudiendo resultar de interés para empresas del sector de fundición de metales.

ABSTRACT

A new technique, 3D printing, in the realization of models used in the casting technique is introduced. These are printed with two different thermoplastics obtaining adequate mechanical properties. In this way, it is possible to produce printed models, with acceptable characteristics, at low cost and with shorter processing times, compared to other modeling techniques, which may be of interest to companies in the metal casting sector.

INTRODUCCIÓN

Uno de los procesos más utilizados en la manufactura de piezas es el de fundición. Mediante este procedimiento el metal es llevado por encima de su punto de fusión para luego ser colado en un molde, el cual posee cavidades con la forma de la pieza que se quiere obtener. Los moldes pueden ser realizados de diferentes materiales, como pueden ser los moldes metálicos, también llamados matrices, y los moldes realizados en arena verde, entre otros. Las cavidades en los moldes de arena son generadas mediante modelos, y en las matrices por técnicas de mecanizado adecuadas a tal fin, según la complejidad de la pieza a obtener.

La impresión 3D es una incipiente tecnología que cada vez más interactúa con otras técnicas. El funcionamiento simplificado de esta máquina consiste en producir la fusión de un filamento de un termoplástico haciéndolo pasar a través de una boquilla a una temperatura tal que el material queda en estado pastoso. El filamento es extruido sobre una placa base calefaccionada, llamada cama caliente, permitiendo depositar sobre ésta, sucesivas capas de plástico. La forma de la pieza se consigue por el movimiento del cabezal extrusor y la cama caliente coordinados mediante control numérico computacional.

La variedad de plásticos y las diferentes propiedades termo-mecánicas con la cual se puede trabajar hoy en día con este tipo de impresión abre un abanico de posibilidades para su aplicar. A esto se le suma la versatilidad obtenida mediante la utilización de programas informáticos CAD-CAM, que hace de esta técnica una herramienta de trabajo muy conveniente.

Este trabajo muestra la realización de modelos fabricados mediante la utilización de impresora 3D, usados para la fabricación de piezas mediante la técnica de fundición de aluminio por moldeo en arena verde.

Con este trabajo se quiere poner en conocimiento a pequeñas y medianas empresas (PyME) del sector de la fundición, de esta nueva técnica para realización de modelos.

El desarrollo se realizó en los talleres del Departamento de Formación Tecnológica, Instituto Politécnico Superior (IPS) dependiente de la Universidad Nacional de Rosario (UNR).

DESARROLLO

Los materiales utilizados en la construcción de los modelos convencionales tienen diferentes características (ver Tabla 1).

Tabla 1: Clasificación de las características de los materiales empleados en la construcción de modelos[1].

Característica	Calificación (a)				
	Madera	Al	Acero	Plástico	Fe Fund.
Maquinabilidad	E	G	F	G	G
Resistencia desgaste	P	G	E	F	E
Resistencia mecánica	F	G	E	G	G
Peso (b)	E	G	P	G	P
Facilidad reparación	E	P	G	F	G
Resistencia a:					
Corrosión (c)	E	E	P	E	P
Hinchamiento (c)	P	E	E	E	E
(a) E: excelente; G: bueno; F: regular; P: pobre					
(b) Como un factor en la fatiga del operador					
(c) Por agua					

La utilización de la nueva tecnología de impresión 3D ha cambiado la clasificación de esta tabla en aquello referente a las características de los materiales plásticos como, por ejemplo,

- Resistencia al desgaste: pasa de F (regular) a G (bueno).
- Facilidad de preparación: pasa de F (regular) a E (excelente).

En este trabajo se utilizaron dos tipos de termoplásticos diferentes, con características y propiedades termo-mecánicas distintas, como los son el ácido poliláctico (PLA) y el copoliéster de polietileno tereftalato glicol (PETG).

Se utilizaron filamentos de estos termoplásticos del tipo comercial, especialmente fabricados para ser utilizados en impresoras 3D.

Los siguientes datos son provistos por el fabricante:

a. Filamento de PLA

Estos filamentos presentan una mayor facilidad de impresión y excelente adherencia entre capas respecto a la mayoría de los otros termoplásticos. Además, el material por ser de origen vegetal, es no tóxico y reciclable. En la Tabla 2 se muestran las propiedades del material [2].

Tabla 2: Propiedades del ácido poliláctico (PLA)

Propiedades	Valor típico	Método de ensayo	Condiciones ensayo
Físicas			
Densidad	1,24 g/cm ³	ASTM D792	
Índice de fluidez	6,0 g/10 min	ASTM D1238	210°C / 2,16 Kg
Mecánicas			
Resist. tracción	53 Mpa	D882	
Elongación a rotura	6%	D882	
Módulo elást. en tracción	3,6 Mpa	D882	
Dureza	-	-	
Resist. a flexión	83 Mpa	ASTM D790	
Resistencia al impacto	16 J/m	ASTM D256	Izod con entalla 1/8"
Térmicas			
Temp. deflexión bajo cargas	55°C	E2092	66psi (0.45Mpa)

b. Filamento de PET-G

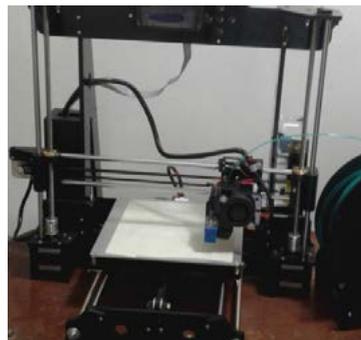
Es un copoliéster transparente y resistente, de excelente adherencia entre capas. No es tóxico y es reciclable. Resistente a los ácidos y a las bases. Las propiedades de este termoplástico pueden verse en la Tabla 3 [3].

Tabla 3: Propiedades del copoliéster de polietileno tereftalato glicol (PETG)

Propiedades	Valor típico	Método de ensayo	Condiciones de ensayo
Físicas			
Densidad	1,27 g/cm ³	ASTM D792	
Mecánicas			
Resist. Atracción	50 Mpa	ASTM D638	
Elongación a rotura	130%	ASTM D638	
Dureza, Rockwell R	106	ASTM D785	
Resistencia a flexión	70 Mpa	ASTM D790	

Resistencia al impacto	101 J/m	ASTM D256	Izod con entalla, 23°C
Térmicas			
Temp. deflexión bajo cargas	64°C	ASTM D648	1,82 Mpa

Para la fabricación de los modelos se utilizó una de una serie de impresoras 3D (Figura 1) construidas en los talleres del Instituto Politécnico Superior – Universidad Nacional de Rosario.

**Figura 1: Impresora 3D, Dpto. Formación Tecnológica, IPS, UNR.**

La impresora cuenta con las siguientes características generales a destacar:

- Área de impresión útil: 200 x 200 x 260 mm
- Boquilla extrusora metálica de 0,4 mm que puede trabajar con temperaturas de hasta 300°C.
- Filamento de 1,75 mm de diámetro
- Cama de impresión caliente de temperatura controlada

Con lo cual se puede lograr la impresión de materiales termoplásticos diversos como PLA, PET, PETg, ABS, Nylon, policarbonatos, entre otros.

La matriz que se venía utilizando y que se quiere reemplazar debido a los desgastes que posee, como también por su baja productividad (Figura 2).

**Figura 2: Matriz deteriorada, Dpto. Formación Tecnológica, IPS, UNR.**

Como se puede observar, el estado de deterioro de la misma es avanzado, pudiendo ser restaurada mediante la técnica de electrodeposición, la cual tiene un alto costo.

Haciendo comparaciones de las características generales entre una máquina de electroerosión por penetración y una impresora 3D, con áreas de trabajo semejantes, pueden verse las diferencias marcadas entre ambas (Tabla 4).

Tabla 4: Comparación de algunas características entre la máquina de electroerosión e impresora 3D

	Electroerosión	Impresora 3D	Precio
Velocidad trabajo	3 mm/s	30 – 150 mm/s	
Corriente máx.	40 A	20 A	
Potencia consumo máx	3500 W	240 W	
Consumibles	Cu electro-lítico 20 unid x Ø1.6x400 mm		\$18600
		PLA filamento Ø1.75x320000 mm	\$1200

La velocidad de trabajo de la impresora 3D es, por lo menos, 10 órdenes mayor que la de electroerosión. Otro factor a destacar es la diferencia entre la potencia eléctrica y el costo de los consumibles de ambas máquinas.

Método experimental

Se procede a realizar el diseño de los modelos mediante programas CAD [5], según las dimensiones especificadas para lograr un correcto llenado del molde durante la colada (Figura 3).



Figura 3: Diseño del modelo en CAD.

Luego se utiliza un programa informático CAD-CAM [6] que pasa a lenguaje de máquina el diseño del modelo realizado (Figura 4).

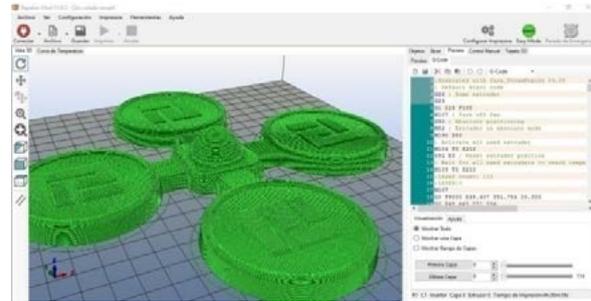


Fig. 4: Programa CAD-CAM

Una vez obtenido el programa en lenguaje de máquina, se puede comenzar con la impresión 3D (Figura 5), configurando los parámetros necesarios de la misma para lograr llevar a cabo la pieza. Las temperaturas de extrusión utilizadas para el PLA son de 210°C y para el PET-G de 245°C. La temperatura de las camas es de 55°C y 85°C, respectivamente.

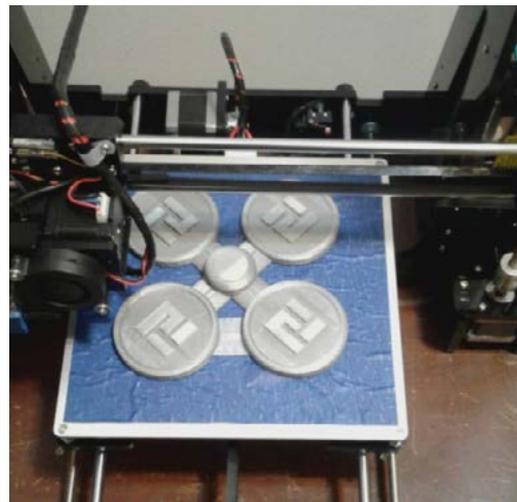


Figura 5: Impresión 3D de modelo.

Como puede verse en la figura 5, se presenta el modelo ya terminado e impreso en PLA. Según resulta de la Tabla 2, a los modelos realizados con este material, requieren ser reforzados con resina epoxi, debido a una insuficiente resistencia al impacto, evitando de esta forma la rotura de los mismos durante el moldeo (Figura 6). Por ello, se cambia el material termoplástico utilizado para la realización de las piezas por PETg, con el cual se obtiene mejores resultados en cuanto a su resistencia al impacto (Tabla 3). Se logra de esta forma evitar el posterior tratamiento con resina epoxi (Figura 7).



Figura 6: Modelo realizado con PLA reforzado con resina epoxi.



Figura 8: Molde de arena.



Figura 7: Modelo realizado con PETg.



Figura 9: Pieza colada en molde.

La preparación de los moldes (Figura. 8) se realiza siguiendo el procedimiento de la forma tradicional [8], utilizando arena verde.

Es de remarcar, que el aluminio utilizado para la realización de este trabajo, se obtuvo de piezas recicladas, contribuyendo de esta forma al cuidado del medio ambiente.

La fusión del aluminio se llevó a cabo en un horno a quemador, diseñado y construido en los talleres del Departamento de Formación Tecnológica del Instituto Politécnico Superior, UNR. La colada se realiza a una temperatura de 800°C, sin necesidad de realizar un tratamiento térmico de precalentamiento a los moldes [9] (Figura.9).

Se obtiene un árbol de piezas fundidas (Figura 10), en el cual las piezas presentan un acabado superficial aceptable comparado con las piezas coladas en la matriz que se obtienen deterioradas (Figura 11).



Figura 10: Árbol obtenido de modelos plásticos.

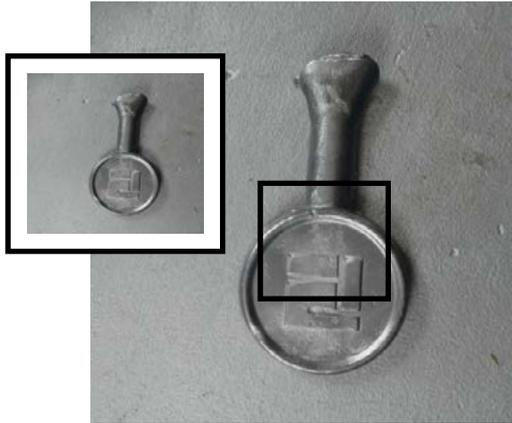


Figura 11: Pieza con canal de colada obtenida de matriz y aumento de zona dañada.

Hay que remarcar que se realizan trabajos manuales, obteniéndose por cada colada cuatro piezas realizadas utilizando modelos 3D contra uno con matriz.

Mediante un mecanizado posterior, se obtienen piezas de muy buen acabado, mejorando el aspecto visual y de buenas condiciones dimensionales [10].



Figura 12: Producto final,

CONCLUSIONES

Se consigue el reemplazo de una matriz de moldeo deteriorada y de baja producción mediante la utilización de nuevas tecnologías, como es la impresión 3D.

Se logra diseñar y construir modelos a muy bajo costo y de una resistencia mecánica aceptable.

Se recomienda la utilización de modelos impresos con PETg y/o PLA, estos últimos con un refuerzo de resina epoxi.

Se evita la utilización de electroerosión para la reparación y/o construcción de la matriz, con el ahorro de los consecuentes costos elevados de esta técnica.

Las piezas obtenidas luego de la colada, presentan un acabado superficial inferior al obtenido

mediante la utilización de la matriz sana, pero mediante un mecanizado posterior se consigue mejorar la apariencia visual.

Por lo expuesto, la impresión 3D posibilita la elaboración de modelos, y debería ser tenida en cuenta como una poderosa herramienta complementaria a la técnica de fundición y moldeo. Por tal, se debería iniciar la transferencia de tecnología a las empresas del sector e incorporarse a los planes de estudio para la formación de Ingenieros y técnicos.

Referencias

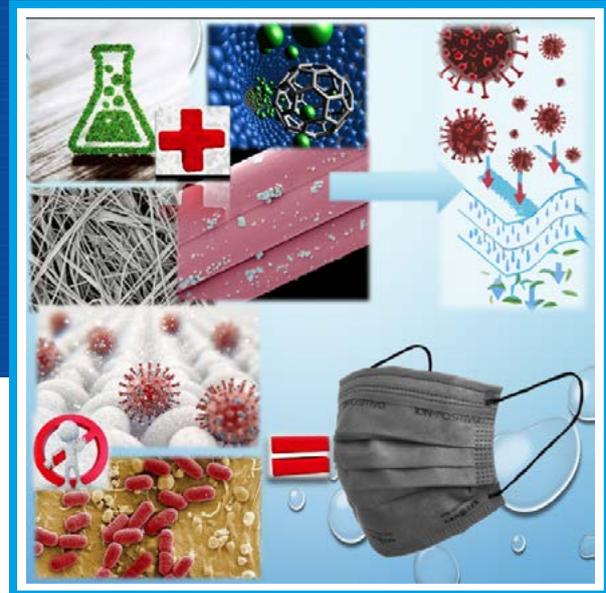
- [1] D.C. Ekey y W.R. Winter (1998). Introduction to Foundry Technology, New York, McGraw-Hill.
- [2] <http://www.printalot.com.ar/TDS/TDS-LA.pdf>
- [3] <http://www.printalot.com.ar/TDS/TDS-PETg.pdf>
- [4] John Campbell, (1991). Castings.
- [5] Programa informático SolidWorks (2016), versión educativa.
- [6] Programa informática Repetier – Host, CuraEngine y Slic3r, open source.
- [7] Coca, P. y Rosique, J., (1989). Tecnología Mecánica y Metrotécnica, Pirámide, Madrid,
- [8] ASM Metals HandBook Volume 15 (1992) – Casting. pág. 737–769.
- [9] Abril, E. R., (1956). Metalurgia técnica y fundición. Buenos Aires: Alsina.
- [10] S. Kalpakjian, S.R. Schmid (2008). Manufactura, Ingeniería y Tecnología, 5ta Edición, Edit. Pearson Education, pág. 790–833.

Desarrollo de barbijos autosanitizantes antivirales y antibacterianos

López, Gerardo D.^a; Tobías, Horacio^a; Mancini, Sonia^a

a. Nanotek SA

Contacto: gerardo.lopez@nanotek.ws



RESUMEN

Se presenta el desarrollo de un barbijo que incorpora el estado del arte en nanociencia para combinar la filtración de los aerosoles que difunden la Covid19 mediante un sistema de tres capas, con características antivirales y bactericidas que neutralizan virus y microorganismos que lleguen a su superficie. Este barbijo tiene una estructura SMS, es decir integrada por tres capas textiles (dos de *spunbond* y una de *meltblown*). La función de esta estructura tricapa es maximizar la retención de partículas y aerosoles que actúan como vectores de virus y bacterias. Adicionalmente, las capas de *spunbond* están tratadas con nanoplatina coloidal nanArgen[®] mediante el proceso Kiss-roll. De esta manera, los microorganismos que llegan al barbijo son inactivados (en el caso de los virus) o muertos (en el caso de las bacterias), lo que permite el uso prologado de la mascarilla ya que la misma es autosanitizante. Mediante ensayos normalizados se ha verificado una eficacia de filtración promedio de bacterias del 99,86%. En bioensayos, utilizando el Coronavirus CCoV, se alcanzó una eficacia antiviral de 81,09% a los 5 minutos de contacto, 98,11% a los 30 minutos, 96,42% a los 60 minutos y 98,86% al cabo de 2 horas. Complementariamente, en el mismo ensayo se demostró que el material no es citotóxico. Además, en ensayos según ISO 20743, utilizando microorganismos *S. aureus* ATCC 25923 y *E. coli* ATCC 25922, se determinó una eficacia antibacteriana mayor al 99,9%.

ABSTRACT

The development of a protective face mask that incorporates the state of the art in nanoscience is presented. It combines the filtration of aerosols that spread Covid19 through a three-layer system, with antiviral and bactericidal characteristics that neutralize viruses and microorganisms that reach its surface. This face mask has an SMS structure, made up of three textile layers (two spunbond and one meltblown). The function of this three-layer structure is to maximize the retention of particles and aerosols that act as vectors for viruses and bacteria. Additionally, the spunbond layers are treated with nanArgen[®] colloidal nanosilver using the Kiss-roll process. Thus, the microorganisms that reach the chinstrap are inactivated (in the case of viruses) or killed (in the case of bacteria), which allows prolonged use of the mask since it is self-sanitizing. Through standardized tests it has been verified that the mask achieves an average filtration efficiency of bacteria of 99.86%. In bioassays, using the CCoV Coronavirus, an antiviral efficacy of 81.09% was achieved after 5 minutes of contact, 98.11% after 30 minutes, 96.42% after 60 minutes and 98.86% after 2 hours. The same test verified that the material is not cytotoxic. Furthermore, in tests according to ISO 20743, using microorganisms *S. aureus* ATCC 25923 and *E. coli* ATCC 25922, an antibacterial efficacy greater than 99.9% was determined.

Palabras clave: Vinculación tecnológica, impresión 3D, modelado, fundición, materiales, enseñanza.

INTRODUCCIÓN

La nanociencia plantea la manipulación de la materia a la escala atómica y su derivada, la nanotecnología, el aprovechamiento de estos procesos para la generación de materiales con características que no se pueden conseguir mediante otras tecnologías. Por tal motivo, existe cada vez más consenso en considerar a la nanotecnología como la quinta revolución industrial [1], [2]. Si bien su estado actual es tan incipiente como la informática del último tercio del siglo XX, la nanotecnología está llamada a producir cambios tan radicales y transversales a todas las áreas como las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs). De hecho las mismas TICs sufrirán una vuelta de tuerca a partir de la nanoelectrónica [3].

Sin embargo, la nanotecnología aún no encuentra sitio específico en la formación de los ingenieros [4], [5], y tampoco es percibida adecuadamente por la población en general [6], [7]. Por eso es importante mostrar que ya funcionan aplicaciones tangibles de los nanomateriales, como los textiles modificados que forman la base innovadora del barbijo autosanitizante que se presenta en este trabajo.

El desarrollo consiste en una mascarilla de protección que incorpora el estado del arte en nanociencia para combinar la filtración de los aerosoles que difunden la Covid19 mediante un sistema de tres capas, con características antivirales y bactericidas que neutralizan virus y microorganismos que lleguen a su superficie. En este desarrollo se combina la experiencia textil de la empresa Siete Ideas con la vuelta de tuerca innovadora de este barbijo, que es la nanotecnología aplicada provista por Nanotek SA. Nanotek es un *spinoff* académico, es decir una empresa del conocimiento generada a partir de investigadores de UTN y CONICET.

DESARROLLO

La estructura textil del barbijo se define como SMS, es decir integrada por tres capas textiles (dos de *spunbond* y una de *meltblown*), con costuras hechas por ultrasonido. La función de esta estructura tricapa es maximizar la retención de partículas y aerosoles que actúan como vectores de virus y bacterias. Adicionalmente, las capas de *spunbond* están tratadas con nanoplata coloidal nanArgen® mediante el proceso kiss-roll. De esta manera, los microorganismos que llegan al barbijo son inactivados (en el caso de los virus) o muertos (en el caso de las bacterias), lo que permite el uso prolongado de la mascarilla ya que la misma inhibe la contaminación microbiológica.

La estructura textil adoptada corresponde a la que se emplea en la mayoría de los barbijos de alto desempeño para cirugía [8]. El material es polipropileno no tejido. El *spunbond* utilizado para las capas interna (en contacto con la piel) y externa (expuesto al ambiente) presenta la durabilidad y la resistencia mecánica como sus dos principales propiedades. Por su parte, el *meltblown* usado para la capa del medio tiene una resistencia a la tracción relativamente baja pero, debido a las fibras pequeñas y con mayor superficie específica, exhibe excelentes propiedades de absorción de humedad y de barrera frente a fluidos y partículas. La Figura 1 esquematiza el diseño adoptado.

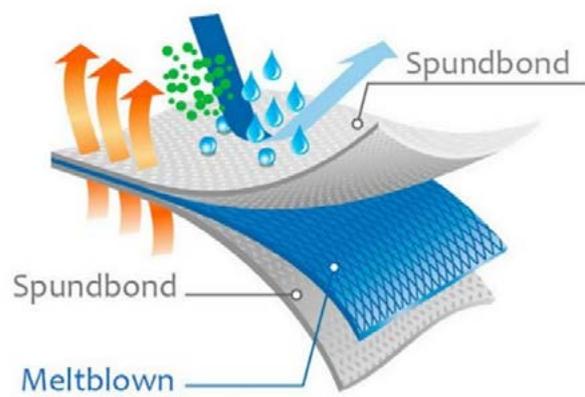


Figura 1: Estructura textil del barbijo autosanitizante

La nanoplata, nanArgen, aplicada sobre la matriz textil se obtiene mediante síntesis química, en un proceso que ha sido detallado en publicaciones anteriores [9]. Esta síntesis se lleva a cabo cumplimentando los criterios de la química sostenible (también llamada *green chemistry*), lo que implica la minimización o eliminación de productos nocivos para las personas y el medio ambiente.

Estos criterios se resumen en los siguientes principios o conceptos (entre paréntesis se menciona como se aplica cada uno a la fabricación de nanArgen):

1. Prevención. Es preferible evitar la generación de residuos que tratarlos para su disposición final (nuestro proceso es de emisión cero).
2. Eficiencia atómica. Los métodos de síntesis deben ser diseñados para conseguir la máxima incorporación en el producto final de todas las materias usadas en el proceso (por ser de emisión cero, todos los insumos y los compuestos en que se transforman quedan incorporados al producto).
3. Síntesis segura. En lo posible, se deben diseñar procesos con máxima salubridad res-

pecto de las personas y mínima ecotoxicidad para el cuidado del ambiente (se cumple por el uso de compuestos naturales como azúcares y almidones para la síntesis y funcionalización de las nanopartículas).

4. Productos seguros. Se deben diseñar productos que resulten eficaces para el uso previsto pero que tengan baja toxicidad (nanArgen es un microbicida y fungicida eficaz, pero usado de acuerdo con las recomendaciones no afecta a las personas. Por ejemplo, los productos formulados con esta nanoplatina son hipoalergénicos).
5. Disolventes seguros. Las sustancias auxiliares (disolventes, agentes de separación, etc.) deben ser lo más inocuas que sea factible (nuestro disolvente es agua ultrapura).
6. Fuentes renovables. Las materias de partida deben ser renovables, en lo que resulte practicable técnica y económicamente posible (para fabricar nanArgen, salvo la sal del metal noble, solo se usan compuestos orgánicos de la familia de los azúcares).
7. Evitar derivados. La formación innecesaria de derivados debe ser evitada en cuanto sea posible (al ser un proceso de emisión cero, todos los compuestos ingresados al proceso se encuentran en el producto final, por lo que no es necesario purgar, filtrar o eliminar ningún tipo de compuestos derivados).

DESEMPEÑO

Cada una de las características relevantes del barbijo autosanitizante y de las funciones de cada uno de sus componentes, ha sido verificada aplicando normas de uso internacional. Los resultados de estas evaluaciones se resumen a continuación.

Caracterización de la nanoplatina

Las nanopartículas de plata metálica nanArgen® ($\text{Ag}^0 > 99\%$) estabilizadas en agua calidad analítica tipo I (18,2 MΩ) se emplean usualmente para incorporar características bactericidas, fungicidas y virucidas a una gama de productos finales.

Se ha determinado según norma [10] la concentración inhibitoria mínima (CIM) frente a diferentes microorganismos, con los siguientes resultados: *E. coli*: 0,00061 mg/mL; *S. aureus*: 0,00122 mg/mL; *P. aeruginosa*: 0,00122 mg/mL; *A. niger*: 0,00098 mg/mL y *C. albicans*: 0,00098 mg/mL

El color de las suspensiones de nanoplatina resulta de una combinación entre la concentración, la funcionalización y el tamaño promedio de partículas, pero en todos los casos se verifica el plasmón típico de la nanoplatina por espectrofotometría UV- vis

(Figura 2).

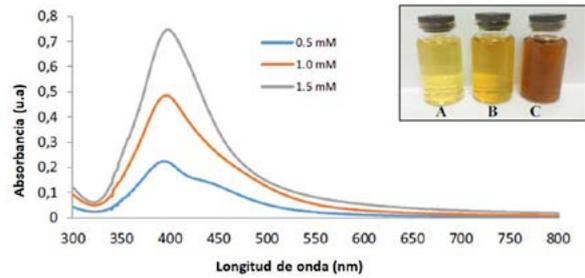


Figura 2: Caracterización de suspensiones de nanArgen

La determinación de tamaño de partículas evidencia que las suspensiones de nanArgen® son monodispersas (Figura 3). La identificación espectrofotométrica mediante la técnica EDS muestra el pico típico de la plata metálica (Figura 4).

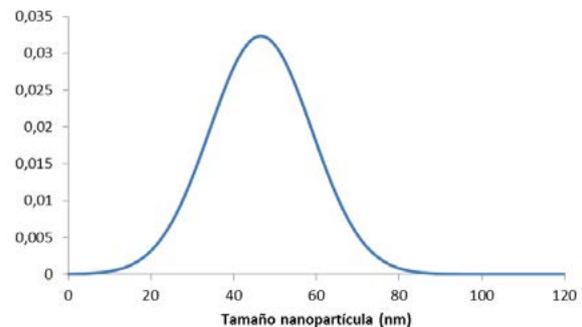


Figura 3: Tamaños de partículas de nanArgen

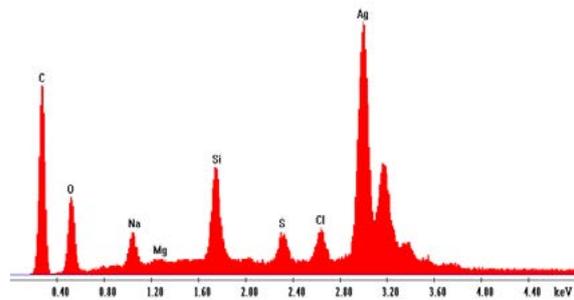


Figura 4: Análisis EDS de muestra de nanArgen

Capacidad filtrante de microorganismos

El estudio para evaluar la eficiencia de filtración de bacterias (BFE = *Bacterial Filtration Efficiency*) fue realizado aplicando una metodología que cumple los requerimientos de Estados Unidos de Norteamérica [11] y de Europa [12].

Se utilizó un aerosol con una suspensión concentrada de *Staphylococcus aureus* ($1,7$ a $3,0 \times 10^3$ UFC/ml, con un promedio de $2,9 \times 10^3$ UFC/ml) que fue atomizada a través del material a razón de 28,3 litros por minuto. La BFE se calcula como la di-

ferencia porcentual entre el promedio de unidades formadoras de colonias (UFC) que son nebulizadas contra la muestra y las UFC recuperadas aguas abajo de la muestra.

Tabla 1: Eficiencia de filtración de bacterias (BFE)

Muestra	Eficiencia %
1	>99,9
2	99,8
3	99,9
4	99,7
5	99,9

La Tabla 1 presenta los resultados obtenidos en el ensayo por quintuplicado, lo que da finalmente una eficacia promedio de filtración de bacterias del 99,86%.

Capacidad filtrante de nanopartículas

El estudio para evaluar la eficiencia de filtración de partículas no viables (PFE = *Particles Filtration Efficiency*) fue realizado de acuerdo a norma estadounidense [13]. Se utilizaron esferas monodispersas de látex de poliestireno, de 300 nanómetros de diámetro, atomizadas a través del material a razón de 28,3 litros por minuto. La eficacia se calcula comparando las partículas que pasan a través de la muestra con respecto a las partículas atomizadas durante un minuto. La Tabla 2 presenta los datos experimentales.

Tabla 2: Eficacia de filtración promedio de partículas

Muestra	Partículas pasantes	Partículas atomizadas	Eficacia %
1	23	13.144	99,75
2	43	13.626	99,68
3	42	12.432	99,66
4	42	12.791	99,67
5	45	12.853	99,65

De los datos tabulados se calcula una eficacia promedio de filtración de partículas del 99,68%.

Capacidad antiviral

La característica de autosanitizante se valida verificando la capacidad antiviral y antimicrobiana del material. Para evaluar la eficacia en la inactivación de virus, se aplicó una norma internacional [14], utilizando 0,2 ml de suspensión de coronavirus canino (CCoV). Las condiciones del ensayo fueron: temperatura ambiente ($22 \pm 2^\circ\text{C}$) y humedad relativa $>70\%$, con tiempos de exposición desde 5 minutos a 2 horas. La Tabla 3 resume los resultados obtenidos.

Tabla 3: Evaluación de actividad antiviral

Tiempo (minutos)	Muestras triplicadas	Título viral promedio (log)	Actividad antiviral %
5	A-B-C	5,92	81,09
30	A-B-C	4,92	98,11
60	A-B-C	5,20	96,42
120	A-B-C	4,70	98,86

De los datos tabulados se verifica que prácticamente desde el inicio del contacto del material tratado con la suspensión viral comienza el efecto buscado, alcanzando una eficacia antiviral máxima del 98,86% al cabo de 2 horas.

Complementariamente, se llevó a cabo el ensayo de citotoxicidad *in vitro*, que permite determinar si un producto o compuesto tendrá efectos tóxicos sobre células vivas. Es una forma rápida, estandarizada y sensible para evaluar materias primas y productos médicos. En este caso, las muestras tomadas durante todo el ensayo de contacto demostraron no ser citotóxicas cuando fueron inoculadas puras sobre monocapas de células de la línea CRFK, ya que no se observó des-adherencia, redondeamiento ni lisis.

Capacidad antimicrobiana

Esta característica fue evaluada mediante la norma internacional más utilizada para textiles [15]. Los cultivos microbianos utilizados fueron *Escherichia coli* ATCC 25922 (cepa Gram-) y *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (cepa Gram+). Se prepararon inóculos iniciales con una concentración de $5,0 \times 10^5$ UFC/ml con cada una de las cepas.

Las Tablas 4 y 5 presentan los resultados obtenidos para ambos tipos de cepas.

Tabla 4: Eficacia antibacteriana frente a E. coli

Muestra	UFC/ml	U_1	A_1	R	Eficacia %
control	$9,8 \times 10^6$ (A)	6,99	---		
tratada	10 (B)	---	1	5,99	>99,99

Tabla 5: Eficacia antibacteriana frente a S. aureus

Muestra	UFC/ml	U_1	A_1	R	Eficacia %
control	$1,9 \times 10^6$ (A)	6,28	---		
tratada	10 (B)	---	1	5,28	>99,99

La actividad antibacteriana logarítmica (R) se calcula directamente por resta:

$$R = U_1 - A_1$$

Donde U_1 es el \log_{10} de las UFC recuperadas del textil control sin tratar y A_1 es el \log_{10} de las UFC recuperadas del material tratado con nanoplata.

La eficacia porcentual, por su parte se calcula según:

$$\text{Eficacia\%} = (A-B) \times 100 / A$$

Donde A es el recuento de microorganismos viables en el material sin tratar y B son las UFC contadas sobre el textil tratado, en ambos casos luego de la incubación.

Los resultados de las Tablas 4 y 5 confirman que las muestras ensayadas poseen una eficacia antibacteriana mayor al 99,99% (más de 5 unidades logarítmicas) frente a bacterias Gram negativas y Gram positivas.

Ambos resultados fueron a su vez reconfirmados por el Centro de I&D de Nanotek en el Parque Tecnológico Litoral Centro, aplicando otra técnica, denominada "halo de inhibición" [16].

En este ensayo, con las mismas cepas mencionadas previamente y según se puede ver en las Figuras 5 y 6, se observaron halos de inhibición en ambos casos.

La norma aplicada para el ensayo establece como criterio que el resultado óptimo se obtiene cuando no existe crecimiento en la zona de contacto, y se observa un halo de inhibición superior a 1 mm.

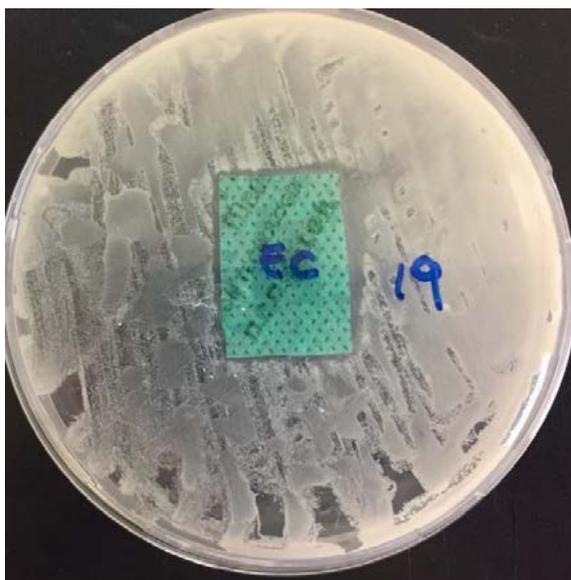


Figura 5: Evaluación de halos de inhibición E. coli

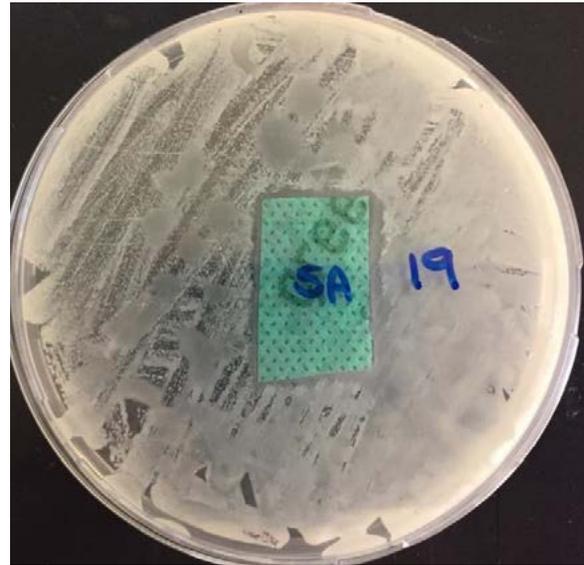


Figura 6: Evaluación de halos de inhibición S. aureus

Según las mediciones efectuadas de los halos de inhibición de crecimiento bacteriano que se forman alrededor de los bordes del material tratado, éstos miden 2mm. Por lo tanto, los resultados indican que el material presenta una capacidad antibacteriana óptima en los términos de la norma ISO referenciada, tanto frente a bacterias Gram negativas como Gram positivas.

CONCLUSIONES

Del análisis y discusión de los resultados, se concluye que se ha alcanzado el objetivo planteado de desarrollar barbijos innovadores, que complementan excelentes características de filtración [17] con características autosanitizantes conferidas al material por la incorporación de nanopartículas de plata.

Respecto de la función filtrante, los resultados permiten clasificar a estos barbijos como tipo IIR según la normativa europea [18] o nivel 3 según los estándares estadounidenses [19].

Respecto de la propiedad autosanitizante, que es el valor agregado innovador del producto por la nanotecnología aplicada, la misma queda sobradamente probada por los valores alcanzados de capacidad antiviral mayor al 98% y eficacia antibacteriana superior al 99,99%, tanto para microorganismos Gram positivos como Gram negativos.

REFERENCIAS

- Nasser A. (2019). *The Nanotechnology: The Fifth Industrial Revolution*, Amazon, ISBN 1793441499
- Rai S, Rai A. (2015). Nanotechnology - The secret of fifth industrial revolution and the future of next generation. *Nusantara Bioscience*, 7: 61-66.
- Gabor A. Somorjai, Feng Tao, Jeong Young Park (2008). *The Nanoscience Revolution: Merging of Colloid Science, Catalysis and Nanoelectronics. Topics in Catalysis*, volume 47, 1-14
- Drivet L., López M. B., López G. D. (2018). *La formación de los ingenieros como vectores de innovación: consideraciones históricas y filosóficas*. Actas IV CADI / X CAEDI, 1121-1127
- Drivet, L.; López, M. B.; López, G. D. (2017). *¿Hay lugar en el fondo? Reflexiones éticas sobre la enseñanza de la (nano)ciencia y su vínculo con la sociedad*. Actas V JEIN, 182-187
- López M. B., Drivet L., López G. D. (2017). *Nanotecnología y sociedad: intereses, valores y actitudes en estudiantes de ingeniería de Argentina*; Actas V JEIN, 164-169
- López M. B., Drivet L., López G. D. (2018). *Nanotecnología y sociedad: contraste de percepción entre estudiantes de ingeniería y población general*. Actas IV CADI / X CAEDI, 1101-1107
- Ciuffreda S., Picotti Ch., Pescio P. (2020). *Medical face masks on the market: Review of materials, characteristics and performed tests*. Eurofins Biolab. Italia
- Freitas Cordeiro L., Fell Marques B., Wilges Kist L., Reis Bogo M., López G. D., Pagano G., Monserrat J. M. (2014). *Effects of fullerene and nanosilver nanomaterials against bacteria associated to the body surface of the estuarine worm *Laeonereis acuta* (Polychaeta, Nereididae)*. Marine Environmental Research, 99, 52-59
- AENOR (2006) *UNE-EN 1040. Antisépticos y desinfectantes químicos. Ensayo cuantitativo de suspensión para la evaluación de la actividad bactericida básica de los antisépticos y desinfectantes químicos. Método de ensayo y requisitos (fase 1)*. Asociación Española de Normalización, Madrid, 43 pp.
- ASTM (2019) *F 2101. Standard Test Method for Evaluating the Bacterial Filtration Efficiency (BFE) of Medical Face Mask Materials, Using a Biological Aerosol of *Staphylococcus aureus**. American Society for Testing and Materials. Pennsylvania, 5 pp
- AENOR (2019) *UNE-EN 14683. Mascarillas quirúrgicas. Requisitos y métodos de ensayo*. Asociación Española de Normalización, Madrid, 27 pp.
- ASTM (2017) *F2299. Standard Test Method for Determining the Initial Efficiency of Materials Used In Medical Face Masks to Penetration by Particulates Using Latex Spheres*. American Society for Testing and Materials. Pennsylvania, 8 pp
- AENOR (2019) *ISO 18184. Textiles – Determination of antiviral activity of textile products*. Asociación Española de Normalización, Madrid, 48 pp.
- AENOR (2021) *ISO 20743 - Determination of antibacterial activity of textile products*. Asociación Española de Normalización, Madrid, 33 pp.
- AENOR (2005) *UNE-EN ISO 20645. Tejidos textiles. Determinación de la actividad antibacteriana. Ensayo de difusión sobre placa de agar*. Asociación Española de Normalización, Madrid, 15 pp.
- Maggia N., Olivera M. (ed.) (2020). *Dispositivos de protección respiratoria para personal de la salud*. Escuela de Posgrado, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba
- AENOR (2014). *UNE-EN 14683. Mascarillas quirúrgicas. Requisitos y métodos de ensayo*. Asociación Española de Normalización, Madrid, 27 pp
- ASTM (2021) *F 2100. Standard Specification for Performance of Materials Used in Medical Face Masks*. American Society for Testing and Materials. Pennsylvania, 5 pp

Laboratorio de Diseño y Desarrollo de Productos FIUBA

Espacio Tecnológico de Formación Interdisciplinaria en la Carrera de Ingeniería Industrial UBA

Andrés Alonso, Jerónimo Basso

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería

Contacto: aealonso@fi.ub.ar
basso.jeronimo@gmail.com



RESUMEN

El Laboratorio de Diseño y Desarrollo de Productos (DPLAB) se presenta como un espacio multi-metodológico y de colaboración interdisciplinaria en un contexto tecnológico, catalizador entre la academia y el sector profesional. Nace en el año 2014 en el marco de la materia Diseño de Producto en la carrera Ingeniería Industrial. El DPLAB se diseñó como espacio de trabajo con foco de formación, capacitación y profesionalización tanto para alumnos como para el cuerpo docente de la institución. Se convirtió en un espacio para concretar actividades prácticas de modelado, creación de maquetas y prototipos de distinto tipo de productos desarrollados en la formación académica. Sin bien el DPLAB no fue planeado con este propósito, en su funcionamiento, dio la posibilidad que alumnos de diferentes cátedras e incluso carreras de otras facultades utilicen este entorno altamente creativo para sus proyectos e investigaciones. Se convirtió también en un espacio de referencia y de trabajo para investigadores de la propia facultad y de otras. El artículo describe la experiencia de un modelo de trabajo abierto y colaborativo con otras disciplinas no tan cercanas a la ingeniería como estrategia para alcanzar excelencia y colaboración por medio de la formación experimental en un mundo donde la tecnología y la interdisciplinariedad son claves.

ABSTRACT

The Product Design and Development Laboratory (DPLAB) is presented as a multi-methodological space for interdisciplinary collaboration in a technological context, a catalyst between academia and the professional sector. It was born in 2014 in the framework of the Product Design Course in the Industrial Engineering career. The DPLAB was designed as a workspace with a focus on education, training and professionalization for both students and the institution's faculty. It became a space for practical modelling activities, creation of models and prototypes of different types of products developed in academic training. Although the DPLAB was not planned for this purpose, in its operation, it gave the possibility for students from different courses and even careers from other faculties to use this highly creative environment for their projects and research. It also became a reference and workspace for researchers from the Faculty itself and from others. The article describes the experience of an open and collaborative work model with other disciplines not so close to engineering as a strategy to achieve excellence and collaboration through experimental training in a world where technology and interdisciplinary work are key.

Palabras clave: Diseño de producto, fabricación de prototipos, digitalización y modelado 3D, Ingeniería de producto.

INTRODUCCIÓN

La formación histórica en el mundo de la Ingeniería estuvo durante décadas regida por los contenidos que se les brindaban a los alumnos, con estrategias y metodologías teórico-prácticas lineales para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En los últimos años, el diseño de actividades académicas ha pasado a regirse por conceptos como objetivos, capacidades o competencias específicas y novedosas que los alumnos deben adquirir para ser competitivos en un mundo cada vez más globalizado. Este cambio de enfoque paradigmático tuvo como consecuencia el exigir a los involucrados en la instrucción en educación superior reconsiderar los mecanismos de enseñanza-aprendizaje que hasta el momento se utilizaban para formar ingenieros. Con estos nuevos parámetros en mente, y luego de un gran trabajo de reflexión se logra, lamentablemente, confirmar una antigua hipótesis: la academia está formando ingenieros de escritorio. Se forman profesionales con un alto grado de conocimiento teórico, abstracto y científico, pero en muchos casos alejados de la realidad práctica de lo que la industria, la profesión, el mercado de empleo e inclusive el país, necesitan.

La formación académica de la Facultad de Ingeniería de la UBA (FIUBA) es reconocida históricamente por la calidad y excelencia de sus profesionales, tanto en nuestro país como en la región. Quienes formamos parte de la comunidad educativa somos conscientes que para mantener y hacer crecer este nivel de excelencia es necesario lograr crear una conexión adecuada y genuina de los estudiantes con las necesidades del mundo del trabajo, de manera tal, que el pasaje del ambiente universitario al profesional no constituya una experiencia traumática, sino por el contrario, sea lo más productivo y formador posible.

Tal como indican Libow Martínez y Stager [1], una de las responsabilidades de ser docente es traducir los mandatos del sistema educativo en algo que tenga como resultado ayudar a los alumnos a comprender el mundo de una mejor manera. A su vez, Perkins [2] recuerda que se educa para el futuro y que actualmente se dictan contenidos que una vez los estudiantes estén recibidos, muy probablemente estén desactualizados, por no decir obsoletos. Y, peor aún, no se sabe cuáles serán los contenidos que resulten útiles y relevantes. Se tiene aquí entonces el doble desafío de actualizarse como profesionales y como docentes para poder formar a los alumnos de manera tal que adquieran capacidades que permitan adaptarse de manera natural a entornos muy cambiantes.

Al recopilar información de organizaciones y empresas que contratan ingenieros y también

considerar las opiniones de jóvenes profesionales graduados de la facultad de ingeniería, se arriba a la conclusión de la necesidad de profundizar en una educación que otorgue más y mejores herramientas. Las mismas deben estar vinculadas a un mundo práctico, tecnológico y competitivo y centrar al ingeniero en la resolución de problemáticas de distinta índole, para que pueda desenvolverse en un mundo profesional complejo trabajando con recursos, tecnologías y personas. Las opiniones recabadas de estudiantes de diversas carreras de ingeniería, indican, también el deseo de formarse como ingenieros con mayor experiencia práctica y de campo.

DESARROLLO

Este artículo describe al Laboratorio de Diseño y Desarrollo de Productos (DPLAB) como ejemplo que responde a la necesidad de crear un espacio de experimentación y creación dentro del marco de la materia Diseño de Producto para Ingeniería Industrial.

El propósito fundamental de este espacio es permitir a alumnos, docentes, graduados e investigadores de la Facultad de Ingeniería llevar a la práctica y concretar ideas o proyectos que involucren el desarrollo y diseño de productos a través de la utilización de tecnologías de diseño y fabricación manual y digital. Permite poner en práctica los conceptos aprendidos en forma teórica a lo largo de la carrera.

A través de la fabricación de piezas por métodos sustractivos (CNC, fresadora o corte láser), métodos aditivos (impresión 3D), de conformación y manuales, se crean objetos que permiten ensayar, verificar o comprobar diseños de objetos, mecanismos y sistemas.

Una de las propuestas clave de este laboratorio es la de poder realizar las etapas previas imprescindibles a la producción industrial masiva de cualquier producto, empezando por maquetas de estudio, prototipos y llegando a pre series, en algunos casos. Esto se logra poniendo a disposición de los usuarios una enorme cantidad de máquinas y herramientas de diversas tecnologías, lo que permite generar diferentes modelos físicos, maquetas y prototipos que resultan indispensables para el desarrollo de un producto en las etapas previas a su industrialización.

En el laboratorio se promueve el trabajo multidisciplinario con otros actores dentro y fuera de la Facultad de Ingeniería. La creación de redes con otras instituciones ha sido otro de los grandes logros de este equipo de trabajo, lo que ha permitido enriquecer la enseñanza de grado en contextos semejantes al del mundo real.

El DPLAB es un espacio de trabajo libre gratuito y accesible para la comunidad educativa y se proyecta como un sitio que relacione todas las áreas destinadas a las problemáticas vinculadas al diseño y desarrollo de productos en todas sus etapas del ciclo de vida. Está conformado por un equipo multidisciplinario de profesionales especializados en procesos de diseño, innovación y gestión de proyectos de triple impacto con gran experiencia de trabajo en desarrollo de productos, consultoría y asesoramiento en ingeniería, diseño y producción. Este equipo cuenta con amplia experiencia en el desarrollo de proyectos relacionado al diseño industrial, ingeniería industrial, civil y de alimentos, entre otras.

En su etapa inicial, el laboratorio fue moldeado y llevado adelante por los Ingenieros Andrés Alonso, Leandro Valentini y Cecilia Fornari. A partir del crecimiento y las demandas externas y gracias a su rápida inserción en la red de vinculación, consolidó un equipo activo de diversas profesiones y disciplinas. El laboratorio amplió sus capacidades gracias a donaciones de organizaciones, empresas, docentes, graduados y alumnos. En la actualidad cuenta con máquinas herramientas para diversos procesos de manipulación, transformación y terminación de polímeros, maderas, metales, vidrio, cerámicos y otros, mediante un amplio abanico de tecnologías. Entre ellas cabe destacar:

Procesos de Mecanizado, Desbaste y Arranque de Viruta:

- Fresadora CNC 3D 1200x800mm
- Sierras Circular de Banco, Sensitiva y sin fin
- Taladro perforador de banco
- Lijadora de banda y circular

Procesos de Escaneo y Modelado por Deposición de Material Fundido:

- Impresoras 3D Makerbot Replicator+ y 3D CNC (x2)
- Scanner 3D

Procesos de Moldeo:

- Termoformadora Industrial

Procesos de Soldadura:

- Soldadoras TIG 200amp, eléctrica y manual

Herramientas manuales adicionales para complementar los procesos mencionados:

- Minitornos Dremel, amoladoras, agujereadoras, caladoras, lijadoras orbitales, pistolas de calor, pinzas, destornilladores, llaves Allen, calibres, formones, sargentos, morsas, aerógrafos, etc.

Estaciones de trabajo con computadoras dedicadas exclusivamente al diseño y modelado 3D, ha-

cen que el laboratorio se transforme en un sistema altamente capacitado para llevar proyectos desde la idea, prototipo y construcción final, pasando por todas las etapas de desarrollo competitivas hoy en día en el mercado regional.

Prácticas de acercamiento

Los alumnos que cursan la materia Diseño de Producto realizan un trabajo de práctica en el laboratorio que les permite tomar contacto con el espacio de trabajo, aprender el uso de las máquinas, herramientas y tecnologías, para que luego puedan utilizar los conocimientos y destrezas para realizar los prototipos necesarios para el proyecto de diseño de productos de la materia en cuestión.

Anualmente más de 100 alumnos realizan estas prácticas. Cada una de ellas es guiada y supervisada por los docentes de la materia. Durante estas prácticas los alumnos tienen una introducción a cuestiones concernientes a seguridad y manejo de máquinas y herramientas.

El trabajo comienza con la interpretación de planos de construcción de elementos, selección de materiales a utilizar, definición de los procesos de fabricación, trazado, fabricación, acabado, presentación y evaluación.



Como ejemplo, en el 2018 cada alumno creó un llavero utilizando cuatro materiales diferentes: chapa metálica, acrílico, MDF (*Medium Density Fibreboard* - tableros de fibras de densidad) y PLA (ácido poliláctico) a través de impresión 3D y diferentes tecnologías de fabricación manuales, con máquinas herramientas y con fabricación digital.

Trabajo Práctico Principal

En la materia Diseño de Producto se realiza un trabajo de proyecto a lo largo de las 16 semanas de curso. Este proyecto parte de una oportunidad o necesidad de un usuario concreto y específico y concluye con el primer prototipo del producto que resuelve la problemática planteada.



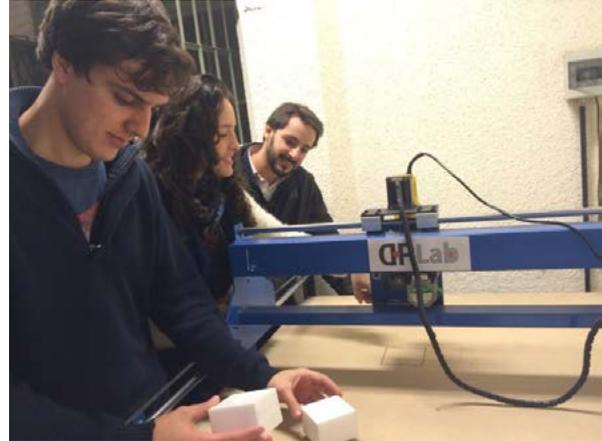
Proyectos y vinculación

Desde el inicio de actividades del laboratorio se ha generado una conexión de alto impacto más allá de las fronteras de la materia, lo cual potencia las actividades del laboratorio y profesionales que lo dirigen.

Si bien el objetivo inicial del DPLAB fue ser el espacio de concreción de los proyectos de la materia Diseño de Producto, se convirtió rápidamente en un área de servicios para otras cátedras de la Facultad de Ingeniería, y de otras carreras de la UBA, así como para investigadores, organizaciones públicas y privadas. Hoy en día es un lugar fundamental de vinculación y desarrollo para estudiantes, docentes e investigadores. En estos pocos años de historia, el laboratorio se ha convertido en un *makerspace* o *fablab* donde se realizan modelos, maquetas y prototipos de acuerdo con las necesidades de los usuarios.

La siguiente tabla resume los proyectos realizados.

Proyectos	
Producción de materiales para la enseñanza de Ingeniería	5
Investigación	18
Colaboración	
con Gendarmería Nacional	1
con cátedras de otras Facultades	5
Servicios	
a empresas	3
Educación/Capacitación	15



Algunos de los proyectos realizados fueron:

Plan Estratégico de Formación de Ingenieros (PEFI) - proyecto de FIUBA: producción de materiales para la enseñanza en cuatro (ferroviarias, transporte, petróleo e hidráulica).

Departamento de Transporte, 68.04 Ferrocarriles.

Se realizaron materiales didácticos de perfiles de rieles fabricados en escala 1:1. Permitieron que los alumnos puedan apreciar las diferencias entre sus distintas geometrías y explicar cuestiones específicas de la tracción ferroviaria, el trazado de las vías y la explotación técnica. Con estas mejoras se benefician unos 200 estudiantes por año.

Departamento de Transporte, 68.02 – Diseño y Operación de Caminos – 68.06 – Transporte A.

Diseño, desarrollo y fabricación de un modelo didáctico de un peralte de camino en 3D para aplicación en la enseñanza de materias del Departamento de Transporte.

El producto fabricado se realizó en 4 partes y se utiliza para explicar y permitir visualizar las transiciones geométricas básicas que lo conforman a lo largo de su extensión.

Departamento de Hidráulica, 89.10 Aprovechamientos Hidráulicos.

Creación de material didáctico permitió a los alumnos, mediante la observación a escala de los fenómenos hidrodinámicos de interés, medir parámetros específicos, proponer alternativas al proyecto original y obtener conclusiones sobre el funcionamiento hidráulico del prototipo construido. Con estas mejoras se benefician unos 150 estudiantes por año.

Instituto del Gas y del Petróleo.

Este proyecto tuvo por objetivo ejemplificar y representar con modelos a escala los componentes y funcionamiento de un separador trifásico de pe-

tróleo. Este modelo permite comprender cómo se desarrolla la separación entre gas, agua y petróleo de un flujo entrante homogéneo a lo largo del recorrido del mismo.

Con estas mejoras se benefician unos 100 estudiantes por año.

Proyecto de desarrollo estratégico UBA (PDE) que integra FIUBA + FADU-UBA, investigación previa a la creación de una materioteca (librería de materiales) enfocada a materiales para productos de industrias específicas.

Proyecto de desarrollo estratégico UBA (PDE) que integra FIUBA + FMED-UBA, que implica diseño, desarrollo y fabricación de material pre-quirúrgico con tecnologías de fabricación digital.

Proyecto de desarrollo estratégico UBA (PDE) que integra FIUBA + PSICO-UBA, que implica diseño, desarrollo y fabricación de material didáctico para la cátedra de Anatomía de la carrera de Psicología.

Colaboraciones con la cátedra de Anatomía I de la Facultad de Medicina de la UBA para la producción de partes del cuerpo, huesos, órganos, redes nerviosas y musculares, apuntando a la docencia. Se trabajó en forma conjunta con el equipo de Medicina conformado por: Dr. C. Ciruolo, Dr. G. Garategui, I. Flores, N. Rosasco y L. Kogutek.

El objetivo principal del proyecto es la producción de material didáctico para la enseñanza de anatomía humana a través de tecnología de impresión 3D con la misma aplicabilidad y eficacia que la preparación cadavérica tradicional.

Este recurso permite presentar estructuras de complejidad elevada, así como también los procesos de disección y conservación. Este tipo de modelados 3D permiten un pos procesado generando un modelo conceptual donde la integración visuo-espacial de las relaciones anatómicas complejas se ve intensificada y reforzada generando un mejor acopio de los conceptos teóricos al plano práctico beneficiando el proceso de enseñanza y aprendizaje. Ofrece, además, un ambiente libre de riesgos biológicos y químicos y permite multiplicar estos materiales y ofrecer las muestras a más alumnos.

A partir de este proyecto, se ha realizado un desdoblamiento de este laboratorio y los miembros de este equipo han creado un laboratorio ad-hoc en la Facultad de Medicina (UBA) a cargo del Prof. Dr. S. L. Provenzano.

Colaboración con GNA-Gendarmería Nacional Argentina en la formación de recursos de esa institución para el manejo de equipos de digitalización e impresión 3D.

Servicios a empresas

Molinos Río de La Plata S.A. y Proyecto Supremitas Granja del Sol: Desarrollo de prototipos y de matriz experimental para el lanzamiento de nuevos productos.

El objetivo de este último proyecto fue realizar un producto comercial imitando los trozos reales de pollos. Para ello se partió de pechuguitas frescas las cuales se congelaron y digitalizaron mediante un escáner 3D a fin de poder obtener una imagen en tres dimensiones de un elemento con morfología orgánica.

Con los modelos seleccionados se diseñaron moldes en Rhinoceros® para poder conformar el producto. Estos moldes fueron impresos en 3D. Con los moldes se hicieron las formas de pollo utilizando pollo picado y se rebozaron las figuras

que fueron testeadas hasta obtener los formatos definitivos. El producto hoy se encuentra con gran aceptación en el mercado.

Proyectos de Investigación

Varios investigadores de la universidad pidieron colaboración al equipo para desarrollar equipos y elementos necesarios para proyectos de investigación. A continuación se presentan algunos ejemplos:

Diseño de Reactores continuos. Dispositivos para el tratamiento y la purificación de efluentes contaminados. Diseño de reactores de adsorción experimentales para la eliminación de metales pesados en aguas para consumo humano.

Se realizó la construcción con tecnologías aditivas y sustractivas, de reactores cerrados y de flujo continuos para experimentación a escala de laboratorio, a fin de evaluar el comportamiento y eficiencia de distintos sorbentes.

Con la finalidad de probar la capacidad de retención de distintos sólidos en un reactor de bajo costo, se diseñaron reactores de tipo tubular y tanque agitado continuo. Se utilizaron tubos de acrílico transparente que permitieran ver el comportamiento del relleno en el lecho, con racores comerciales en los extremos y piezas diseñadas e impresas en 3D. El reactor TAC cumple con la finalidad de corroborar la cinética encontrada en reactores de tipo TAD. Se construyeron reactores TUB de diversos volúmenes con el objeto de medir las desviaciones de la idealidad ante distintos saltos de escala, lo que permitirá diseñar el prototipo con mayor certeza. Para conocer el funcionamiento fluido-dinámico, se realizaron ensayos con soluciones patrón, obteniendo el módulo de dispersión axial.

Estos trabajos forman parte de varios proyectos de investigación y tesis de posgrados.

Proyecto “Bolso Juguetero” en el marco de la convocatoria UBACYT – PDE 2016 (Proyectos de Desarrollo Estratégico). Se diseñaron y fabricaron piezas en material MDF para el proyecto.

El “bolso juguetero” es un kit con juguetes, confeccionado para estimular el desarrollo de la Inteligencia práctica de los bebés durante los dos primeros años de vida. Consta de 16 juguetes y el bolso en sí mismo que forma parte de un elemento más de juego. Cada proyecto estimula un aspecto de la inteligencia práctica como la exploración de objetos, el uso de intermediarios de distinta complejidad, la combinación de objetos y la búsqueda de objetos desaparecidos.

Se diseñaron y fabricaron más de 50 piezas, con su posterior proceso de terminación.

Siguiendo su desarrollo en 2019, el proyecto se encuentra financiado por UBATEC, en estado de rediseño íntegro con el fin de lograr un producto de calidad industrial completamente apto para insertarse en el mercado local de forma satisfactoria.

Educación / Capacitación

Se dieron capacitaciones o talleres de distintos tipos, que a continuación se detallan:

Diseño de producto para estudiantes de Terapia Ocupacional (TO)

El objetivo fue “Potenciar la enseñanza en el nivel superior a través de las nuevas tecnologías”.

Con la incorporación de laboratorio como lugar de trabajo se propuso acompañar a los alumnos de Terapia Ocupacional para que conozcan la gestión del diseño de producto y las posibilidades de materialización para elementos de apoyo de distintas tecnologías productivas en baja y gran escala. Los estudiantes de Terapia Ocupacional fueron guiados por docentes de la cátedra de Diseño de producto en el desarrollo de sus proyectos y luego asistieron al laboratorio donde materializaron sus prototipos funcionales con la ayuda de los becarios que colaboran allí.

El trabajo interdisciplinario también busca llevar a los alumnos de Ingeniería industrial a visualizar el entendimiento, trato y relevamiento del usuario desde una perspectiva más profunda y compleja, ahondando en los mecanismos de interacción propios de TO mediante desarrollos de productos sensibles hacia la gente con algunas capacidades diferentes en la vida cotidiana.

Curso abierto de programación con Arduino. Este curso teórico práctico permitió a más de 10 personas aprender conocimientos básicos de programación de Arduino.

Taller teórico-práctico para emprendedores sociales dentro del Programa de Integración Emprendedora (P.I.E.) del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires para capacitar a emprendedores en condicio-

nes de vulnerabilidad en temas de emprendedorismo. El curso que tuvo cinco ediciones, permitió a decenas de emprendedores mejorar en forma crítica el diseño de sus productos, envases, embalajes, procesos, costos, entre otros aspectos.

Los principales conceptos desarrollados fueron:

- A. Diseño Centrado en el Usuario
- B. Líneas o familias de productos
- C. Materiales. Exploración y uso de los mismos
- D. Creatividad aplicada sus productos y proyectos
- E. Envases y Embalajes.
- F. Uso de la marca como agregado de valor.

Se trabajó con cada emprendedor en forma individual, aspectos teóricos y se plasmaron directamente en el proyecto o producto trabajado.

En este espacio se logró como consecuencia no planeada la conexión entre emprendedores formando una red y logrando colaboraciones y sinergias muy significativas que de otro forma no se hubiesen logrado.

El DPLAB muestra que hacer y crear es una postura que sitúa al estudiante en el centro del proceso educativo y crea oportunidades que los alumnos jamás podrían haber encontrado por su cuenta. Cuando aprenden, construyen conocimientos a partir de lo que ya saben y han experimentado

Como indicara Piaget la tarea del docente no es corregir al estudiante desde fuera, sino crear las condiciones para que se corrija a sí mismo. En el laboratorio, el manejo del error y la invitación a cometerlos como experiencia de aprendizaje resultaron siempre clave. Como docentes se permite y fomenta que los estudiantes cometan errores. No se puede hacer bien, sin hacerlo mal (2). El buen aprendizaje evidenciado en el laboratorio demuestra ser el producto del compromiso reflexivo del alumno con el contenido de la enseñanza (1). Dicho compromiso está ayudado por el docente a través de realimentación informativa dando consejos claros y precisos para que pueda mejorar el rendimiento y proceder de manera más eficaz.

CONCLUSIONES

El DPLAB es un lugar nuevo, joven y que sin ningún lugar a dudas está en el camino correcto y que juega un papel importante en el proceso educativo de los ingenieros. Constituye un caso de éxito que superó ampliamente expectativas casi de manera involuntaria. Se transformó en un espacio o *hub* de conocimiento como nexo entre la academia y el mundo profesional.

Los objetivos de largo plazo del DPLAB son: ser un área de referencia a nivel nacional, que permita formar recursos humanos para la industria y, a la vez, ser un centro con capacidades de innovación y desarrollo suficiente para atender demandas de empresas.

Luego de varios años de trabajo en el DPLAB, estos objetivos se vienen cumpliendo más allá de lo esperado. El laboratorio pretende convertirse un lugar de encuentro de ideas y concreciones, entre quienes aprenden y enseñan, entre materiales y herramientas, entre tecnologías y capacidades. Brindar la posibilidad de transferir conocimiento a los alumnos en un entorno libre, creativo y ameno, que aporta valor agregado a la sociedad.

El desafío por delante es seguir utilizando eficazmente las tecnologías y recursos disponibles en la actualidad para que estén siempre al servicio de los estudiantes y de toda la comunidad educativa para incorporar nuevas tecnologías y procesos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo desean agradecer a las autoridades de la facultad de ingeniería por proponernos trabajar en un ambiente de Amabilidad, Libertad y Creatividad, en especial al Ing. Raimundo Heber González García, fundador de la Materia Diseño de Producto y al Dr. Ing. Aníbal Cofone, Director de Carrera de Ingeniería Industrial, Profesor de la Materia Diseño de Producto, Maestro, Mentor, Soñador y Amigo.

REFERENCIAS

- [1] Perkins, D. (1995). *Escuela inteligente* (Vol. 17). Barcelona: Gedisa.
- [2] Livow Martinez, S.; Stager, G. (2019). *Inventar para Aprender*. Siglo XXI

El tránsito de lo presencial a lo virtual: la experiencia 2020

La Universidad frente a una oportunidad de innovación

Ing. Mg. Pablo Serra Menghi

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas.
Universidad Nacional del Litoral.

e-mail: pserra_menghi@yahoo.com.ar
pserra.menghi@gmail.com



RESUMEN

En este artículo se expone una experiencia pedagógica relativa al uso de las tecnologías educativas en el ámbito universitario. Se busca compartir problemas, dudas y circunstancias que alumbraron decisiones, caminos e impactos en la didáctica específica, a lo largo del particular año 2020, durante el cual las actividades estuvieron atravesadas por la pandemia COVID19, que obligó a medidas de profunda influencia en el proceso educativo.

El caso focaliza en la realidad situada en una cátedra, a cargo de dos asignaturas del último año de las carreras de Ingeniería en Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental, de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, de la Universidad Nacional del Litoral.

Ante el funcionamiento de la Universidad en modo virtual, se transformaron en prácticas generalizadas, una estrategia que se había desarrollado a partir de experiencias focalizadas. Es decir, institución, docentes y estudiantes debieron trasponer hacia nuevos ambientes de aprendizaje para garantizar la continuidad de las actividades académicas. Un análisis que permite pensar el futuro que alumbrará la nueva normalidad que se avecina.

ABSTRACT

This article presents a pedagogical experience related to the use of educational technologies in the university environment, with the idea of sharing problems, doubts and circumstances that led to decisions, paths and impacts on specific didactics, which occurred throughout the particular year 2020, during which the activities were affected by the COVID19 pandemic, which forced measures of profound influence on the educational process.

The case focuses on the reality located in a Chair, in charge of two subjects of the last year of the careers of Engineering in Water Resources and Environmental Engineering, of the Faculty of Engineering and Water Sciences, of the National University of the Litoral.

Given the operation of the University in virtual mode, transforming into generalized practices a strategy that had been developed from focused experiences. In other words, the institution, teachers and students had to transfer to new learning environments to guarantee the continuity of academic activities. An analysis that allows us to think about the future that will illuminate the new normal that is coming.

Palabras clave: ambientes de aprendizaje, mediación pedagógica, didáctica tecnológica, plataforma educativa.

Keywords: learning environments, pedagogical mediation, technological didactics, educational platform.

INTRODUCCIÓN

El caso bajo análisis comprende a una Cátedra de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH), de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), en dos asignaturas de tecnologías aplicadas a la ingeniería, en dos carreras diferentes: Ingeniería Sanitaria (ISa), de la carrera de Ingeniería en Recursos Hídricos (IRH) y Diseño de Sistemas Ambientales (DSa), de la carrera de Ingeniería Ambiental (IA). Ambas comparten buena parte de sus contenidos, prácticas y alcances profesionales. Los alumnos cursan el último año y conforman aulas reducidas de hasta 20 estudiantes por asignatura.

La cuestión remite a un proceso de transformación didáctica durante el último quinquenio, en el marco de la renovación del plantel de profesores, que contextualiza al año 2020 como la etapa final de su reconversión. Marca, además, el punto de partida de una nueva experiencia pedagógica, pensada desde la gradualidad de los cambios y protagonizada por nuevos actores, a partir de nuevas pautas metodológicas, tanto desde el punto de vista didáctico como ingenieril, en el marco de cambios en la contextualización tecnológica.

La renovación brindó la oportunidad de capitalizar la experiencia educativa previa, mediante una transición progresiva hacia un equipo docente multifacético, por su carácter disciplinar, experiencial y generacional, cultivando la idea de compartir la visión con otras disciplinas, otras prácticas profesionales y otras franjas etarias, que ayudan a ampliar la mirada, enriquecer el proceso de didáctico y encontrar opciones vivenciales superadoras, en un marco de continuidad académica.

Se desarrollaron nuevas formas de pensar la enseñanza a partir de configuraciones didácticas mediadas por tecnologías digitales. Esto es, nuevas prácticas del saber, con lenguajes, interacciones y vivencias capaces de potenciar otros modos de comprender la realidad, por otros medios y con otra dinámica. Por ello, la realidad plantea otra forma de entender la clase, los grupos, el alumno como individuo, el lugar del docente, el trabajo en equipo y la demanda de la formación profesional [1].

Sin embargo, esta profunda transformación sociocultural y educativa, no debe perder de vista que la formación universitaria involucra a docentes, a estudiantes y a la institución educativa, en tanto somos sujetos atravesados por una historia personal y colectiva, parte de una experiencia vital construida a partir de enseñar y aprender.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Los cambios acelerados producidos el 2020 son continuidad de los que se venían desarrollan-

do gradualmente, pero que la virtualidad potenció en múltiples direcciones y sentidos, que le otorgaron otra significación. Estamos frente a un cambio estructural con enfoques que validan o replantean esquemas y contenidos académicos que se deben renovar en un contexto interactivo.

La Cátedra comenzó el año con el desafío de consolidar el proceso, donde la modalidad presencial estaba fuera de discusión. Sin embargo, la pandemia impuso una agenda donde la única certeza fue *'que haríamos camino al andar para continuar el cuatrimestre'*.

Desde esta perspectiva, tomando otro punto de vista sobre el tema [2], es válido acercarse a la idea de una "didáctica de autor". El motivo de la reflexión se fundamenta en dar cuenta de las decisiones tomadas en las diferentes instancias del proceso virtual, conformando y entretejiendo una modalidad propia de la mediación pedagógica.

Por ello, como referencia se puede citar: "El modo particular que despliega el docente en su clase con el objeto de favorecer la construcción del conocimiento, la organización y gestión de la clase, las decisiones referidas a qué enseñar y cómo enseñar, están orientadas por sus propias configuraciones didácticas" [3].

Esta situación configura dos experiencias en una, la del primer cuatrimestre y la del segundo, donde es posible diferenciar contextos y condiciones del entorno social e institucional que influyeron en el ambiente de aprendizaje de manera concreta. Si bien el dictado de dos asignaturas diferentes, de carreras distintas y con grupos de variada composición, es parte de la configuración académica del caso, lo particular radica en los comportamientos de los actores del proceso educativo, es decir, la institución, los docentes y los estudiantes, ante el desafío de enfrentar el aislamiento social inducido por la pandemia, que obligó a explorar caminos desconocidos o apenas instrumentados, para garantizar la continuidad educativa.

Durante el primer cuatrimestre, la planificación de cátedra y el comienzo de clases estuvieron materializados desde lo habitual del ambiente presencial y mutó al virtual sin escalas intermedias. En tanto, el segundo cuatrimestre se enfocó desde las experiencias del primero, a partir de un ambiente virtual con recorridos ya explorados.

Metodología de enseñanza aprendizaje

La Cátedra vino cambiando progresivamente la metodología en los últimos tres años, migrando de un enfoque pedagógico de clases teóricas y resolución de problemas prácticos, a un esquema de proyectos trabajados en taller, minimizando los aspectos teóricos y focalizando en los diseños de ingeniería aplicados.

Con estos antecedentes, al migrar del ambiente

presencial al virtual, se decidió profundizar el método de seminario-taller para abordar proyectos preliminares de ingeniería. Se dejaron sin efecto las clases teóricas y se elaboraron casos reales diferentes para el intercambio de experiencias entre grupos de alumnos.

La información técnica fue íntegramente digital, organizada por proyecto, incorporada en la plataforma educativa por tema, que fue puesta a disposición de forma armónica con el avance del cursado. De este modo, se procuró evitar sobreabundancia de documentos la amplia bibliografía disponible. Se facilitó el acceso mediante carpetas de consulta a materiales bibliográfico de la especialidad, de estudio de cada tema y de trabajo de cada proyecto.

El proceso de mediación pedagógica incluyó una combinación metodológica a partir del 'modelo de aula invertida', la 'resolución de proyectos de ingeniería' y la aplicación del 'método de casos'. Se organizó la actividad por grupos reducidos y con abordaje individual en temas específicos.

El concepto de aula invertida permitió optimizar los encuentros virtuales, ya que los alumnos trabajaron los contenidos previamente, analizaron los casos cuya solución debían aportar y generaron una metodología grupal propia, inducidos a personalizar el trabajo.

Para ello, se valieron de manuales, apuntes, videos en línea y video-presentaciones disponibles en soporte digital en la plataforma educativa, pero, además, fueron motivados a recabar información pertinente en internet, ya que era necesario contextualizar cada caso a su propia realidad territorial, su marco legal, sus condiciones ambientales y sus limitaciones urbanas e hídricas.

Por otro lado, la selección de casos permitió que los grupos abordaran realidades de varias provincias argentinas, para servicios de agua potable y saneamiento cloacal de localidades pequeñas y medianas, con proyectos de ingeniería que aplicaron diferentes tecnologías y recorrieron distintos planteos de solución, que fueron compartidos mediante la puesta en común durante la etapa de evaluación.

El proceso estuvo anclado en experiencias propias de conocimiento enriquecido, que permitieron generar oportunidades de aprendizaje significativo, donde el equipo docente jugó un rol facilitador y de guía.

La idea de trabajo se sintetiza en: "El aula invertida no significa 'deberes en la escuela' y 'trabajo del aula en casa'. Significa que la explicación, o el desarrollo del tema, se da afuera del aula y el trabajo de llevar el concepto a la acción se desarrolla dentro del aula. Es decir, lo que se busca es maximizar, capitalizar y potenciar el tiempo de trabajo cara a cara" [4].

Por otro lado, elaborar proyectos de ingeniería sobre casos de la realidad concreta y con diversidad territorial, permitió elaborar discusiones, planteos y aplicar metodologías propias de la práctica profesional, otorgando vinculación con su futuro desempeño como ingenieros.

Producción de contenidos para la Enseñanza

Un aspecto central de la estrategia de virtualización fue la producción de contenidos para un ambiente virtual. Su digitalización avanzó durante el último lustro, pero estaban pensados para la presencialidad. Por lo cual, el criterio seguido fue poner en valor los archivos electrónicos existentes y organizarlos de modo tal que permitan trabajarse desde el aula virtual.

Se descartó la producción de videos propios para emular las clases teóricas, ya que demandaba soporte y tiempos que complejizaban el objetivo pedagógico. A cambio, se produjeron video-presentaciones sobre la base de documentos preexistentes en soporte electrónico: textos, planos, cálculos y presentaciones, armados para abordar contenidos teóricos, metodologías de cálculo y diseños de ingeniería, donde el alumno podía estudiar de forma asincrónica y cuya dinámica era más a fin con la continuidad del cursado.

Los archivos de audio y video se lograron mediante el uso de software específico, dentro de los límites de acceso sin costo, con duraciones de 15 minutos, por lo que, cada tema fue particionado, concatenado y organizado por unidad o proyecto. Los mismos se produjeron en formato mp4 y enviados al equipo de Educación a Distancia, para ser transformados en un enlace para ser subidos a la plataforma educativa en un formato compatible con sus capacidades.

Esta operatoria funcionó de manera dinámica entre el equipo de Cátedra y el de Educación a Distancia, permitiendo la puesta a disposición de los contenidos en la medida que se avanzaba con el cursado, aspecto clave para las actividades sincrónicas entre docentes y estudiantes. En el primer cuatrimestre, el enfoque fue adaptar los contenidos de la presencialidad a la virtualidad. En cambio, durante el segundo cuatrimestre, se trabajó en nuevos contenidos y metodologías, y se amplió el espectro de aprendizaje.

Se produjeron alrededor de 30 video-presentaciones, particionado por capítulo y tema, que focalizó el autoaprendizaje y proporcionó una instancia beneficiosa al secuenciar los contenidos, evitando dispersar la atención. En paralelo, se produjeron guías de trabajos prácticos, de presentación de proyectos y de producción de documentos digitales para la elaboración de memorias, cálculos y planos, con formatos predefinidos, en línea con los usos del mercado laboral del ingeniero.

Todo este andamiaje de contenidos demandó una actividad docente asincrónica de más del doble de la que implicó el cursado. Por lo cual, el conocimiento enriquecido tuvo al equipo docente como protagonista vital, que exploró nuevas técnicas y metodologías, tanto ingenieriles como pedagógicas, invirtiendo un tiempo mucho mayor al de sus dedicaciones docentes.

Ambiente de Aprendizaje

El ambiente virtual en la enseñanza de grado se introdujo al caso sin experiencia previa, con acciones de adaptación que fueron más complejas para el equipo docente que para el grupo de estudiantes, donde la cuestión intergeneracional jugó un aspecto relevante. El centro de vinculación fue la plataforma educativa.

Los trabajos individuales asincrónicos se aplicaron a contenidos específicos de alcance teórico. Estos trabajos contemplaron unidades del programa analítico que no están incorporados en la elaboración de proyectos, así como cuestiones de la industria que hacen a la actualización tecnológica propia. La virtualización de las clases grupales sincrónicas fue por videoconferencia, organizados por grupo de alumnos y de 1 hora de duración; los días de clase presencial y horarios fijos acordados entre las partes. Si bien existieron problemas de conectividad, las dificultades no impidieron cumplir con el objetivo. La sala virtual de reuniones fue de acceso libre.

Durante el primer cuatrimestre se dictó bajo un contexto de aislamiento obligatorio. El curso de Diseño de Sistemas Ambientales tuvo 18 alumnos, divididos en 6 grupos de 2, 3 o 4 integrantes, organizados a criterio de los estudiantes. Para el abordaje el equipo docente se dividió en dos, conformando parejas pedagógicas de carácter multidisciplinar.

Cada uno se hizo cargo de 3 grupos de alumnos para el desarrollo de los proyectos preliminares de agua potable primero, e intercambiándose los grupos, para los de saneamiento cloacal, después.

Para el segundo cuatrimestre, en cambio, se dictó en un entorno de distanciamiento obligatorio, socialmente menos severo. El curso de Ingeniería Sanitaria tuvo 9 alumnos, divididos en 3 grupos de 3 integrantes. El equipo docente se dividió también en parejas pedagógicas, pero en esta experiencia se focalizó en las especialidades profesionales de los docentes, para instrumentar mejor las tecnologías a aplicar. El abordaje de los proyectos tuvo el mismo tenor que el cuatrimestre anterior.

Para alcanzar estos logros, resultó preponderante ajustar el nivel de desafío a las posibilidades de cada grupo, flexibilizar los criterios conforme a las dificultades de conectividad y aislamiento, hacer un seguimiento pormenorizado y mantener la motivación en un contexto desfavorable [4].

Evaluación a Distancia

La evaluación, como parte del proceso enseñanza-aprendizaje, fue una cuestión trabajada especialmente en su pasaje de presencial a virtual. Mucho tuvo que ver el enfoque didáctico para establecer la modalidad y seleccionar las herramientas.

Orientado por experiencias con herramientas virtuales [5], damos cuenta que la virtualidad representa un desafío pedagógico relevante a la hora de evaluar a los alumnos, por lo cual, se discutieron con la Secretaría Académica las opciones y experiencias conocidas. Con esos elementos de juicio, se decidió profundizar la 'rúbrica de evaluación' como método, que se implementó el año anterior en modo presencial, pero adaptada al escenario virtual. La Tabla 1 refleja el formato aplicado.

Tabla 1: Esquema de Seguimiento Académico

Trabajo Grupal Talleres	Trabajo Individual Consignas	Carpeta Grupal de Trabajos Prácticos	Presentación Grupal Agua Potable	Presentación Grupal Saneamiento Cloacal
Se evaluó la participación del alumno en encuentros sincrónicos.	Se evaluó el informe del alumno por tema trabajado con consignas. Tarea asincrónica con fecha de entrega.	Se evaluaron los informes técnicos de proyectos, en formato papel y electrónico. Tarea asincrónica con fecha de entrega.	Se evaluaron los proyectos preliminares del capítulo Agua Potable, mediante presentación grupal sincrónica, conforme a las pautas previamente establecidas.	Se evaluaron los proyectos preliminares del capítulo Saneamiento Cloacal, mediante presentación grupal sincrónica, conforme a las pautas previamente establecidas.
Valoración por taller. Puntuación promedio de Talleres	Valoración por tema. Puntuación promedio de Informes	Valoración conceptual del Documento. Su contenido, forma de presentación y grado de detalle.	Valoración conforme a la Rúbrica de Evaluación.	Valoración conforme a la Rúbrica de Evaluación.
Ponderación 10 %	Ponderación 10 %	Ponderación 20 %	Ponderación 30 %	Ponderación 30 %
Regularidad			Promoción	

reemplazaron por las actividades asincrónicas y sincrónicas y se mantuvo la presentación grupal de la Carpeta de Trabajos Prácticos. En función de la experiencia, a ese conjunto de acciones se le otorgó más peso para adecuarse al mayor esfuerzo que demandó la virtualidad, de 20 a 40 %, otorgando la regularidad con su cumplimiento.

Complementariamente, se eliminaron las instancias de evaluación parcial típicas (los parciales escritos) y se concentraron las evaluaciones en los proyectos preliminares, organizados en dos capítulos: agua potable y saneamiento cloacal, como actividades centrales para promover la asignatura. El peso de ambas actividades se redujo de 80 % a 60 %, en función de una elaboración más personalizada y un seguimiento más exhaustivo.

Aquí también se aplicó una rúbrica de evaluación, pero con valoraciones específicas, Tabla 2.

Esta metodología permitió que la puntuación media grupal alcance un valor representativo para sus integrantes, con criterios que expresan las diferencias entre aquellos alumnos que estuvieron por encima o por debajo, de la media del equipo.

La resultante de este esquema fue priorizar el cursado de la asignatura, es decir, que la evaluación acompañe el proceso de aprendizaje, cuyo corolario conduce a la promoción directa o al coloquio integrador, según el desempeño individual. Es decir, se generaron incentivos para que el aprendizaje se focalice en el tiempo, ambiente y modo programado, por lo cual, las calificaciones fueron el producto de un esfuerzo continuo, orientado, sistemático y multifacético.

Esto introdujo un cambio metodológico, de una evaluación sumativa a una formativa, donde la centralidad estuvo dada por la resolución de los casos de ingeniería. Estos aspectos también constituyen

Tabla 2: Evaluación de Proyectos Preliminares

Elaboración del Proyecto (40 %)			
Se evaluó el modo como se resuelve el proyecto. Esta instancia se valoró por equipo			
Contenidos Teóricos	Planteo de Solución	Diseños de Ingeniería	Cálculos de Ingeniería
Valoración de conocimientos teóricos aplicados a la resolución del caso.	Valoración de la estrategia y planteo de solución del caso.	Valoración de diseños aplicados a componentes y etapas del proyecto.	Valoración de cálculos y métodos utilizados para dimensionar componentes y equipos específicos.
Ponderación: 10 %	Ponderación: 10 %	Ponderación: 10 %	Ponderación: 10 %
Exposición del Proyecto (30 %)			
Se evaluó la forma cómo se presenta el proyecto. Esta instancia se valoró por equipo.			
Organización del proyecto	Presentación de la solución	Comunicación de Resultados	
Valoración de la forma de organizar la solución, sus etapas y decisiones.	Valoración de la presentación del caso, la exposición del proceso para resolverlo.	Valoración del modo de comunicar los resultados, su secuencia, claridad y finalización.	
Ponderación: 10 %	Ponderación: 10 %	Ponderación: 10 %	
Construcción del Aprendizaje (30 %)			
Se evaluó la participación del alumno en la resolución del proyecto. Esta instancia se valoró individualmente.			
Solvencia y Pertinencia	Actitud y Compromiso	Trabajo en Equipo	
Valoración de la actuación, la solvencia para desenvolverse y la pertinencia para intervenir.	Valoración de la actitud frente al desafío y el compromiso para lograr un resultado satisfactorio.	Valoración de la integración al grupo, el trabajo colaborativo y su contribución al conjunto.	
Ponderación: 10 %	Ponderación: 10 %	Ponderación: 10 %	

una innovación didáctica respecto al formato tradicional de evaluación, puesto que cambia el acento donde se pone el énfasis: de los exámenes puntuales a la evaluación integral.

RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

Los aprendizajes de la experiencia tuvieron un alcance generalizado, cuyo resultado es la suma de esfuerzos colaborativos. Involucraron a la institución universitaria, con sus funcionarios y sistemas de gestión, a docentes y las prácticas de la enseñanza, y a los alumnos, con sus demandas y obligaciones,

Las diferencias producidas por la conectividad, los soportes tecnológicos y los recursos limitados, no impidieron la adaptación y continuidad del proceso educativo, todo un logro en sí mismo de esta experiencia.

La Gestión Académica

La primera cuestión a considerar está referida a la política académica y los entornos virtuales disponibles para la enseñanza, que la virtualización puso en otro orden de magnitud a partir de la experiencia 2020. Es decir, un aspecto relevante desde nuestra realidad situada, fue el apoyo recibido para dar respuesta a las demandas específicas, que permitieron orientar el tránsito desde un ambiente totalmente presencial a uno integralmente virtual, apenas conocido al comienzo de la experiencia.

Las Prácticas Docentes

Otra cuestión a considerar fueron los cambios inducidos en los docentes, que obligaron a los miembros del equipo a funcionar con un nivel de coordinación y dinámica grupal inexistente en las etapas previas, poniendo en práctica el uso de herramientas disponibles en internet, como Google Drive, Dropbox, Jitsi, Gmeet, entre otros medios sociales.

El trabajo colaborativo, el compartir las circunstancias y fijar criterios consensuados, permitieron un vínculo fluido dentro del equipo, entre éste y las autoridades, y entre docentes y alumnos. En un avance sobre la marcha, con muchas cuestiones por definir y pocas referencias donde guiarse, el trabajo implicó situaciones de prueba y error, replanteo y adaptación, donde el primer cuatrimestre propuso un tránsito menos amigable a la hora de decidir los caminos a seguir. Con la experiencia vivida, el segundo cuatrimestre transcurrió con mayor previsibilidad y menor tensión para resolver las demandas.

Una novedad interesante fue la contribución intergeneracional de los adscriptos: por un lado, un joven graduado que la virtualidad permitió darle participación a distancia, toda una innovación para la experiencia; por otro, un joven estudiante avan-

zado, que facilitó el intercambio con los alumnos, la comprensión de sus demandas y la adaptación de los cursos de acción.

Esta perspectiva quedó convalidada al cotejar las vivencias entre pares para evaluar la experiencia virtual, durante el "Primer Taller Nacional: 'Enseñanza y Evaluación en Ingeniería en tiempos de Pandemia. Co-construyendo nuevas prácticas docentes'", organizado por la Universidad Fasta y el Laboratorio Mecek, en 2020. Esto se explica habida cuenta que los desafíos tuvieron rasgos comunes y alcances generalizados en las carreras de Ingeniería, pero también, cada caso orientó las acciones según su propia realidad y particularidades.

La Producción Académica de los Alumnos

Otro aspecto del análisis fue el desempeño de los alumnos a lo largo de los cursos. Desde lo social, no es un dato menor contextualizar el caso frente al aislamiento social producido por la pandemia y su impacto en cada estudiante, donde es un mérito importante no haber sufrido deserciones.

Desde lo académico, la lectura, búsqueda de información y estudio de contenidos para el abordaje de los casos aumentaron de forma significativa. Los informes de los trabajos asincrónicos mejoraron, con mayor rigurosidad y cumplimiento en tiempo y forma.

Los aspectos más destacables tuvieron que ver con la capacidad de los grupos para resolver los casos de ingeniería, el manejo de la virtualidad para elaborar las soluciones y las presentaciones para exponer los resultados. Por último, la presentación de la Carpeta de Trabajos Prácticos mejoró su calidad respecto de años anteriores, una tradición de la Cátedra que sintetiza el producto logrado.

En paralelo, una pérdida del aprendizaje virtual fueron las vivencias de las visitas de campo y laboratorio, que no pudieron materializarse, ya que sólo tienen lugar en el ambiente presencial.

La Evaluación de Aprendizajes

Las evidencias mostraron que los grupos comprendieron y se adaptaron a la metodología propuesta, participaron en todas las instancias y presentaron la totalidad de los trabajos exigidos.

Los alumnos trabajaron en equipo virtualmente y fueron capaces de superar la dispersión geográfica, los problemas de conectividad y la rigurosidad del aislamiento social.

Las diferencias encontradas en la evolución de cada grupo, quedó saldada con un trabajo más personalizado, mediante clases de consultas adicionales. Fue factible alcanzar niveles aceptables de aprendizaje en todos los alumnos por tratarse de grupos reducidos y por la facilidad del contacto virtual.

Un resultado poco usual fue la solidaridad manifiesta para superar los problemas de conectividad y los condicionantes del aislamiento. Se mostraron actitudes comprometidas que fortalecieron el trabajo en equipo, verificables en el curso en su conjunto, pero particularmente, evidenciables frente a aquellos estudiantes radicados en poblaciones lejanas, algunas rurales, así como quienes estaban fuera de sus hogares de origen o debieron compartir el uso de los medios necesarios para estudiar.

Desde el punto de vista cualitativo, la experiencia demostró una mayor dedicación y mejor calidad en los trabajos realizados, así como, más cumplimiento en los plazos y formas de entrega comparado con la presencialidad. Es decir, en buena medida, esto se explica por el contexto pandémico y las condiciones de la virtualidad.

Estas evidencias abren interrogantes acerca de las condiciones que se darán frente a los nuevos escenarios que alumbrarán con la nueva normalidad.

A modo de síntesis, la Tabla 3 expresa, cuantitativamente, el desempeño registrado durante ambos cuatrimestres, cuyas calificaciones por alumno tuvieron la valoración de los trabajos individuales y grupales antes citada.

Tabla 3: Distribución de Calificaciones

Calificación	Ponderación (%)	Condición Final
Sobresaliente (10)	18	Promoción
Distinguido (9)	30	Promoción
Muy Bueno (8)	34	Promoción
Bueno (7)	18	Promoción
	100	

La totalidad de los alumnos promocionaron las asignaturas de manera directa, debiendo superar la instancia recuperatoria sólo un grupo, sobre un total de nueve. Ninguno optó por cumplir únicamente con las condiciones básicas para la regularidad, sino que asumieron el desafío de lograr la promoción, hecho que pone en evidencia la actitud con que enfrentaron la situación.

La Opinión de los Alumnos

Finalmente, era necesario para completar la evaluación del caso, analizar la opinión de los protagonistas principales, los estudiantes. El objetivo fue conocer el nivel de cumplimiento de sus expectativas, sus puntos de vista sobre los objetivos pedagógicos y los resultados del aprendizaje, así como información complementaria de la experiencia.

Para ello, se elaboró una encuesta de carácter anónimo, cualitativo y estructurado, materializa-

da mediante Formularios de Google, detallando a continuación las respuestas más relevantes en los aspectos indagados, a saber:

Considerando las cuestiones relativas a las asignaturas:

- La totalidad consideró que las asignaturas son de alta importancia para el perfil profesional.
- Un 85 % indicó que sus expectativas se alcanzaron o superaron.
- Respecto a los aspectos vinculados al cursado de las materias:
- El 80 % dijo que siempre se cumplió con el régimen de enseñanza y la planificación de cátedra.
- El 85 % se mostró de acuerdo con el material de enseñanza puesto a disposición.
- El 85 % consideró que la metodología de enseñanza fue apropiada para el ambiente de aprendizaje.
- La totalidad interpretó como interesantes y útiles la aplicación a proyectos de casos reales.
- El 80 % evaluó como adecuada la mediación tecnológica instrumentada.
- La totalidad indicó que el cursado demandó más del doble de las horas de clases.
- Vinculado a las prácticas docentes:
- El 80 % planteó que el equipo docente actuó conforme a lo pautado.
- El 80 % indicó que el vínculo docente-alumno fue correcto o favorable.
- La totalidad expuso que se comprendió y aplicó del modo previsto el método de evaluación.
- Un 85 % expresó que los criterios de valoración fueron razonables.
- El 20 % consideró que hubo sobre-exigencias pedagógicas

Las encuestas pusieron de manifiesto las tensiones a que estuvieron sometidos los alumnos, no siempre detectables desde la práctica docente, evidenciados en los comentarios libres, que marcaron claras diferencias entre el primer y segundo cuatrimestre.

El aprendizaje que docentes y alumnos tuvieron durante el primer tramo, se capitalizó mejor durante el segundo, con mayor certidumbre y mejor retroalimentación.

Un aspecto destacable superador en el segundo cuatrimestre respecto del primero, fue un mayor ejercicio de devolución una vez finalizado cada seminario taller, que permitió comprender más claramente las dificultades y condicionamientos de cada grupo de alumnos, de modo de orientar y flexibilizar criterios a la medida de cada caso.

Finalmente, a modo de síntesis, la Tabla 4 expresa la consideración general sobre el cursado

Tabla 4: Valoración de la Experiencia por los Alumnos

Concepto	PRIMER CUATRI- MESTRE (%)	Segundo Cuatrimes- tre (%)
MUY BUENO	30	80
BUENO	40	20
REGULAR	10	
MALO	20	

REFLEXIONES FINALES

La experiencia 2020 demuestra que la virtualidad vino para quedarse, pero también, que no reemplaza a la presencialidad, sino que la complementa. Entonces, se alumbrarán nuevas situaciones a resolver conforme al ámbito de aplicación, sabiendo que la nueva normalidad habrá que construirla haciendo camino al andar.

Una cuestión central que no se debe perder de vista, es que se está frente a un cambio estructural, de carácter sistémico, con la necesidad de replantear el currículum, flexibilizarlo y adaptarlo a un nuevo entorno. Hay que repensar los planes de estudio, los regímenes de enseñanza, el rol del docente y los procesos de aprendizaje, a partir de las potencialidades de la mediación tecnológica. Considerar que los cambios exceden a una asignatura, a un área o a una institución y tienen una perspectiva integral.

El caso que aquí se expone muestra un recorrido virtuoso, cuyo éxito se demuestra en resultados que superan con amplitud los objetivos perseguidos, donde es posible encontrar cuestiones muy positivas para destacar, pero también aspectos tangibles a mejorar. La interrelación dinámica entre alumnos, docentes e institución educativa permite generar oportunidades, donde es preciso articular los cambios de la virtualidad con el andamiaje presencial de la gestión académica.

Esta experiencia innovadora demuestra que estudiantes y docentes asumieron el compromiso de superar las dificultades con esfuerzos más allá de lo habitual y resultados más que alentadores. Contrariamente a lo que se pudo suponer, los medios virtuales como la conectividad, el hardware y el software no representaron obstáculos que impidieran llevar adelante el proceso, más allá de las dificultades.

En cambio, los docentes evidenciaron su mayor desafío en la virtualidad, adecuarse a tecnologías que no le eran habituales y aprender sobre la marcha; pero los cambios metodológicos de la enseñanza y su relación con los alumnos, no ofrecie-

ron problemas de adaptación. Por el contrario, los estudiantes estaban familiarizados con la cultura digital y les resultó más natural su inserción en el ambiente virtual de aprendizaje; sin embargo, un nuevo enfoque didáctico y el traspaso de roles les generó demandas que no tenían en sus prácticas de estudio, asumiendo un rol activo que implicó exigencias más allá de lo conocido.

Por último, las vivencias pusieron a todos los actores en crisis y generaron tensiones que se deben capitalizar en la búsqueda de nuevos equilibrios para la enseñanza universitaria, por eso es interesante traer a colación el mensaje que nos deja uno de los alumnos en sus reflexiones: "Es una materia que nos adentra más en la vida profesional, nos enseña a buscar información y nos saca del confort de la información servida."

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a quienes participaron de este caso, del cual este trabajo narra una apretada síntesis. En primer lugar, a los *estudiantes universitarios* de las asignaturas de ISa y DSa, versión 2020, centrales protagonistas de esta experiencia académica.

En segundo lugar, a los miembros de la Cátedra, *Joaquín Carballada, Noelia Echagüe, Verónica Musacchio, Mariana Vera, Matías Correnti y Javier Vergara*, por asumir el desafío con esfuerzo, compromiso y dedicación ejemplar.

Finalmente, a los miembros de la Secretaría Académica de FICH UNL, *Carlos Giorgetti, Marta Paris y Natalia Bas*, por brindar el apoyo y la orientación cuando les fue requerido, sin lo cual no hubiera sido posible.

REFERENCIAS

- Ambrosino, A.; Nicolini, M.; Puggi, F. (2018). Educación Virtual y Gestión Académica: reconfiguraciones institucionales en escenarios transmediales. En Carriego, E. y Castellón, S. (Comp.) *Hacia la construcción colaborativa del conocimiento*. Universidad Virtual de Quilmes.
- Díaz, M. L. (2015). Hacia una didáctica de autor. *Reflexión Académica en Diseño y Comunicación* N° XXV. Facultad de Diseño y Comunicación. Universidad de Palermo.
- Litwin, E. (1999). *Las configuraciones didácticas de la enseñanza universitaria*. Buenos Aires. Paidós.
- Lewin, L. (2020). *La Nueva Educación. De la escuela del saber a la escuela del ser*. Buenos Aires. Santillana.
- Martin, M.; Romanut, L. (2017). *Experiencias docentes en el proceso de evaluación: resignificando las herramientas de la virtualidad*. Dirección de Educación a Distancia y Tecnologías. Secretaría Académica. Universidad Nacional de la Plata.

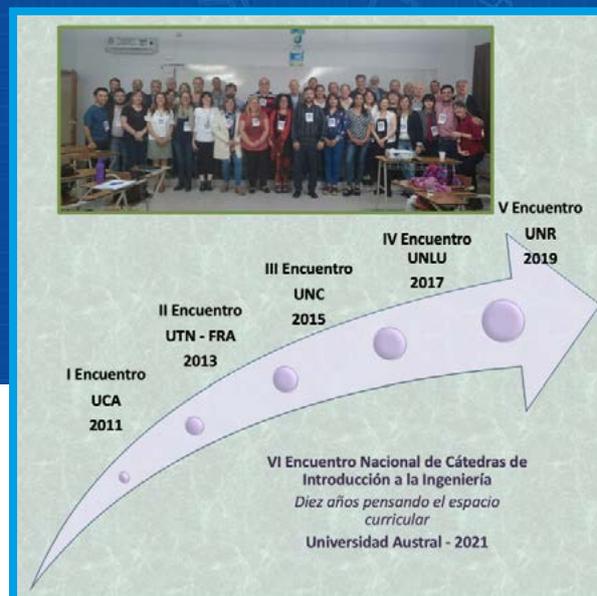
Formación complementaria en carreras de Ingeniería panorama de situación en Argentina 2011-2021

Ferrando, Karina ^a; Rodríguez, Guillermo ^b

a. UTN, Facultad Regional Avellaneda

b. UNR, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura

Contacto: kferrando@fra.utn.edu.ar



RESUMEN

Este trabajo presenta un panorama de situación sobre la formación complementaria en carreras de Ingeniería en Argentina entre 2011 y 2021, centrado en las principales conclusiones alcanzadas en los Encuentros Nacionales de Cátedras de Introducción a la Ingeniería y Afines. Estas jornadas se realizaron en diversas universidades nacionales cada dos años, con una variada e importante participación federal de las diversas facultades del país. El contexto internacional, los desafíos del siglo XXI y los estándares de formación que se promueven desde CONFEDI, con un enfoque basado en competencias y desde un aprendizaje centrado en el estudiante, aparecen como una nueva oportunidad para poner en valor las propuestas pedagógicas que se llevan adelante desde estos espacios de aprendizaje. De esta manera, se hace necesario repensar cómo se presentan las características y el rol del ingeniero en nuestra sociedad desde el inicio de la formación, así como los marcos teóricos pertinentes y las nuevas exigencias metodológicas. Se toma como punto de partida los trabajos presen-

tados en los cinco encuentros ya realizados, para desarrollar un análisis cualitativo de los mismos, poniéndolos en tensión con los marcos actuales y resumiendo las principales conclusiones alcanzadas. Se puede señalar que en este período, se viene conformando una red de docentes del área, cuyos objetivos de trabajo están orientados a intercambiar experiencias, consolidar equipos, actualizar contenidos y debatir sobre enfoques y propuestas de enseñanza adecuados para temáticas introductorias al saber y a la profesión de la Ingeniería.

ABSTRACT

This paper presents an overview of the situation on complementary training in engineering careers in Argentina between 2011 and 2021, focused on the main conclusions reached in the National Meetings of Chairs of Introduction to Engineering and Related Engineering. These conferences were held in various national universities every two years, with a varied and important federal participation from the various faculties of the country. The international context, the challenges of the 21st century and the training standards promoted by CONFEDI, with a

Palabras claves: Ingeniería, formación complementaria, educación tecnológica, competencias, introducción a la Ingeniería.

competency-based approach and student-centered learning, appear as a new opportunity to value the pedagogical proposals that are carried out. In this way, it is necessary to rethink how the characteristics and role of the engineer are presented in our society from the beginning of the training, as well as the pertinent theoretical frameworks, and the new methodological requirements. The papers presented in the five meetings already held are taken as a starting point, to develop a qualitative analysis of them, putting them in tension with the current frameworks and summarizing the main conclusions reached. We can point out that in this period, a network of teachers in the area has been forming, whose work objectives are aimed at exchanging experiences, consolidating teaching teams, updating content and discussing appropriate teaching approaches and proposals for introductory topics to knowledge and the profession of engineering.

INTRODUCCIÓN

En el año 2011, a partir de las nuevas miradas sobre la enseñanza de la Ingeniería que se venían generando en el mundo, se buscó por iniciativa de algunos docentes de asignaturas de formación complementaria, generar un espacio de diálogo de los ingenieros con la cultura y la sociedad contemporáneas para propiciar una reforma enriquecedora de la asignatura de Introducción a la Ingeniería - sea así llamada o bien con nominaciones relacionadas - en torno a la necesidad de renovar los contenidos de los currículos de las carreras de Ingeniería [1]. Desde ese momento y en coincidencia con el crecimiento en nuestro país de cursos y posgrados en el campo disciplinar de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (CTS), se reconoce un creciente interés y motivación por parte de un grupo de docentes en lograr una formación integral de ingenieros con una visión crítica de la tecnología, con un fuerte compromiso frente al uso de recursos naturales y con conciencia sobre el impacto de la tecnología -en todas sus diversidades- en las sociedades contemporáneas.

Si bien, la formación de ingenieros es realizada por cada universidad a través de sus facultades y escuelas de Ingeniería en forma particular, esta formación no es definida exclusivamente por la universidad, sino que debe cumplir con normativas nacionales y con acuerdos internacionales [2].

La realidad nacional, latino e iberoamericana, e internacional en general, da cuenta de una disparidad en los contenidos que conforman este tipo de materias, pudiendo observarse desde versiones normativas hasta otras sustantivas de base filosófica.

De esta forma, se propusieron los Encuentros

de Cátedras de Introducción a la Ingeniería como un ámbito de intercambio en el que los integrantes de las distintas cátedras a nivel nacional puedan compartir experiencias y ahondar en los resultados y en la valoración de este tipo de propuestas.

En este trabajo se toma como punto de partida los trabajos presentados en los cinco encuentros ya realizados, a través de un análisis descriptivo general y una reflexión en torno a los aportes de los mismos, poniéndolos en tensión con los marcos actuales y resumiendo las principales conclusiones alcanzadas.

MARCO TEÓRICO

Hacia 1996, cuando se inició el proceso de unificación curricular en la enseñanza de las Ingenierías en la República Argentina, desde el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) se acordó que los ingenieros deben ser formados sin descuidar los siguientes requisitos de egreso:

Debe recibir en su formación un balance equilibrado de conocimientos científicos, tecnológicos y de gestión, con formación básica humanística.

Los egresados serán sólidos generalistas, que completarán y actualizarán permanentemente su formación a lo largo de la vida laboral, en el marco informal o en el formal a través de postgrados, que las unidades académicas deben asumir como obligaciones prioritarias en los próximos años.

Asimismo, respecto de la formulación de los planes de estudio, se estableció que deberían:

Contener los análisis de las consecuencias políticas del manejo de la tecnología y su implicancia en el desarrollo económico y social del país,

Posibilitar la difusión de aptitudes profesionales con sentido humanístico y ético, para la conservación del patrimonio cultural y ecológico del medio,

Estimular la creatividad, la iniciativa personal, el trabajo interdisciplinario y la innovación en el área tecnológica.

Aquí se define una estructura curricular común, donde aparece el grupo de asignaturas complementarias que comprenden los conocimientos complementarios a la especialidad y que hacen a la formación integral del ingeniero, en este grupo se inscriben las asignaturas de Introducción a la Ingeniería, Ingeniería y Sociedad, y otras afines.

En el Libro Rojo de CONFEDI se define a Ingeniería como: *“la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, materiales, conocimiento y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de condiciones*

éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales, históricas y culturales” [3].

Se plantea que la seguridad y la preservación del medio ambiente constituyen aspectos fundamentales que deben ser observados en la práctica de la Ingeniería. En concordancia con esta propuesta, los graduados deberán completar y actualizar permanentemente su formación a lo largo de la vida laboral, en el marco informal o en el formal a través del postgrado. En el mismo documento, el grupo de asignaturas de formación complementaria, pasa a denominarse Ciencias y Tecnologías Complementarias e incluye aquellos contenidos que permiten poner la práctica de la Ingeniería en el contexto social, histórico, ambiental y económico en que ésta se desenvuelve, asegurando la formación de ingenieros para el desarrollo sostenible [4].

Con este encuadre normativo y de referencia, se comienzan a desarrollar, en 2011 (con una periodicidad definida cada dos años), los Encuentros Nacionales de Cátedras de Introducción a la Ingeniería con los siguientes objetivos:

Reflexionar respecto de si estas miradas admiten algún tipo de realimentación y/o complementación en una única asignatura que aborde los diferentes enfoques o si se trata de diversas orientaciones que ameritan distintas instancias curriculares.

Discutir acerca de la visión que debería tener la asignatura en el marco general de la Carrera (si debe ir desde lo general a lo específico, o comenzar desde lo específico para concluir en lo general).

Analizar variadas alternativas de complementación de la asignatura en los años superiores.

Intercambiar aspectos pedagógicos vinculados a este espacio académico.

Pensar el rol a cumplir por la cátedra en cuanto a la motivación inicial de los estudiantes para contribuir a disminuir la deserción temprana de las carreras de Ingeniería.

DESARROLLO

En este trabajo se presenta un estudio descriptivo reflexivo [5] realizado en torno a los Encuentros Nacionales de Cátedras de Introducción a la Ingeniería desarrollados entre los años 2011 y 2019. Se ha optado por un estudio exploratorio, ya que permite obtener resultados preliminares que contribuyan al conocimiento sobre las temáticas trabajadas, que podrán ser empleados para el diseño de futuros análisis. Se propone una metodología de trabajo mixta, ya que para algunos aspectos se han tenido en cuenta técnicas cuantitativas y para otros, se ha realizado un análisis desde un enfoque cualitativo [6].

Se presenta primero un análisis descriptivo abreviado tanto de los participantes como de los

trabajos presentados, en vinculación con las universidades participantes. Luego, desde el enfoque cualitativo, se extrajeron frases significativas de los textos de las conclusiones a través de un enfoque interpretativo y del discurso. De esta forma, se buscó resumir hallazgos en el material textual, subrayando su importancia.

A continuación se resumen los resultados:

I Encuentro 2011: Universidad Católica Argentina - Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería.

Cantidad de inscriptos: 65

Universidad de origen: 52 docentes de universidades nacionales y 13 docentes de universidades privadas.

Cantidad de trabajos: 21

Universidad de origen: 19 trabajos de universidades nacionales y 2 trabajos de universidades privadas.

Síntesis de las conclusiones:

En el primer encuentro se organizaron cinco paneles en los que se reunieron los enfoques que compartían ciertas estructuras en común, sin que por ello se subrayara que no se trataban de compartimientos estancos ni de sesgo único.

En el primero de ellos, se vincularon propuestas cuyo objetivo principal era acercar al primer año de la carrera, los saberes y las vivencias de la profesión de la ingeniería. En el segundo, los objetivos se centraron más en una reflexión sobre la disciplina ingenieril en sí misma, impulsando en este sentido contenidos de base histórica, epistemológica y ética. En el tercero se presentaron cátedras identificadas con la propuesta del marco teórico CTS. En el cuarto, se ubicaron aquellos abordajes cuya finalidad ronda por brindar a las alumnas y alumnos un panorama amplio sobre la universidad, la facultad, los planes de estudio de las distintas ramas, los métodos de aprendizaje, el manejo de la biblioteca, etc. Por último, en el quinto panel, se reunieron los enfoques específicos por especialidad de ingeniería. De esta manera, se sintetizaron estas líneas en dos grandes modos: “... una mirada basada en la idea de proporcionar al estudiante una visión temprana de la Ingeniería, más bien descriptiva e informativa y que contempla aspectos variados en torno a esa idea: historia, ramas, campo profesional, actividades que desarrolla un ingeniero (en este caso se puso bastante énfasis en el trabajo de proyectar), etc. En algunos casos esta mirada es muy general y está dirigida a alumnos de varias carreras de Ingeniería que se cursan en la misma unidad académica y en otros, está orientada a una Ingeniería en particular. La otra mirada más

reflexiva, dirigida a aspectos filosóficos y epistemológicos de la actividad ingenieril, entendiendo a la Ingeniería como una actividad no separada del contexto en el que se desarrolla sino inmersa en un ambiente que condiciona, impulsa y promueve su accionar. Así, la reflexión sobre las relaciones ciencia y tecnología, tecnología (o Ingeniería) y sociedad, etc. cobran gran relevancia y constituyen una plataforma para discutir el modelo de innovación. Ambos modos parecen ser necesarios en tanto ocupan un lugar de vacancia.” Y por último se subraya que: “... para la construcción de la identidad de este espacio (Introducción a la Ingeniería) es central, entre otras cuestiones, acordar algunos fundamentos básicos que trascienden las miradas locales; como así mismo es vital asumir el compromiso y el desafío que conlleva construir académicamente una visión alternativa del quehacer ingenieril [7].

II Encuentro 2013: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda.

Cantidad de inscriptos: 68

Universidad de origen: 56 docentes de universidades nacionales y 12 docentes de universidades privadas.

Cantidad de trabajos: 17

Universidad de origen: 14 trabajos de universidades nacionales y 3 trabajos de universidades privadas.

Síntesis de las conclusiones.

El segundo encuentro permitió ratificar la presencia de diferentes enfoques curriculares (modos: según se habían sintetizado en el primer encuentro) para las asignaturas. Complementando con un tercero: “... un enfoque general que se centra en una mirada basada en la resolución de problemas de Ingeniería, donde se integra una visión articulada con las Ciencias Básicas y principalmente centrada en el estudio de casos. Este abordaje cumpliría también una función de motivación inicial de los estudiantes que podría contribuir a mejorar los índices de deserción temprana.” [7].

III Encuentro 2015: Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Cantidad de inscriptos: 19

Universidad de origen: 15 docentes de universidades nacionales y 4 docentes de universidades privadas.

Cantidad de trabajos: 10

Universidad de origen: 8 trabajos de universidades nacionales y 2 trabajos de universidades privadas.

Síntesis de las conclusiones.

Este encuentro persiguió los objetivos específicos de proponer y discutir contenidos conceptuales mínimos y carga horaria, vínculos temáticos, metodológicos y de recursos con otras actividades curriculares y la inserción de este tipo de asignaturas en la estructura del plan de estudio y su vinculación con las Resoluciones de Acreditación de Carreras.

Las conclusiones arribadas fueron las siguientes:

“Carga horaria: se estableció que la asignatura debería tener una carga mínima de 48 horas semestrales, distribuidas en 3 horas semanales y 16 clases. Para el caso de materias anuales se propusieron 60 horas distribuidas en 30 clases de 2 horas. Objetivos mínimos: Explicitar los saberes y metodologías de la ingeniería. Mostrar el perfil del ingeniero y el escenario de su desarrollo. Describir las competencias necesarias para el ejercicio responsable de la profesión. Concientizar acerca del rol del ingeniero como agente de transformación del entorno natural y social. Conocer la dinámica histórica de la ciencia y la tecnología en la cultura. Contenidos mínimos: Definiciones de la ingeniería y perfiles del ingeniero. Relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Etapas del proyecto tecnológico y trabajo en equipo. Conceptos de sistemas, procesos y medios para gestionarlos. Innovación, emprendedorismo y liderazgo. Función del ingeniero como dirigente social. Ética y responsabilidad profesional. Historia y prospectiva tecnológica y contextualización socio-técnica.” [8].

IV Encuentro 2017: Universidad Nacional de Luján - Departamento de Tecnología.

Cantidad de inscriptos: 50

Universidad de origen: 46 docentes de universidades nacionales y 4 docentes de universidades privadas.

Cantidad de trabajos: 16

Universidad de origen: 14 trabajos de universidades nacionales y 2 trabajos de universidades privadas.

Síntesis de las conclusiones.

En este cuarto encuentro se avanzó en la redacción de un documento conjunto, que trascendiendo las miradas locales, potencie la relevancia de la asignatura dentro del ciclo básico o de formación integral de los ingenieros en nuestro país. Como principales acuerdos se plantearon: carga horaria y contenidos mínimos se sostuvo lo ya propuesto en el encuentro anterior. Se ampliaron los objetivos: “Objetivo general: Presentar la disciplina de la Ingeniería de manera amplia, en cuanto a sus saberes, ejercicio y relaciones con el entorno natural

ysocial, con el objetivo de contribuir a consolidar la vocación de los alumnos, de propender a una formación contextualizada y a una futura práctica responsable de la profesión. Objetivos específicos mínimos: Comprender la dinámica histórica de la ciencia y la tecnología en la cultura. Explicitar los saberes y metodologías de la Ingeniería, identificar las especificidades, su perfil y el escenario de su desarrollo. Concientizar acerca del rol del ingeniero como agente de transformación del entorno natural y social.”

Por otra parte y en función de la importancia del planteo por competencia se resumieron las mismas:” Desarrollar un pensamiento contextualizado respecto al futuro de la actividad profesional. Argumentar la toma de decisiones utilizando el juicio crítico en función del contexto sociocultural. Desplegar actitud inventiva, sensibilidad medioambiental y social para abordar problemas tecnológicos a partir del uso estratégico y heurístico de los saberes construidos. Intervenir éticamente en situaciones y problemas ingenieriles acorde a su formación, reconociéndolos como componentes de complejos procesos culturales y socio-históricos. Sistematizar la información con autonomía y establecer criterios de prioridad y pertinencia para el contexto. Trabajar en equipo y comunicarsituaciones, problemas y contenidos tecnológicos con pertinente lenguaje.” [9].

V Encuentro 2019: Universidad Nacional de Rosario - Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.

Cantidad de inscriptos: 65

Universidad de origen: 59 docentes de universidades nacionales y 6 docentes de universidades privadas.

Cantidad de trabajos: 17

Universidad de origen: 13 trabajos de universidades nacionales y 4 trabajos de universidades privadas.

Síntesis de las conclusiones.

En línea con las recomendaciones del CONFEDI, el V Encuentro Nacional de Cátedras de Introducción a la Ingeniería se orientó hacia las cuestiones vinculadas a los nuevos estándares de las carreras de Ingeniería, a la formación por competencias y aprendizaje activo y a los cambios en las modalidades pedagógicas que implica para las materias de Introducción a la Ingeniería y afines. Como en los encuentros anteriores “... se siguen observando algunas discrepancias conceptuales que enriquecen el análisis y ponen en evidencia la diversidad de miradas que componen el campo disciplinar.” A raíz de ellas, se concluyó la propuesta futura de

espacios de formación docente “... que permitan generar un espacio institucional de discusión teórica de mayor alcance” [9].

CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA

Como principal conclusión se puede señalar que se viene conformando una red federal de docentes del área, cuyos objetivos de trabajo están orientados a intercambiar experiencias, consolidar equipos docentes, actualizar contenidos y debatir sobre enfoques y propuestas de enseñanza adecuados para temáticas introductorias al saber y a la profesión de la Ingeniería.

La participación de docentes se ha sostenido a lo largo de los años con una variada asistencia de diversas universidades. Los trabajos se sostienen con una cantidad proporcional y con una variedad complementaria de enfoques.

En estos espacios se ha logrado contar con una participación de autoridades y docentes de una gran cantidad de Universidades Nacionales y Privadas. También, en el tercer Encuentro, además de los trabajos que llevaron representantes de las diferentes instituciones, se llevó a cabo un Taller para discutir y acordar contenidos mínimos comunes. Al final de cada encuentro se ha publicado un libro con los trabajos presentados en formato digital y con número de ISBN, lo cual prestigia al espacio y ayuda a que se consolide a lo largo del tiempo. Otro logro reciente fue la creación de un grupo cerrado de docentes que tienen a su cargo el dictado de la materia “Introducción a la Ingeniería” y materias afines en redes sociales, con los que se comparten materiales, videos y experiencias de trabajos prácticos realizados, acciones que facilitan la circulación de material de lectura y, al mismo tiempo, mantiene activo y unido al colectivo docente entre encuentros.

Se trabaja desde la convicción que una adecuada y amplia formación de ingenieros requiere de un marco conceptual que permita dar cuenta de la naturaleza de los conocimientos de Ingeniería que responden a patrones de desarrollo de la ciencia y la tecnología y también a su intrínseca naturaleza sociocultural [10].

Por último, en este año 2021, se realizará el sexto Encuentro Nacional de Cátedras de Introducción a la Ingeniería en la Universidad Austral. De esta forma, se cumplen 10 años de trabajo ininterrumpido en esta red federal que reflexiona sobre las características del ingeniero que deben buscar promoverse desde el inicio de las carreras de grado, para estar a la altura de los desafíos que este siglo XXI nos plantea. Particularmente, este 5 de noviembre próximo, se debatirá acerca de las nuevas exigencias curriculares y metodológicas, pro-

poniendo un trabajo conjunto de formación específica para los docentes.

REFERENCIAS

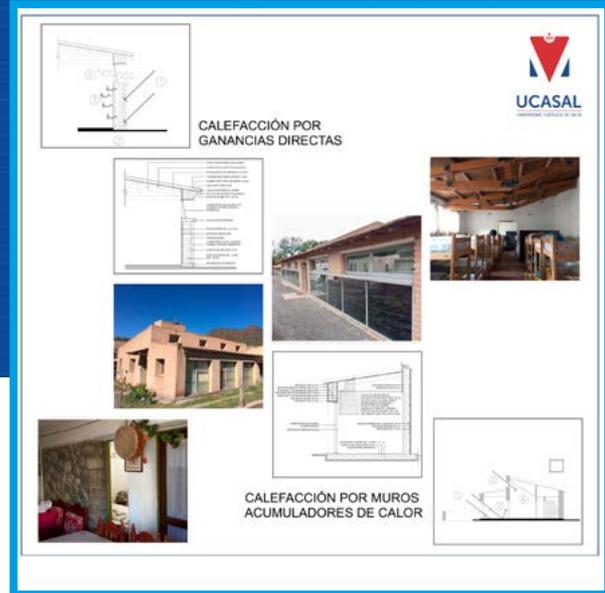
- [1] Rodríguez, G, Guerrero, R. y Nardoni, F. (2018) "Repensar la praxis educativa: integrando el hacer en primer año de una carrera de ingeniería", Revista Propuesta Educativa, núm. 50, Vol.2, pp. 79-91. Recuperado de: <http://propuestaeducativa.flacso.org.ar/wp-content/uploads/2019/11/PropuestaEducativa50-rodriguez-guerrero-nardoni.pdf>
- [2] ASIBEI (2020) Análisis estructural para asegurar competencias de egreso. La formación del ingeniero iberoamericano.
- [3] CONFEDI (2018), Libro Rojo. Recuperado de: https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DE-CONFEDI-Estandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf
- [4] ONU (2015) Organización de las Naciones Unidas, Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, Resolución aprobada por la Asamblea General ONU, 25 de septiembre de 2015. Recuperado de: https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- [5] Yin, R. K. (2003). Case Study Research: Design and Methods. London: Sage.
- [6] García, R. (2007) Sistemas Complejos: Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Buenos Aires: Gedisa.
- [7] Durán, G., Ferrando, K., Gallo, A., Giuliano, G., Rodríguez, G. (2014). Introducción a la ingeniería. Hacia la construcción de una propuesta formativa. Rosario: UNR Editora. Recuperado de <https://rehip.unr.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/2133/4790/INTRODUCCION%20A%20LA%20INGENIERIA%20HACIA%20LA%20CONSTRUCCION%20DE%20UNA%20PROPUESTA%20FORMATIVA.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- [8] Durán, G., Ferrando, K., Gallo, A., Giuliano, G., Rodríguez, G. (2016). Introducción a la ingeniería. Acuerdos para su desarrollo curricular. Rosario: UNR Editora. Recuperado de: <https://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/6448/INTRODUCCION%20A%20LA%20INGENIERIA%20ACUERDOS%20PARA%20SU%20DESARROLLO%20CURRICULAR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- [9] Rodríguez, G., Gallo, A., Giuliano, G., Ferrando, K., Duran, G. (2020). Introducción a la Ingeniería. Aportes para la formación en competencias. Rosario: UNR Editora. Recuperado de: <https://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/17894/INTRODUCCION%20A%20LA%20INGENIERIA%20APORTES%20PARA%20LA%20FORMACION%20EN%20COMPETENCIAS.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- [10] Von Linsingen, I., Ferrando, K. (2018) Estudios CTS en carreras de Ingeniería: perspectivas educativas para la ciudadanía sociotécnica, en Rumbos Tecnológicos, Octubre 2018. Recuperado de: <http://rumbostecnologicos.utnfrainvestigacionyposgrado.com/volumenes/rumbos-10/estudios-cts-en-carreras-de-ingenieria-perspetivas-educacionales-para-la-ciudadania-sociotecnica/>

Diseño bioclimático: estudio de sistemas pasivos de calefacción en viviendas del noroeste de Salta

Sebastián Miguel¹

1- Investigador de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Católica de Salta

Contacto: samiguel@ucasal.edu.ar



RESUMEN

El diseño bioclimático incorpora factores climáticos y del contexto donde se proyectan y construyen los edificios. El confort interior se logra al estudiar estas condiciones integrándolas a través de herramientas y pautas de diseño. Los sistemas de calefacción pasivos de vivienda utilizan el recurso solar en zonas frías y son capaces de mejorar las condiciones de confort aprovechando las ganancias térmicas.

Este trabajo analiza dos edificios de viviendas en el noroeste de la Provincia de Salta donde se han utilizado materiales y tecnologías constructivas de la zona. Se analizan las condiciones de radiación solar, las temperaturas medias anuales y los sistemas de calefacción solar pasivos adoptados como las ganancias directas y muros acumuladores de calor. El resultado de su funcionamiento es confrontado con la percepción de los usuarios de las viviendas analizadas respecto a los sistemas solares pasivos para calefacción como soluciones adaptadas al sitio y a las condiciones ambientales de las viviendas.

ABSTRACT

The bioclimatic design incorporates climatic factors and the context where the buildings are projected and constructed. Interior comfort is achieved by studying these conditions and integrating them through design tools and guidelines. Passive house heating systems use solar resources in cold areas and are capable to improve comfort conditions by taking advantage of thermal gains.

This work analyzes two residential buildings in the northwest of the Province of Salta where materials and construction technologies from the area have been used. The solar radiation conditions, the annual average temperatures and the passive solar heating systems adopted are analyzed by means of direct profits and heat accumulating walls. The result of its operation is link to users' perception of the houses analyzed considering passive solar systems for heating as solutions adapted to the site and the environmental conditions of the houses.

Palabras clave: : bioclimático, vivienda, calefacción, solar, diseño.

INTRODUCCIÓN

El diseño arquitectónico bioambiental considera diversos factores vinculados al estudio bioclimático y al sitio del emplazamiento del objeto de proyecto. Tiene a su vez en cuenta, el contexto económico, social y temporal de una obra de arquitectura. Estos parámetros se aplican desde la conceptualización del proyecto y atraviesan las instancias de la materialización de los edificios y la vida útil de los mismos.

Dentro de los factores bioclimáticos se puede considerar a factores como radiación solar, viento, precipitaciones, temperatura del sitio, entre otros. El enfoque ambiental tiene en cuenta a su vez, topografía, vegetación, altitud, así como la relación con cuerpos de agua y con los ecosistemas cercanos.

Por otra parte, el cambio climático está asociado al calentamiento global y al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero. Por consiguiente, la reducción del consumo energético es un factor fundamental para contribuir a partir de los edificios que se diseñan y construyen.

La arquitectura bioclimática, a través edificios así diseñados, promueve la creación de espacios interiores confortables desde el punto de vista térmico y del aprovechamiento de la iluminación natural. A partir del estudio de las condiciones climáticas del lugar de emplazamiento, se puede reducir la energía requerida para calefacción, refrigeración e iluminación [1].

Este trabajo hace foco en dos casos de estudio de sistemas pasivos de calefacción de viviendas en el noroeste de la Provincia de Salta. Se integran los sistemas al diseño de arquitectura, que utilizan materiales de la zona, interpretan los requerimientos térmicos a las formas de vida de los usuarios y a la organización de los espacios de habitar.

La energía requerida para calefacción es el rubro de mayor importancia en la demanda energética de viviendas en invierno, especialmente en climas fríos [2]. Por lo tanto, el estudio de estos dos casos, permite comprender cómo lograr desde el diseño, incorporar tecnologías simples y efectivas de bajo costo.

Por otra parte, el estudio y análisis de la eficiencia de los sistemas relevados es contrastado con un relevamiento de percepción de los usuarios sobre los sistemas pasivos de calefacción y su utilización habitual basado en trabajos similares para otras zonas de la Argentina y Chile [3] [4] [5]. De este modo, se explora en este trabajo, de qué manera perciben los habitantes de estos edificios bioclimáticos las condiciones de confort térmica y cuál es la relación que tienen con los sistemas y dispositivos necesarios para lograrlo.

METODOLOGÍA

Para el estudio de sistemas pasivos de calefacción en viviendas del noroeste de Salta se llevó a cabo la siguiente metodología de trabajo:

A) Se seleccionaron dos casos de estudio en diferentes Zonas Bioclimáticas de la Argentina de acuerdo a la Norma IRAM 11601 en la provincia de Salta. Se realizó un relevamiento en el mes de marzo de 2020, para el Caso 1 de Cachi y en enero de 2021, para el Caso 2 en El Alfarcito, a los efectos de estudiar sus características geográficas y climáticas, constructivas y de funcionamiento.

B) Cada caso presenta una tecnología diferente de calefacción que utiliza las ganancias de la radiación solar. Se relevaron los sistemas y los edificios a los efectos de estudiar su funcionamiento y el comportamiento de sus envolventes relacionadas con su materialidad y eficiencia.

C) Con el objeto de explorar la percepción de los usuarios de los edificios analizados, se realizaron encuestas de confort interior y modos de uso de la vivienda.

Para el Caso 1, se encuestaron a 5 personas que habitan diferentes viviendas del conjunto de 15 viviendas iguales en su disposición interior, materialidad y forma constructiva, al igual que la orientación de sus locales. Para el Caso 2 se encuestaron a dos usuarios: un adulto que realiza tareas de administración del edificio y un adolescente que lo habita.

Cuestionario realizado:

1) Condición de confort que encuentra en la vivienda en verano y en invierno. Se utilizó como escala de medición: muy buena, buena, regular, malo.

2) El usuario realiza prácticas y rutinas para garantizar las condiciones de confort planificadas por los proyectistas. La escala de medición adoptada fue: habitualmente, poco frecuente, nunca.

3) ¿El usuario ha realizado modificaciones al edificio de su versión original para mejorar las condiciones térmicas de confort interior? Se utilizó como escala de medición: más de una, solo una, ninguna.

RESULTADOS

Caso 1: Vivienda social en Cachi, Salta

Vivienda unifamiliar que forma parte de un conjunto de 15 viviendas sociales desarrollado en 1984 por el Instituto Provincial de la Vivienda de Salta (IPV) y un grupo de profesionales del Instituto de Investigaciones de Energía No convencional (INENCO). Ubicada en la localidad de Cachi a 160 km de la ciudad de Salta y a 2.300 ms.n.m. Sus coordenadas geográficas son: Latitud Sur: 25°07'00" y Longitud Oeste: 66°11'00". La temperatura media anual: 12,29°C [6]. La heliofanía efectiva promedio de junio es 6 hs y de 8 hs en diciembre [7]. La radia-

ción solar global anual sobre plano horizontal es de 2297,04 kWh/m² [8] (Tabla 1).

Tabla 1: Caso 1 vivienda en Cachi. Síntesis de datos geográficos, temperaturas medias y radiación solar

	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	TEMP MEDIA	GLOBAL PL. HORIZ.	DIFUSA PL. HORIZ.
			(msnm)	(°C)	(kWh/m ²)	(kWh/m ²)
CASO 1						
VIVIENDA EN CACHI	-25,07	-66,11	2389	12,29	2297,04	1837,63

Caso 2: Edificio albergue de estudiantes en El Alfarcito, Salta

Edificio de albergue estudiantil que forma parte de las instalaciones del Colegio Secundario de Montaña desarrollado en 2009. Ubicada en la localidad de El Alfarcito a 90 km de la ciudad de Salta y a 2.800 ms.n.m. Sus coordenadas geográficas son: Latitud Sur: 24°29'00" y Longitud Oeste: 65°53'00". La temperatura media anual: 9,49°C [6]. La heliofania efectiva promedio de junio es 6 hs y de 8 hs en diciembre [7]. La radiación solar global anual sobre plano horizontal es de 2142,78 kWh/m² [8] (Tabla 2).

Tabla 2: Caso 2 Albergue El Alfarcito. Síntesis de datos geográficos, temperaturas medias y radiación solar

	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	TEMP MEDIA	GLOBAL PL. HORIZ.	DIFUSA PL. HORIZ.
			(msnm)	(°C)	(kWh/m ²)	(kWh/m ²)
CASO 2						
ESTUDIANTIL EL ALFARCITO						

Sistemas solares pasivos de calefacción

La captación de energía solar es utilizada para calefaccionar los ambientes interiores. Se puede realizar de manera directa a través de las áreas vidriadas o bien de manera indirecta mediante la utilización de muros colectores acumuladores [9].

En ambos casos analizados se estudian las orientaciones de las superficies expuestas a la radiación, la materialidad y tecnología de las envolventes (muros y cubiertas) y la organización de los usos del programa del edificio que se acondicionarán con la calefacción solar pasiva.

Para que estos sistemas sean efectivos, se deben considerar los niveles de radiación disponibles durante una cierta cantidad de horas en el día. La envolvente del edificio, a través de las superficies vidriadas, se expone a la radiación solar, garantizando el recurso, que se utilizará para calefaccionar los ambientes deseados.

En los dos sistemas analizados, durante el invierno, la temperatura interior de los ambientes es mayor que en el exterior, por lo tanto, existe una presión positiva hacia fuera. Es así como el calor es el responsable de mover las masas de aire desde las más calientes a las más frías. Por lo tanto, resulta de importancia impedir que el calor se pier-

da. Esto puede lograrse, calefaccionado con estos sistemas, al incorporar en la envolvente del edificio, una aislación térmica suficiente para propiciar la conservación de la energía.

Para el Caso 1, el clima corresponde a la Zona Bioclimática IVA: Templado frío [10]. La Norma recomienda orientación favorable para los edificios NO-N-NE-E-SE. También sugiere proyectar viviendas agrupadas y proveer los recursos necesarios para el mejoramiento de la inercia térmica, ya que es una región de grandes amplitudes térmicas, principalmente en verano cuando se dan los mayores valores del país.

De acuerdo a un análisis de temperaturas realizado para el Caso 1 (Figura 1) se puede interpretar, que entre los meses de marzo a octubre, se registran temperaturas medias por debajo de los 15 grados, con amplitud térmica entre el día y la noche. Por lo tanto, se debe considerar la implementación de algún sistema de calefacción para garantizar el confort térmico en la vivienda.

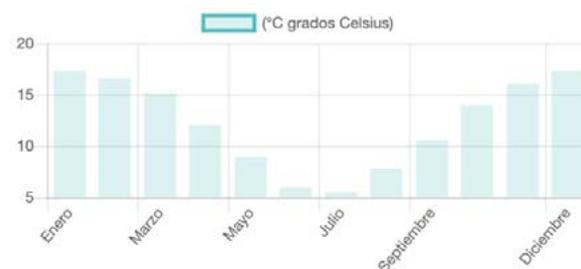


Figura 1: Temperaturas medias anuales de Cachi.

Organización de la vivienda de Cachi: Cuenta con 147 m² cubiertos y 3 dormitorios; se dispone en planta baja cuyos locales se vuelcan francamente a una galería - invernadero con orientación norte y locales de servicio con circulación al sur (Figura 2).



Figura 2: Exteriores e interiores de la vivienda de Cachi. Imágenes propias (marzo 2020).

Aspectos constructivos del proyecto de la vivienda de Cachi: Estructura sismo resistente de Hormigón Armado. Los muros exteriores son dobles de adobe estabilizado, con aislaciones en su interior. El estar-comedor-galería tiene el muro interior y los contrapisos resueltos en piedra que funcionan como acumuladores de calor. Las carpinterías son de aluminio y postigos metálicos. La cubierta es de chapa de fibrocemento con aislaciones hidrófugas y térmicas. El interior de la vivienda cuenta con un cielorraso de yeso aplicado que genera una cámara de aire (Figura 3).

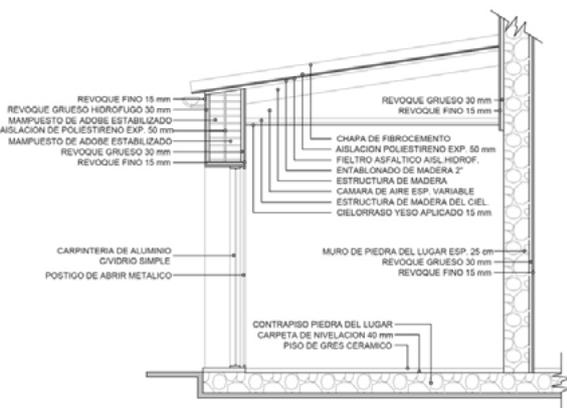


Figura 3: Detalle y sistema constructivo de la vivienda de Cachi.

Funcionamiento del sistema de calefacción por ganancias directas del caso 1.

En el sistema directo, la ganancia directa está dada por la captación y conversión térmica de la radiación solar incidente en los aventanamientos que deben diseñarse de manera adecuada respecto de la geometría solar [11]. Por lo tanto, el espacio interior se convierte, a través del aventanamiento, en un captador solar, un depósito térmico y a su vez en el sistema de distribución.

La radiación que incide sobre el aventanamiento es del tipo de onda corta y lo atraviesa impactando sobre los componentes con capacidad de absorción y emisión de la radiación infrarroja al ambiente. Esta radiación permanece en el recinto y no atraviesa nuevamente el aventanamiento.

Finalmente, el calor se desplaza por el local. En este caso, el estudio de la inclinación de los rayos solares en las diferentes estaciones del año permite que las ganancias y penetración al interior de la vivienda sean máximas en invierno y no ingresen en verano a partir de los aleros diseñados y las dimensiones de las aberturas. (Figura 4).

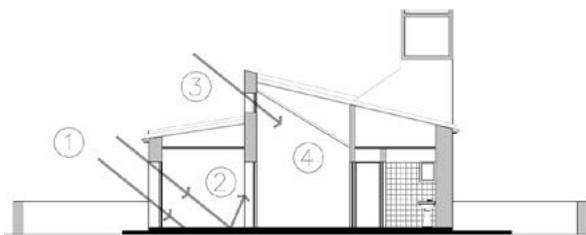


Figura 4: Funcionamiento de los sistemas de ganancia solar directa: 1-Ingreso de radiación del norte en invierno al estar-comedor-galería; 2-Distribución interior de la radiación por convección; 3-Iluminación directa, 4-Dormitorios.

Para el Caso 2: el clima corresponde a la Zona Bioclimática V: Frío. La Norma [10] recomienda las buenas aislaciones de pisos, muros, cubiertas y la reducción del tamaño de las aberturas en todas las orientaciones, pudiendo considerar de mayor tamaño aquellas orientadas al Norte. Asimismo se recomiendan las orientaciones NE-N-NO para obtener una máxima ganancia por radiación.

De acuerdo al análisis de temperaturas realizado para la zona, (Figura 5) se puede interpretar, que durante todo el año, se registran temperaturas medias por debajo de los 15 grados, con amplitud térmica entre el día y la noche. Por lo tanto, se debe considerar la implementación de algún sistema de calefacción para garantizar el confort térmico del edificio durante todo el año.

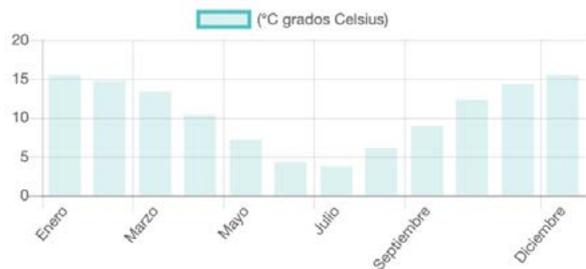


Figura 5: Temperaturas medias anuales en El Alfarcito.

Organización del edificio de albergue: Está organizado en dos módulos adosados para 80 hombres y 80 mujeres. Cuenta con 480 m² cubiertos con áreas de dormitorios orientados por lo general al Norte, reservando la orientación Sur para servicios y sanitarios. Todos los locales cuentan con aberturas superiores para la iluminación y la ventilación controlada. El terreno en el que se emplaza el edificio a su vez, se encuentra en pendiente. Por lo tanto, el edificio, en su eje longitudinal, se escalona exteriormente para tomar esta pendiente (Figura 6).



Figura 6: Exteriores e interiores del Albergue El Alfarcito. Imágenes propias (enero 2021).

Aspectos constructivos del proyecto de El Alfarcito: Estructura sismo resistente de Hormigón Armado. Los muros exteriores son de adobe a la vista exterior con junta tomada y en el interior revocos grueso y fino a la cal (espesor del muro total 50 cm). La cubierta está modulada con estructura de cerchas de madera y conformada por diferentes capas: entablonado de madera interior a la vista, aislación hidrófuga, capa de fibras vegetales y cubierta superior de torta de barro estabilizada.

Las carpinterías son de marco de chapa con doble vidriado hermético, al igual que las superficies vidriadas para materializar los muros acumuladores de calor que cuentan en su parte posterior con un muro de piedra del lugar pintado exteriormente de color oscuro (Figura 7).

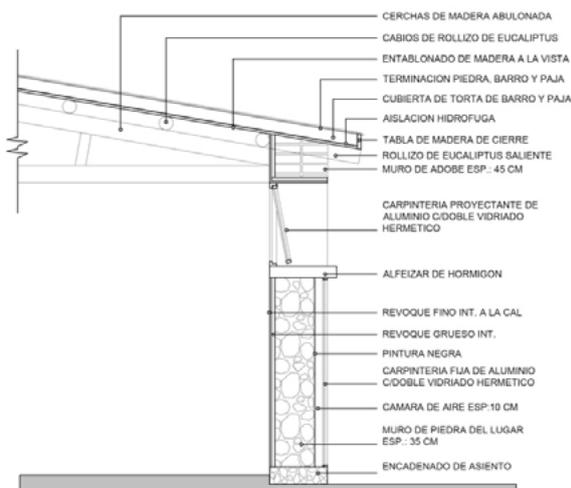


Figura 7: Detalle y sistema constructivo del Albergue El Alfarcito.

Funcionamiento del sistema de calefacción a través de muros acumuladores para el Caso 2.

El sistema de muros colectores o acumuladores se materializa con resoluciones constructivas masivas. La cara exterior tiene una terminación de un color oscuro para absorber la radiación solar. Por lo general, se lo protege de un vidriado cuyo efecto es disminuir las pérdidas térmicas del muro y generar una cámara de aire caliente en donde la energía solar, que se acumula, se transmite al muro y de allí luego al ambiente interior.

Este sistema es muy utilizado en la arquitectura vernácula porque aprovecha las propiedades térmicas de los materiales de la envolvente: se utiliza la inercia térmica del edificio y compensa las marcadas diferencias térmicas del exterior [12] (Figura 8).

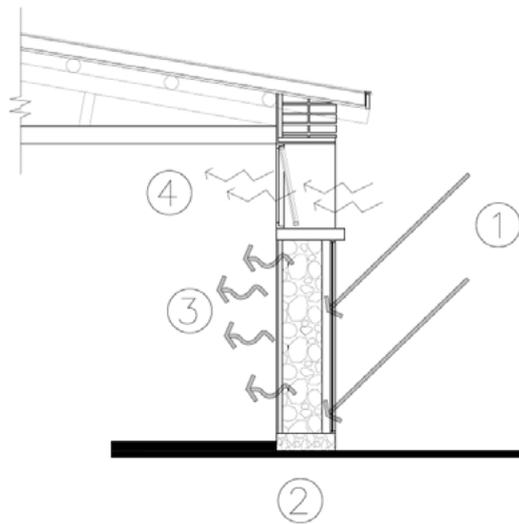


Figura 8: Funcionamiento de los sistemas de ganancia solar directa: 1-Ingreso de radiación del norte en invierno a la cámara de aire generada entre la carpintería y el muro; 2-Acumulación de la radiación en el muro de piedra; 3-Calefacción por radiación y convección desde el muro a los dormitorios, 4-Ventilación natural regulable.

Los resultados de la encuesta elaborada a los usuarios de los edificios analizados anteriormente, permite conocer de qué manera perciben y son protagonistas al momento de vivir en un *edificio bioclimático*.

A continuación se sintetizan las respuestas de los encuestados, en cada caso, a las tres preguntas realizadas, que se detallaron precedentemente (Tabla 3).

Tabla 3: Resultados de la encuesta a los usuarios de los edificios Casos 1 y 2

	1-CONDICION DE CONFORT INTERIOR		2-REALIZA PRACTICAS/RUTINAS PARA LOGRAR CONFORT	3-HA REALIZADO MODIFICACIONES AL EDIFICIO PARA MEJORAR EL CONFORT
	VERANO	INVIERNO		
CASO 1				
USUARIO 1	BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	SOLO UNA
USUARIO 2	REGULAR	MUY BUENA	HABITUALMENTE	MAS DE UNA
USUARIO 3	BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	SOLO UNA
USUARIO 4	MUY BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	MAS DE UNA
USUARIO 5	BUENA	MUY BUENA	HABITUALMENTE	NINGUNA
CASO 2				
USUARIO 1	BUENA	MUY BUENA	NUNCA	NINGUNA
USUARIO 2	MUY BUENA	MUY BUENA	POCO FRECUENTE	NINGUNA

Es interesante considerar algunas observaciones y comentarios adicionales de los usuarios para el caso 1:

1) En los meses de invierno el sistema de pisos y muros acumuladores funcionan de manera adecuada y el calor se mantiene durante toda la tarde y noche. Es necesario tener en cuenta que hay que cerrar los postigos que cubren las ventanas a media tarde para mantener el calor que ha ingresado dentro de la galería-estar, para que no se pierda en parte. Es preciso considerar que las carpinterías tienen vidrio simple de 4 mm de espesor en todos los casos.

Debido a la radiación, durante los meses de verano deben permanecer los postigos cerrados, ingresando de este modo muy poca iluminación natural al área de estar-comedor. Algunas de las viviendas del conjunto incorporaron parras y vides que crecen en época estival para controlar la radiación solar y tamizar la luz por medio de este tipo de vegetación de hoja caduca.

2) Las prácticas y rutinas que se realizan habitualmente son las de apertura y cierre de puertas, ventanas y postigos para garantizar el funcionamiento de los sistemas pasivos de calefacción y la generación de ventilaciones cruzadas.

3) Para que funcione el sistema de acumulación y conservación del calor en el piso y el muro interior de piedra no deben existir elementos (en este caso mobiliario) sobre estas superficies que obstaculicen la radiación solar. Por lo tanto, en este caso, la relación de ancho de la galería-estar-comedor es angosta para ubicar el equipamiento necesario de la vivienda.

4) Los sistemas de calefacción pasiva, de iluminación y ventilaciones naturales resultan muy eficientes y no representan un costo en la factura de electricidad ni se depende de la compra de gas envasado para la calefacción.

Algunas observaciones y comentarios adicionales de los usuarios para el caso 2:

1) Las temperaturas medias durante todo el año son bajas (enero 15 °C; invierno 3 °C) por lo tanto, es necesario contar con un sistema de calefacción para lograr el confort térmico interior constante.

El sistema de muros acumuladores de calor orientados al norte, garantiza una temperatura interior adecuada para las áreas de dormitorios. Habitualmente se practica la apertura de ventanas para la ventilación natural cruzada de los locales en horas de la mañana, luego se cierran para conservar el calor durante el resto del día.

2) Los sistemas de calefacción pasiva, de iluminación y ventilaciones naturales resultan muy eficientes. Se aprovechan las horas de radiación directa para mejorar las condiciones de confort interno en un clima adverso.

CONCLUSIONES

El diseño arquitectónico bio-ambiental permite interpretar las características climáticas y del contexto para mejorar las condiciones de confort. Esto se logra a partir del estudio de las condiciones térmicas, de radiación solar, las corrientes de aire naturales y los regímenes de precipitaciones entre otros.

Esta información permite confrontar normas que recomiendan las estrategias y herramientas proyectuales capaces de brindar guías y pautas a los diseñadores con la práctica y el quehacer profesional.

La implementación de sistemas pasivos de calefacción a través del aprovechamiento de la energía solar, posibilita resolver las necesidades de calefacción de viviendas con sistemas que se integran a las envolventes del edificio. Dichas envolventes pueden desarrollarse a través de sistemas constructivos utilizando materiales y técnicas constructivas locales.

El estudio de casos realizado, muestra que para el noroeste de la Provincia de Salta, es viable acondicionar viviendas a través de sistemas de calefacción mediante la captación solar directa.

Las encuestas realizadas a los usuarios de las viviendas indican que los sistemas desarrollados son adecuados para brindar y garantizar el confort térmico interior. En el Caso 1 (vivienda en Cachi) los usuarios son protagonistas activos de la manipulación de los cerramientos para garantizar y controlar el ingreso de la radiación (invierno) o no permitir su ingreso (verano). En el Caso 2 (Albergue de estudiantes El Alfarcito) el sistema de muros acumuladores de calor se encuentra siempre operativo. Los usuarios tienen la capacidad de regulación de las ventilaciones naturales durante las estaciones del año y las horas del día.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Investigaciones de la Universidad de Salta por el financiamiento del proyecto de Investi-

gación “Diseño bio-climático de viviendas para las diferentes eco-regiones de la Provincia de Salta”, aprobado por Resolución Rectoral 1326/19.

A los alumnos de la Carrera de Arquitectura que colaboraron en la producción Gráfica: Gerardo Yahualca Fanti, Antonella Díaz y Valentina Giachero.

REFERENCIAS

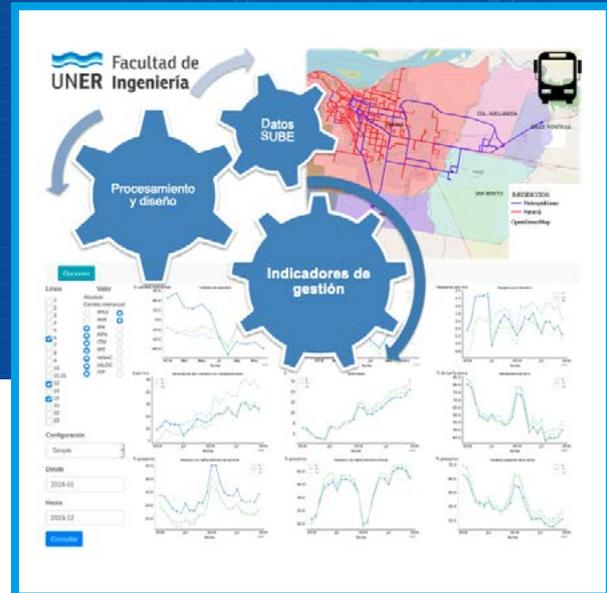
- [1] Flores Larsen, S. (2016). *Edificios Bioclimáticos* (Editores) Laborde, M. y Williams R. *Energía solar*. ANCEFN, CABA. pp. 68
- [2] Evans, J. ; De Schiller, S. (2001). Evaluador energético: método de verificación del comportamiento energético y ambiental de viviendas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 5, 49.
- [3] Martínez, C.; Gonzalo, G. (2001). Análisis del comportamiento higrotérmico de los cerramientos exteriores en viviendas del IPV en San Miguel de Tucumán. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 5, 21.
- [4] Blasco, L., I.; Carestia, C.; Carossia, E. (2016). *Análisis térmico-energético estival de tipología FONAVI y vivienda bioclimática en la ciudad de San Juan, Argentina*. I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable
- [5] Constanza F.; Espinosa Cancino, C.; Cortés Fuentes, A. (2015). Confort higro-térmico en vivienda social y la percepción del habitante. *Revista INVI*, 30,85.
- [6] Bianchi, A.; Cravero, S. (2010). *Atlas Climático Digital de la República Argentina*. INTA, Buenos Aires.
- [7] Grossi Gallegos, H.; Righini, R. (2007). *Atlas de energía solar de la República Argentina*. SECYT-UNLu.
- [8] Sarmiento Barbieri, N.; Belmonte, S.; Dellicompagni, P.; Franco, J.; Escalante, K. (2017). *Atlas de Radiación Solar de la Provincia de Salta. Sistema de Información Geográfico Digital*, CONICET, Salta.
- [9] San Juan, G.; Rosenfeld, E.; Santinelli, G.; Discoli, C.; Viegas, G.; Dicroce, L.; Brea, B.; Melchiori, M.; Rojas, D. (2013). *Diseño bioclimático como aporte al proyecto arquitectónico*. UNLP, La Plata.
- [10] IRAM 11603 (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*. IRAM, Buenos Aires.
- [11] Gonzalo, G. (2004). *Manual de Arquitectura Bioclimática*. Nobuko, Buenos Aires. pp 314.
- [12] Gonzalo, G. (1988). *The bioclimatic design in the traditional architecture of North Argentina. Energy and Buildings for temperate climates*. Oxford Pergamon Press.

Indicadores de gestión del transporte público en base a datos SUBE

**Juan Francisco Jaurena, Rafael David Díaz Arias,
Feliciano Franco, Raul Andres Hurani,
Sebastián Marcelo Lischet**

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos

Contacto: juan.jaurena@uner.edu.ar
rafael.diaz@uner.edu.ar
f franco@ingenieria.uner.edu.ar
raul.hurani@uner.edu.ar
sebastian.lischet@uner.edu.ar



RESUMEN

La movilidad urbana es uno de los elementos centrales que definen las dinámicas de desarrollo de las urbes. En ese sentido, gestionar adecuadamente el sistema de transporte se torna una disciplina científica, ya que, utilizando las nuevas tecnologías y el manejo del *big data*, es posible construir modelos de gestión basados en medición y análisis de tendencias de indicadores. Esto permite enriquecer la discusión en torno a la generación de políticas públicas, perfeccionamiento de regulaciones y control del servicio público con base en datos estadísticos y técnicos. Este estudio busca la construcción de indicadores que permitan medir el desempeño del sistema de transporte público de pasajeros sobre la base de información estandarizada recibida a través del sistema SUBE (Sistema Único de Boleto Electrónico). Como caso práctico se tomará la del **Área** Metropolitana de la Ciudad de Paraná con datos del periodo enero 2018 a diciembre de 2019.

ABSTRACT

Urban mobility determines the dynamics of urban development. In this sense, properly managing the transportation system becomes a scientific discipline, since, using new technologies and the use of big data, it is possible to build management models based on measurement and trend analysis of management indicators. This allows to enrich the discussion around the generation of public policies, improve regulations and control of public service based on statistical and technical data. This study seeks the construction of indicators to measure the performance of the public passenger transportation system based on standardized information received through the SUBE system (*Sistema Único de Boleto Electrónico*). As a study case, the Metropolitan Area of the City of Paraná was considered processing data from January 2018 to December 2019.

INTRODUCCIÓN

La gestión adecuada de la movilidad urbana es uno de los elementos centrales que definen las dinámicas de desarrollo urbano. Es determinante tanto para la productividad económica de la ciudad como para la calidad de vida de sus habitantes. En los sistemas de transporte públicos de pasajeros (TPP), la eficiencia depende de varios elementos, como la tecnología disponible, las políticas gubernamentales, el proceso de planificación y las estrategias de control. De hecho, la interacción entre estos elementos es bastante compleja, lo que genera problemas de toma de decisiones [1].

La gestión del transporte debe contemplarse desde una óptica integral, ya que, no es independiente de otras políticas sectoriales: el transporte no es un fin en sí mismo, sino un medio para alcanzar determinados destinos, donde satisfacer un conjunto de necesidades [2].

Es imperativo para la gestión del TPP contar con datos actualizados que permitan obtener índices y generar tendencias de evolución de forma tal que permitan tomar decisiones con la menor incertidumbre posible, así enriquecer la generación de políticas públicas y perfeccionar las regulaciones para satisfacer las necesidades de la población [3].

Los Indicadores de gestión son un valor numérico que provee una medida para ponderar el desempeño cuantitativo y/o cualitativo de un sistema. Es decir, un indicador es una medida estratégica que permite evaluar los objetivos importantes definidos por la organización [4]. Los indicadores como instrumentos de control, han tenido un auge especial en las administraciones municipales, debido a la dificultad de introducir mecanismos de mercado que permitan a los ciudadanos elegir servicios de mayor calidad [5].

El Sistema Único de Boleto Electrónico (SUBE), es un sistema implementado en la República Argentina a partir del año 2009 [6]. Permite a cada usuario con su respectiva tarjeta inteligente, abonar los viajes en colectivos, subtes, trenes y los peajes adheridos, tanto en el transporte público del Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) [7], como en las líneas de colectivos urbanas e interurbanas de las principales provincias y ciudades del país, donde fue implementado a partir del año 2015 [8].

El sistema SUBE fue implantado en el Área Metropolitana de Paraná o Gran Paraná (AGP) [9], Provincia de Entre Ríos, en el año 2017 y es un gran generador de datos, siendo posible la aplicación de *big data* con potencial para una reforma profunda que revolucione el concepto de servicio, el mecanismo de gestión y el modelo de negocio del transporte público. Los macrodatos generados, tienen una importancia teórica y práctica de gran alcance,

los cuales pueden ser usados para la construcción de indicadores [10]. Las bases de datos de SUBE se consolidan en tablas de información que están disponibles para cada autoridad de aplicación local, no obstante, los volúmenes y codificaciones existentes no permiten una lectura directa de la información, siendo necesario generar procesos de datos que la transformen en información accesible.

En este trabajo, se presentan las herramientas de la ingeniería que permiten optimizar y obtener lectura del sistema con un buen manejo de las bases de datos aportadas por el sistema SUBE para AGP. Para su diseño se tomaron los datos de los años calendarios completos disponibles de 2018 y 2019.

MARCO TEÓRICO

Sistema de Control de Gestión

Controlar es mantener el comportamiento de los factores vitales de un proceso dentro de un rango determinado durante un periodo establecido. Dicho control se establece para cumplir con los niveles estratégicos y operativos asociados directamente a los objetivos fijados en la fase de planeamiento. Además, se debe tener en cuenta que el control de gestión se concibe sobre un proceso en funcionamiento y se basa en la continua conversión de información clave en acción proactiva, a través de una toma efectiva de decisiones. Por lo tanto, es necesario contar con información administrable, que permita su análisis ágil, es precisamente este tipo de información la que está contenida en el sistema SUBE lo que posteriormente se puede convertir en diversos indicadores de gestión.

Para lograr una gestión eficaz y eficiente es conveniente diseñar un sistema de control de gestión que de soporte a la administración y le permita evaluar el desempeño de los procesos. Si bien este esquema es aplicado habitualmente a la gestión de una empresa, la administración de un sistema de transporte - el cual es un servicio público prestado por empresas privadas, pero planificado, regulado y controlado por el estado municipal - debe necesariamente contar con un control de gestión que permita evaluar el desempeño y tomar decisiones tendientes a mejorar las condiciones de prestación del servicio. Es por lo que la generación de herramientas mediante los datos aportados por el sistema SUBE tienen singular importancia.

Indicadores de gestión

Un indicador es una magnitud utilizada para medir o comparar los resultados obtenidos durante la elaboración de un estudio, proyecto o actividad. Es importante aclarar la diferencia entre indicadores y datos observados. Éstos últimos, se refieren a

hechos, eventos, transacciones, etc. y se convierte en un indicador cuando se establece la evaluación de un fenómeno. Por lo tanto, los datos, son la entrada sin procesar de la cual se produce la información. En cambio, Información se refiere a los datos que han sido procesados y comunicados de tal manera que pueden ser entendidos e interpretados por el receptor.

Según Beltrán, la base del indicador parte de un dato registrado y comparado con una magnitud o patrón preestablecido. Aunque existe la tendencia de “medir todo” con el fin de eliminar la incertidumbre o por lo menos de reducirla a su mínima expresión [4]. La clave consiste en elegir las variables críticas para el éxito del proceso, y para ello es necesario seleccionar la más conveniente y asegurar que esta última resuma lo mejor posible la actividad que se lleva a cabo en cada área funcional. Los indicadores por sí mismos no representan un objetivo, sino que constituyen una herramienta para evaluar la gestión y deben ser lo suficientemente precisos para efectuar un seguimiento de los aspectos más importantes del programa, servicio u organización que serán analizados. Por lo tanto, los indicadores son un medio y no un fin en sí mismos.

El Sistema SUBE

El Sistema SUBE surge en Argentina como la respuesta a necesidades del Estado Nacional - en cuanto a su rol de autoridad de aplicación de los servicios de transporte público automotor en el ámbito del AMBA - con el objetivo primordial de facilitar a los ciudadanos el acceso al sistema de transporte público de pasajeros urbano y suburbano mediante un sistema electrónico de boletos. Además, permite contar con información estadística sobre movilidad del sistema de transporte, control de calidad de los servicios y fiscalización, especialmente de los subsidios vinculados a cupos de gasoil y kilómetros recorridos por las unidades. En diciembre de 2014 el Ministerio del Interior y Transporte dictó la Resolución N° 1.535 donde estableció en su artículo 1° que las provincias y municipios en cuya jurisdicción operen empresas destinatarias de la compensación complementaria provincial (CCP), que prestan servicios urbanos y suburbanos de transporte público automotor de pasajeros en las ciudades capitales de provincia y/o en aquellas ciudades que cuenten con una población que supere 200.000 habitantes, deberán adoptar las medidas necesarias a fin de que dichas empresas implementen el sistema SUBE. El mismo, es administrado por el Banco Nación a través de una de sus subsidiarias, Nación Servicios S.A. (NSSA) que cuenta con un sistema de procesamiento central o Back Office encargado de reci-

bir, procesar y liquidar las transacciones -de uso y carga- y transmitir a las jurisdicciones los datos de sus respectivos sistemas de TPP [11].

CASO DE ESTUDIO

Ubicación Geográfica y Descripción del Gran Paraná

La Capital de la Provincia de Entre Ríos, se encuentra ubicada sobre la margen izquierda del Río Paraná, en la Mesopotamia Argentina. Limita al Norte y Oeste con el Río Paraná, al Sur con el municipio de Oro Verde y al Este con los municipios de San Benito, Colonia Avellaneda y Sauce Montrull [9] (ver Figura 1). Conforman una superficie de 29.000 hectáreas denominada Gran Paraná [9]. San Benito es una localidad suburbana con características residenciales, las vías de ingreso son la RN N° 18 y la RN N° 12. Colonia Avellaneda, se conecta con la misma a través de la RN N° 18, la superficie urbanizada representa entre un 10 y 15% de la superficie de su ejido municipal, incrementándose en el último lustro por la creciente radicación de habitantes que tienen sus actividades diarias en la ciudad de Paraná. Dicha ciudad funciona como conurbación residencial de esta última. Sauce Montrull, localidad vecina de Colonia Avellaneda y San Benito, de escasa población, se encuentra sobre las RN N° 12 y 18. Su perfil es netamente residencial. Por último, a la ciudad de Oro Verde, localidad al Sur de la ciudad capital, se puede acceder transitando la RP N° 11 desde y hacia Paraná. El ejido municipal cuenta con mayor equipamiento urbano que sus vecinas localidades menores. Alberga sedes universitarias, centros médicos de alta complejidad, entre otras, lo que se convierten en atractores de viaje adicionales a los requeridos por las localidades más residenciales.



Figura 1 –AGP - Fuente: Elaboración propia. Mapa base OpenStreetMap

Población del área metropolitana

En virtud que el último censo poblacional oficial fue realizado en el año 2010 y arrojó una población estimada de 264.076 habitantes, se estimó el crecimiento poblacional con base a un estudio de las consultoras INCOCIV y CEAMSE, que arrojaron resultados más aproximados a la población actual, cercana a los 286.218 habitantes en toda la zona conurbada del área metropolitana de Paraná. La diferencia entre el último censo y el nuevo valor está justificado debido al auge inmobiliario en los municipios cercanos a la ciudad en la última década [12].

Caracterización del sistema de transporte público por colectivos del Gran Paraná

En la actualidad el servicio está regulado por la Ordenanza N° 9546 / 2017 y el Decreto de la Provincia de Entre Ríos N° 627/2020. Los servicios son brindados por las empresas agrupadas en Asociación del Transporte Urbano de Pasajeros (ATUP), Mariano Moreno S.R.L. (44% de la flota) y ERSA Urbano S.A. (56% de la flota). Las mismas, cubren la demanda del transporte urbano de pasajeros en AGP [13].

La oferta actual se puede dividir en dos grandes grupos:

- Líneas que operan dentro del ejido urbano de Paraná: Con 12 líneas y 3 ramales, que conforman 409 km de red estática.
- Líneas que operan en el aglomerado metropolitano: Con 9 líneas y 3 ramales cubren las localidades aledañas de Colonia Avellaneda, Sauce Montrull, San Benito y Oro Verde (ver Figura 2). Todas ellas conforman 471 km de red estática.

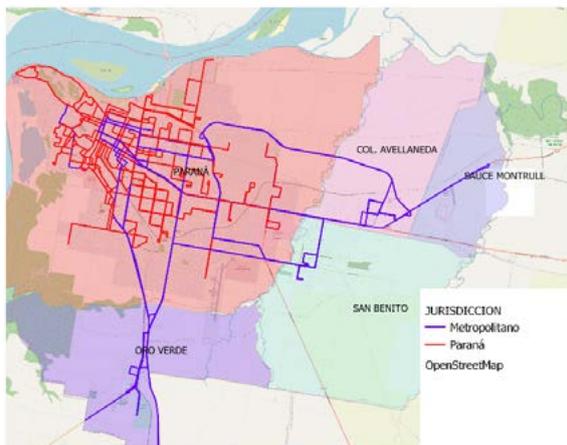


Figura 2 – Red de TPP por jurisdicción

MATERIALES Y MÉTODOS

Información relevada por sistema SUBE

Habitualmente llega al municipio en los primeros quince días de cada mes y contiene la base de transacciones unitarias e información de resumen del periodo mensual vencido.

La información llega a través de un sistema de SFTP (*Secure File Transfer Protocol*) y contiene una serie de ficheros de extensión CSV (*comma-separated values*) y resúmenes mensuales con diferentes modos de consolidación (ver Figura 3).

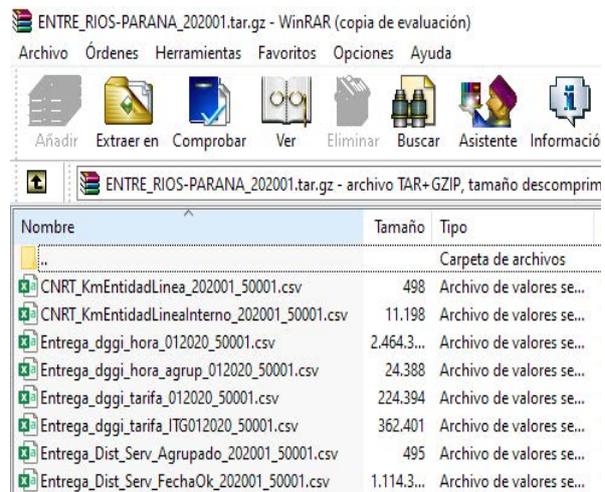


Figura 3 – Captura de pantalla del sistema SFTP de transferencia de información SUBE

Los datos relevantes que se obtienen de cada fichero y que se utilizarán para esta investigación son los siguientes: ID de tarjeta, código de contrato, ID de línea e interno, monto pagado, valor de tarifa y descuento realizado, fecha y hora de transacción.

En el desarrollo primario se utilizó la herramienta de bases de datos *Microsoft Acces* para consolidar los datos partidos en los diferentes ficheros y *Microsoft Excel* para calcular, testear y graficar los indicadores.

DESARROLLO

Para el diseño de indicadores se buscó que cumplan con las siguientes características básicas: precisión cuantitativa, compatibilidad con otros indicadores, que sea relevante para la toma de decisiones, lógico, factible, fácil de medir e interpretar, oportuno, confiable, verificable y comparable con sistemas de transporte de otras jurisdicciones.

Al diseñar cada indicador se definió: período, apertura, frecuencia de actualización, referencia, fórmula de cálculo, parámetro de alarma y gráfico.

El resultado del diseño se expone a continuación:

a) Índice Evolución Interanual de Pasajeros Mensual (IPAX)

$$IPAX_{(mes\ b)} = \sum \frac{PAX_{mes\ x, año\ a} - PAX_{mes\ x, año\ a-1}}{PAX_{mes\ x, año\ a-1}} \quad (1)$$

Donde:
 Mes x es el mes calendario de análisis.
 Año a es el año extremo tomado para análisis.

Tabla 2 – Diseño de IPAX

IPAX	
Objetivo	Medir la tasa de variación interanual de pasajeros transportados en cada mes de referencia
Concepto	La comparación porcentual entre los mismos meses calendarios en años correlativos ascendentes permite medir la tendencia en la evolución de pasajeros transportados.
actualización	Mensual
Referencia	Evolución interanual
Parámetro de alarma	Positivo: IPAX ≥ 4%. Neutro: -4% < IPAX < 4% Negativo: IPAX ≤ -4%

Índice Evolución Interanual de kilómetros Mensual (IKM)

$$IKM_{(mes\ b)} = \sum \frac{KM_{mes\ x, año\ a} - KM_{mes\ x, año\ a-1}}{KM_{mes\ x, año\ a-1}} \quad (2)$$

Donde:
 Mes x es el mes calendario de análisis.
 Año a es el año extremo tomado para análisis.

Tabla 2 – Diseño de IKM

IKM	
Objetivo	Medir la tasa de variación interanual de kilómetros producidos en cada mes de referencia.
Concepto	La comparación porcentual entre los mismos meses calendarios en años correlativos ascendentes permite medir la tendencia en la evolución de kilómetros producidos.
actualización	Mensual
Referencia	Evolución interanual
Parámetro de alarma	- Positivo: IKM ≥ 4%. - Neutro: -4% < IKM < 4% - Negativo: IKM ≤ -4%

Índice de Pasajero por kilómetro (IPK)

$$IPK = \frac{\Sigma Pasajeros\ transportados}{\Sigma km\ recorridos} \quad (3)$$

Tabla 3 – Diseño de IPK

IPK	
Objetivo	Razón entre pasajeros transportados y km recorridos
Concepto	Indicador de productividad de un sistema de transporte público, cuanto mayor IPK mayor productividad financiera de la línea de transporte o sistema.
actualización	Mensual
Referencia	Evolución interanual
Parámetro de alarma	Positivo: IKM ≥ 4%. Neutro: -4% < IKM < 4% Negativo: IKM ≤ -4% caídas mayores al 5% en el promedio anual deben ser consideradas un umbral de alarma para la toma de decisión.

Índice de Recaudación por Kilómetro (RPK)

$$RPK = \frac{\Sigma Recaudacion\ Total}{\Sigma km\ recorridos} \quad (4)$$

Tabla 4 – Diseño de RPK

RPK	
Objetivo	Razón entre la recaudación total y km recorridos.
Concepto	Indicador de rendimiento de la recaudación en un sistema de transporte público, cuanto mayor RPK mayor rendimiento económico del sistema en general o por operador.
actualización	Mensual
Referencia	Debe tenerse como referencia el último cálculo de costo por kilómetro realizado.
Parámetro de alarma	Un sistema saludable debe mantener en equilibrio la relación RPK y el costo por kilómetro en un periodo semestral o anual.

Índice de Tarifa Media (ITM)

$$ITM = \frac{\Sigma Monto\ recaudado\ por\ tarifas}{\Sigma Pasajeros\ transportados} \quad (5)$$

Tabla 5 – Diseño de ITM

ITM	
Objetivo	Tarifa equivalente que pagarían todos los usuarios de existir un solo valor en el cuadro tarifario.
Concepto	Relación entre la recaudación por venta de boletos y los pasajeros totales.
actualización	Mensual
Referencia	Evolución respecto de mes anterior: crece, se mantiene, decae.
Parámetro de alarma	No tiene.

Índice Rendimiento Tarifario (IRT)

$$IRT = \frac{ITM}{Valor\ de\ Tarifa\ Plana} \quad (6)$$

Tabla 6 – Diseño de IRT

IRT	
Objetivo	Relación entre la Tarifa Media y la Tarifa Plana o Boleto General o [14]
Concepto	Muestra la amplitud entre la Tarifa Media y el Boleto General estableciendo el porcentaje de rendimiento de esta última. También, permite analizar de transferencia de subsidios cruzados hacia el Boleto General.
actualización	Mensual
Referencia	Evolución respecto del mes anterior: crece, se mantiene, decae. Debe considerarse la estacionalidad de los meses para esta lectura. Evolución interanual: permite obtener una evolución respecto de un mismo mes evitando el efecto de estacionalidad.
Parámetro de alarma	IRT < 75%

Índice de Demanda Capacidad en Hora Pico (IDC)

$$IDC = \frac{Demanda\ de\ hora\ pico}{Dotacion\ Horaria} / 75 \quad (7)$$

Donde 75 es el número de pasajeros que define la unidad típica en capacidad.

Tabla 7 – Diseño de IDC

IDC	
Objetivo	Relación entre la demanda de hora pico y la capacidad estimada de transporte.
Concepto	Permite monitorear la capacidad ofertada del sistema y su relación con la demanda de hora pico pudiendo determinar si el operador genera subexplotación, sobreexplotación o la oferta es consistente con la demanda. Cuando se cuenta con una serie histórica de datos diarios mensuales, puede determinarse su tendencia y generar las acciones de corrección.
actualización	Mensual
Referencia	Evolución respecto de mes anterior: crece, se mantiene, decae. Debe considerarse la estacionalidad de los meses para esta lectura. Evolución interanual: permite obtener una evolución respecto de un mismo mes evitando el efecto de estacionalidad.
Parámetro de alarma	90% < IDC < 100% ¶ pueden existir sectores en la red con insuficiente capacidad y demanda insatisfecha). IDC > 100% ¶ existen sectores en la red con insuficiente capacidad y demanda insatisfecha.
Obs.	Debe realizarse el estudio de flota para determinar la unidad típica de sistema.

Para expresar los resultados de la manipulación de esa gran cantidad de datos, se optó por desarrollar un tablero de control o *dashboard* que permitió la posibilidad de ordenar, filtrar, pivotar, agregar y realizar otros manejos sobre los datos de las transacciones del sistema SUBE a petición del usuario y presentar gráficas a partir de este procesamiento para su posterior análisis (ver Figura 4).

El tablero de control se implementó como una aplicación web. Se desarrolló en lenguaje *python* utilizando el *microframework Flask*. Los datos del sistema SUBE se almacenaron en una base de datos relacional implementada en *PostgreSQL*. La interfaz de la aplicación consiste en una sola vista, ocupando la mayor parte de esta las gráficas de las series temporales de los indicadores. Mediante un panel de opciones (ver Figura 4) se configuran las gráficas, pudiéndose elegir las líneas a visualizar, la evolución de los indicadores a mostrar -mensual o interanual-, el post-procesamiento de las series temporales de las líneas -líneas graficadas por separado, agregadas o agrupadas-, y los límites temporales de la serie.

RESULTADOS

Las salidas graficas del panel (ver Figuras 5 a 13) presentan los resultados de los indicadores IPAX, IKM, IPK, RPK, ITM, IRT y la evolución de las transacciones en Tarifa Plana, con Atributos Locales (ATS Loc.) y Atributos Nacionales (ATS Nac.), todas con sus respectivos parámetros de alarma. La representación se hizo en el modo “Agrupados” donde los datos de las líneas son agrupados mostrando valores medios y rangos.



Figura 4 – Panel de Control del dashboard

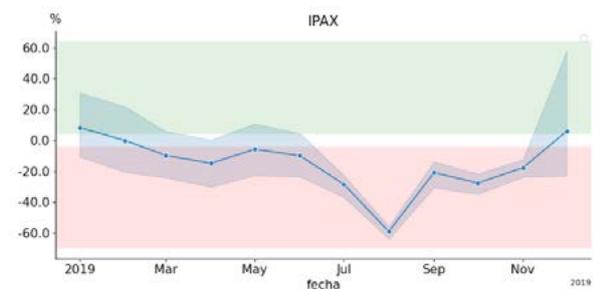


Figura 5 – Representación gráfica de IPAX

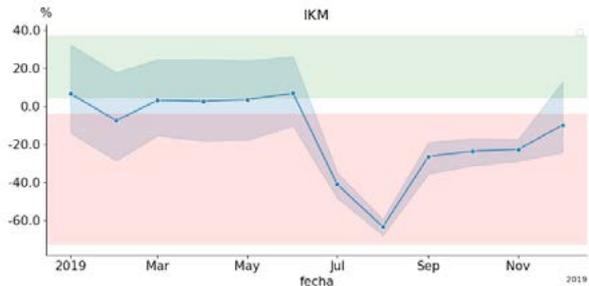


Figura 6 – Representación gráfica de IKM

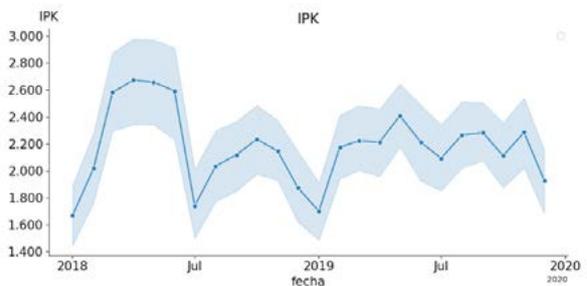


Figura 7 – Representación gráfica de IPK

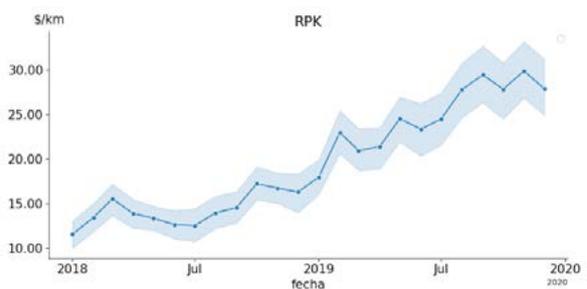


Figura 8 – Representación gráfica de RPK

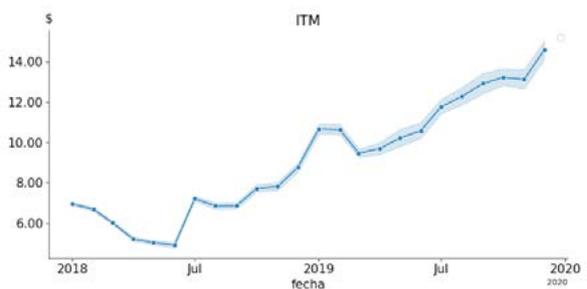


Figura 9 – Representación gráfica de ITM

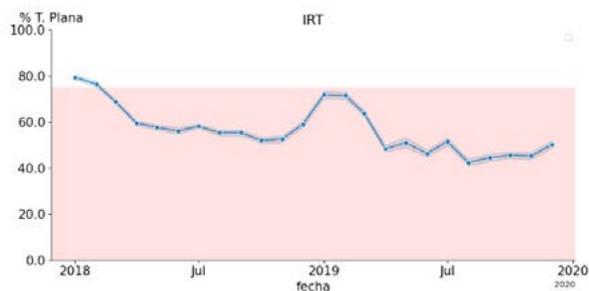


Figura 10 – Representación gráfica de IRT

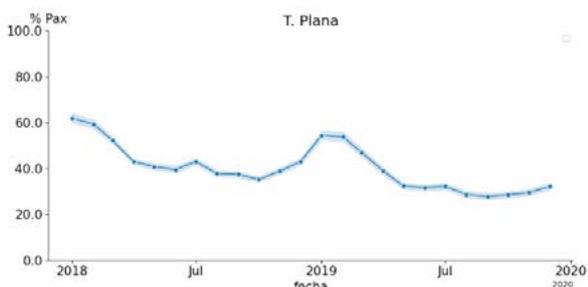


Figura 11 – Representación gráfica de T. Plana

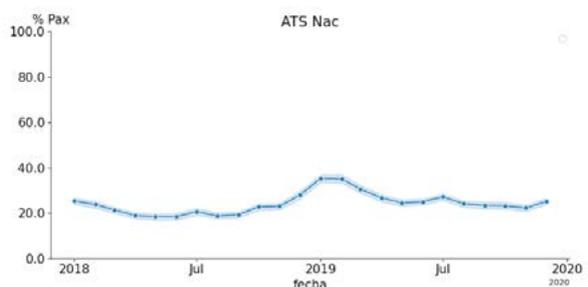


Figura 12 – Representación gráfica de ATS Nac.

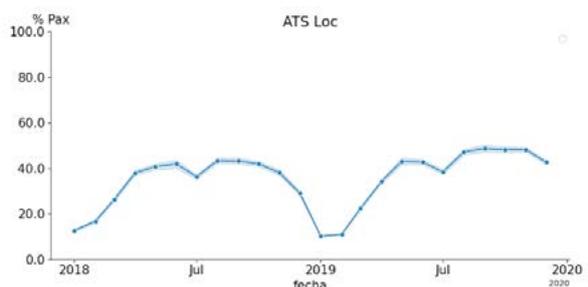


Figura 13 – Representación gráfica de ATS Loc.

Conforme a la información generada, se puede interpretar que:

Los indicadores de seguimiento interanual IPAX e IKM dan cuenta que la demanda tuvo tendencias de alarma desde el primer semestre de 2019, aunque la oferta de servicio se mantuvo estable. Sin embargo, es notoria la depresión de ambos indica-

dores a partir del segundo semestre de 2019 – en especial a partir del mes de agosto, luego de una huelga de choferes de 15 días¹ - con una caída promedio del 24,16% de pasajeros transportados en los últimos 6 meses del año 2019 y del IKM con una pérdida del 29,22% en el mismo periodo. La conjugación de ambos indicadores por debajo de los parámetros de alarma da cuenta de una crisis con inicio en el primer semestre de 2019 vinculado primariamente a pérdidas de pasajeros transportados.

Si se relaciona la evolución del Indicador IKM con IPK se observa como la prestataria introduce cambios en la producción de servicios al tratar de mantener un IPK en el orden de 2,200 para sostener un límite de rentabilidad.

Si se trata de entender la evolución de la demanda, puede observarse en el progreso de los indicadores T.Plana, AT Nac. y AT Loc. que la crisis afectó notoriamente a los usuarios que abonaban Boleto General o tarifas planas, especialmente luego del aumento tarifario del 69% en el mes de febrero de 2019 [15]. En la evolución de Tarifa Plana se observa como su participación porcentual va disminuyendo, por lo que la tendencia negativa de dicho perfil de usuario impacta claramente al financiamiento del sistema, que se refleja en la evolución del IRT, el cual se desarrolla por debajo del parámetro de alarma desde principios de 2018 hasta el final de la serie. Éste último, además, da cuenta de la fuerte transferencia de la capacidad de consumo de usuarios que pagan la Tarifa Plana para sostener descuentos o franquicias locales del sistema. Asimismo, de los índices de ATS Nac. y ATS Loc., puede observarse que sus participaciones porcentuales aumentaron en 2019, lo que refuerza la aseveración de que las mermas en pasajeros totales se dieron en el perfil de Tarifa Plana por expulsión del sistema o migración hacia las tarifas con descuentos.

CONCLUSIONES

Se concluye que el manejo de información y la robustez del volumen de datos constituyen una herramienta poderosa. Permite tener un abanico de indicadores de gran potencial para la gestión y control del sistema de TPP, al poder realizar un diagnóstico certero de la evolución temporal del sistema, con la capacidad de leer dichas variaciones

Debido a que AGP, al momento de realizarse este estudio, contaba con solo dos años completos de registros de SUBE, los indicadores desarrollados

1. Información obtenida de: www.elonce.com/secciones/parana/598028-los-colectivos-urbanos-vuelven-a-circular-en-parana-tras-15-dnas-de-paro.htm

en esta etapa solo pueden mostrar la evolución del sistema. No obstante, se estima que, al transcurrir mayor tiempo, será posible desarrollar indicadores que permitan predecir evoluciones en la demanda que anticipen y perfeccionen la gestión y planificación del TPP.

Asimismo, es posible extrapolar la batería de indicadores a cualquier jurisdicción territorial, mientras cuente con el relevamiento necesario de los datos o con integración del sistema SUBE. El Área del Gran Paraná fue un caso de estudio no excluyente.

Es importante destacar la importancia del desarrollo de este tipo de herramientas, dado que las mismas tienen una transferencia directa al medio. Asimismo, permite mejorar la calidad de la investigación aplicada mediante casos reales y por último la inclusión de este tipo de herramientas en el proceso formativo de estudiantes e investigadores.

REFERENCIAS

- Ibarra Rojas, O. J.; Delgado, F.; Giesen, R.; Muñoz, J. C. (2015). Planning, operation, and control of bus transport systems: A literature review, *Transportation Research Part B*, (77), 38–75.
- Prado, J. M.; García, I. M. (2004). Los indicadores de gestión en el ámbito municipal: Implantación, evolución y tendencias, *Revista iberoamericana de contabilidad de gestión*. http://www.observatorio-iberoamericano.org/RICG/N%C2%BA_4/Jos%C3%A9%20Manuel%20Prado%20y%20Isabel%20Garc%C3%ADa.pdf
- Colldahl, C.; Frey, S.; Kelemen, J. E. (2013). *Smart Cities: Strategic Sustainable Development for an urban world*. Blekinge Institute of Technology.
- Beltrán Jaramillo, J. (2000). *Indicadores De Gestión Una Herramienta Para Lograr La Competitividad*, 3R Editores, Bogotá, 147.
- Izquierdo, R.; De Bartolomé, R. I.; Fabregat, M. A. (2001). *Transportes: un enfoque integral*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Decreto 84/2009 Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.). www.argentina.gob.ar/redsube/amba
- Resolución 1535/2014 Ministerio del Interior y Transporte.
- Gómez, J. N.; Velázquez, G. A. (2014). *Calidad de vida y estructura urbana del gran Paraná (Entre Ríos)*. Colección UNI COM, 1-27.
- Ma, X.; Chen, X. (2018). Public transportation big data mining and analysis, in *Data-Driven Solutions to Transportation Problems*, 175–200. www.nacionsservicios.com.ar
- Incociv; Ceamse (2014). "Capítulo 4 – Aspectos Socioeconómicos," www.entrerios.gov.ar/ambiente/ www.parana.gov.ar/servicios/
- Ordenanza N° 9695 - Adecuación Tarifaria de Boletos

del Servicio del Transporte Urbano de Pasajeros en Colectivos.

Decreto DEM N° 101/2019 - Actualización Tarifaria Para Diferentes categorías de Boletos.

AGRADECIMIENTOS

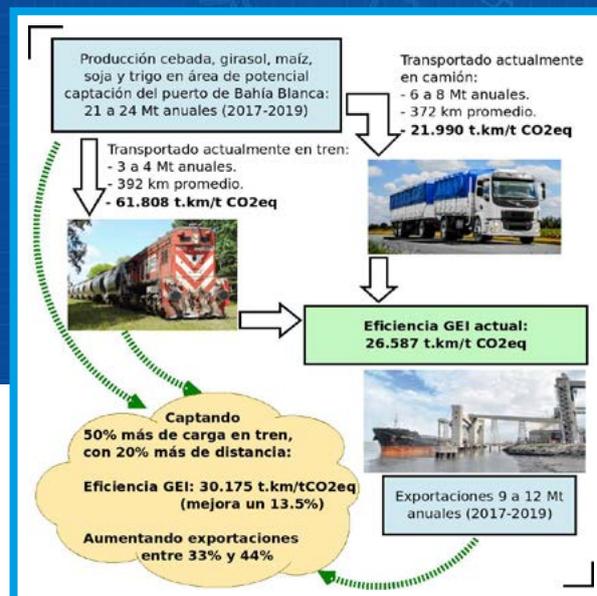
A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos, por la financiación de proyectos de Investigación y el fomento del programa en Ingeniería en Transporte, estando a la vanguardia de las necesidades de la sociedad. Del mismo modo, a la Municipalidad de la Ciudad de Paraná, por facilitar al acceso de los datos de SUBE de su jurisdicción. Por último, agradecer la colaboración del Dr. Ing. José Di Paolo por su aporte como asesor científico tecnológico.

Geolocalización de una Planta de Bioetanol en función de la demanda, vías de comunicación e impacto regional

Irma Noemi No, Adalberto Mario Ascurra

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora.

e-mail: ino@ingenieria.unlz.edu.ar
mascurra@gmail.com



RESUMEN

Se determina la localización ideal de una planta industrial para la obtención de bioetanol lignocelulósico, considerando la demanda distribuida en las diferentes plantas mezcladoras de biocombustibles autorizadas por la Secretaría de Energía de la República Argentina. En la investigación se sostienen supuestos de correlación sobre las vías de transporte involucradas en el tráfico hacia las empresas consideradas como potenciales destinos para el procesamiento del rastrojo de maíz, sorgo y sus derivados, asignando pesos provincia-localidad que influyen en la recomendación final. El trabajo realizado arroja una ubicación concordante con el desarrollo cartográfico basado en el transporte de los cultivos relacionados a la producción de bioetanol lignocelulósico. El soporte informático elegido para este desarrollo posibilitó la generación de un documento reproducible en el lenguaje de código abierto R a través de su entorno de desarrollo gratuito RStudio. Geoestadísticamente se obtiene un punto muy cercano a la localidad de Las Rosas, Provincia de Santa Fe, que confirma la geolocalización final analizando los factores críticos

de ingeniería. Dicha ubicación favorecería a las economías regionales, a la generación de fuentes de empleo genuino, dando valor agregado a productos que son considerados residuos del sorgo y maíz, que no compiten con alimentos, ni tampoco con los productos estratégicos en las exportaciones. Esto fortalecería a la economía especialmente debilitada, como sucede en la gran mayoría de los países del mundo, por la actual pandemia ocasionada por el CoVid-19.

ABSTRACT

In this study, the ideal location of an Industrial Plant to obtain Lignocellulosic Bioethanol will be determined, considering the distributed demand in the different biofuel mixing plants authorized by the Secretariat of Energy of the Argentine Republic. The research supports correlation assumptions about the transport routes involved in the traffic to the companies considered as potential destinations for the processing of corn and sorghum stubble and their derivatives, assigning province-local weights that will influence the final recommendation. The work carried out shows a location consis-

Palabras clave: : Bioetanol, Lignocelulósico, Geolocalización, Planta Industrial, Machine Learning R-GIS.

tent with the cartographic development based on the transport of crops related to the production of lignocellulosic bioethanol. The computer support chosen for this development made it possible to generate a reproducible document in the open source language R through its free development environment RStudio. Geostatistically, a point is obtained very close to the town of Las Rosas, Province of Santa Fe, which confirms the final geolocation by analyzing critical engineering factors. This location would favor regional economies, generating sources of genuine employment and giving added value to products that are considered residues of sorghum and corn, which do not compete with those used for food, nor with strategic products in exports for our country who are strongly involved in strengthening the economy that is especially weakened, as is the case in the vast majority of countries in the world, due to the presently pandemic caused by CoVid-19.

INTRODUCCIÓN

La Unión Europea, presenta un documento estableciendo pautas para las energías renovables en su conjunto, proponiendo garantizar que el consumo final de energía esté contenido por un 27% de renovables para el año 2030. En lo que respecta al sector transporte, propone la incorporación de biocombustibles de segunda generación, dejando de lado los biocombustibles de primera generación para no competir con los alimentos [1].

Desde la perspectiva de los precios, el documento OCDE-FAO analiza la estabilización de los precios a nivel mundial desde el año 2016 y menciona que el coeficiente de precios entre biocombustibles y combustibles fue desfavorable, motivo por el cual limitó la demanda, a excepción de Brasil. Plantea una serie de supuestos basados en la evolución de políticas públicas apoyando al desarrollo de biocombustibles en el mundo, para que la producción mundial de etanol pase de 120 Mml en 2016 a 137 Mml en el año 2026 [2].

En mayo del año 2021, la Agencia Internacional de Energía (IEA) publicó el documento "Net Zero by 2050", proponiendo un camino brusco hacia el cero carbono, pronosticando una expansión de los biocombustibles de cuatro veces la actual para el año 2050. Además, sugiere que el crecimiento de los biocombustibles esté basado en materias primas leñosas, residuos de cultivos energéticos, cultivados en tierras marginales y tierras de cultivo no aptas para la producción de alimentos. El crecimiento de la producción estará sustentado por la gasificación de biomasa utilizando el proceso Fischer - Tropsch (bio - FT) y etanol celulósico [3].

En Argentina hay varios estudios realizados para

la obtención del bioetanol y la calidad del rastrojo en las zonas de cultivo de maíz de nuestro país. Un aporte se presentó en el XI Congreso Nacional del Maíz (2018) [4].

La separación de la lignina, ha sido un obstáculo para la obtención de bioetanol lignocelulósico, pero se ha descubierto que a través de ella se pueden obtener productos de valor agregado para la industria de la madera, de compuestos de polímeros, farmacéuticas y de inhibidores de corrosión. Con los avances tecnológicos se ha demostrado la conversión microbiana de lignina despolimerizada en productos químicos. Las mejoras tecnológicas permiten el desarrollo de la lignina a escala industrial [5].

Otras de las ventajas de la obtención del bioetanol lignocelulósico, es lograr hidrógeno a partir de soluciones acuosas, que contienen un 10% en peso de glucosa, utilizando reactores de hidrogenación y un reactor reformado que puede obtener H₂ y CO₂, y así poder utilizar el H₂, como combustible en una célula [6].

La producción de bioetanol en la Argentina está basada en la generación primaria. La ley 26093 reglamenta los biocombustibles y el precio del bioetanol está regulado por el Estado. Con respecto a la variación porcentual de la producción y el despacho al mercado interno medidos en m³ tomando como base el año 2018, la variación en cada trimestre del año 2019 ha sido negativa y en el 2020 se vio acentuada por el COVID-19 [7].

Al considerar los cambios de demanda y despacho mencionados en el párrafo anterior, se decidió complementar los resultados de una investigación insumo-producto previa [8] [9] con un análisis de geolocalización considerando el destino del biocombustible y su transporte.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar la ubicación ideal de una planta industrial de obtención de bioetanol lignocelulósico, contemplando la "demanda" que en este caso particular, son los depósitos o plantas mezcladoras de combustibles y biocombustibles autorizados por la Secretaría de Energía de la República Argentina. Los datos por trabajar se extraen desde los sitios oficiales de acceso abierto correspondientes a los Ministerios de Economía y Minería de la Nación Argentina en las áreas de Energía y Combustibles [10] [11].

Para determinar la ubicación de la planta industrial de bioetanol se utilizan técnicas de aprendizaje automático (machine learning (ML)). Se confeccionan mapas mediante el lenguaje abierto y gratuito R [12] y se consideran criterios de comunicación y transporte validando analítica y visualmente la localización final sugerida, coincidiendo además, con cartogramas de flujo de transporte generados en base a matrices Origen-Destino de productos

agropecuarios de nuestro país generados por un grupo de investigación de FCE-UBA [13] [14].

Por último, se destaca el impacto regional que involucra el proyecto en los niveles ambiental y socioeconómico, ajustando la localización final sugerida a una ciudad específica.

METODOLOGÍA

Basados en los datos abiertos disponibles en el portal de los Ministerios de Economía y Minería de la Nación Argentina (áreas de: energía y combustibles), se descargaron y acondicionaron las bases de datos relevantes para su posterior estudio y análisis, generando finalmente un archivo que suma a los datos oficiales, las coordenadas geográficas de cada planta y un indicador escalado de ubicación referida (localidad-provincia-transporte) resignificando la lógica matricial nodos conectivos/zonas de tráfico propuesta por Müller y Benassi [14].

El recorte de plantas y depósitos destino disponibles en las bases de datos abiertas mencionadas anteriormente, se redujo a un universo de 7 empresas de interés para la investigación y sus indicadores de localización – conexión asociados, totalizando 22 registros distribuidos en diferentes provincias y departamentos (Figura 1).

Una decisión estratégico-metodológica con respecto a los datos a trabajar, ha sido incluir el departamento/localidad considerado óptimo en el tramo anterior de la investigación (ubicación recomendada para la futura planta de bioetanol según el origen/cantidad de la materia prima -rastros de maíz y sorgo- [8]), agregando entonces al universo de trabajo el departamento de “Unión” (Córdoba) como parte del análisis a realizar. El agregado de este dato posibilitó la generación de conclusiones y recomendaciones conjuntas (origen-destino) sobre la geolocalización final de la planta de tratamiento.

La metodología utilizada se basa en técnicas de aprendizaje automático y criterios de clasificación según parámetros de densidad y vías de transporte asociadas a la geolocalización de las plantas/depositos destino. Se han descartado otros factores posibles como el volumen de producto trabajado, la cantidad monetaria de ventas, etc.

Una primera visualización de la ubicación de las plantas destino coloreadas por empresa, con el agregado del departamento distinguido de Unión (Córdoba), se puede observar en la Figura 1.

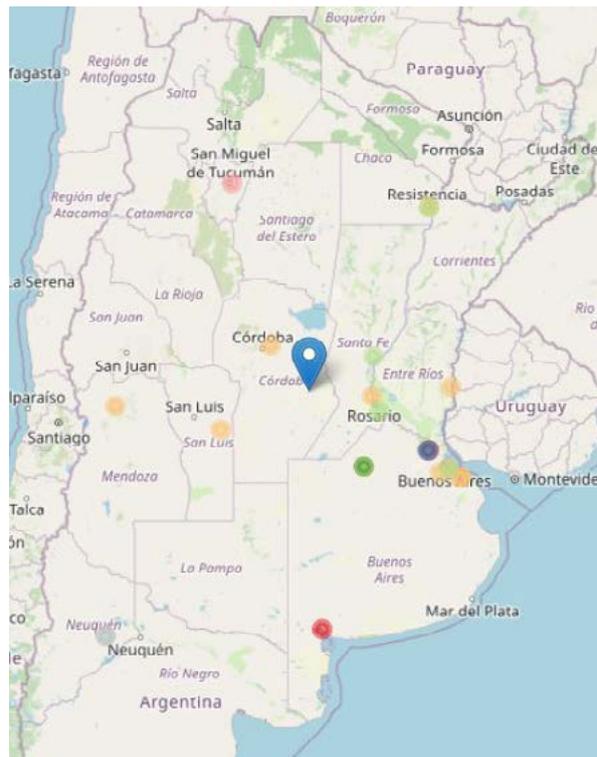


Figura 1: Plantas destino y Unión, Córdoba.

Para la producción de todos los mapas asociados a la investigación se han creado códigos propios utilizando la librería “Leaflet” del entorno de desarrollo integrado (IDE) “RStudio”.

Técnica de Conglomerados - Clusters

A. Determinación de cantidad de grupos

Para poder determinar la ubicación final de la planta de bioetanol se considera que existen factores de cohesión por grupos principalmente asociados a la estabilidad temporal y espacial de las plantas/depositos destino, los cuales poseen un importante historial de asentamiento en sus ubicaciones y demuestran una tradicional elección de rutas de comunicación, transporte y comercialización, haciendo robusta la decisión de utilizar la técnica “k-means” sobre los datos espaciales con los pesos asociados a los criterios mencionados [15].

Existen métodos analíticos y gráficos para determinar la cantidad de conglomerados suficientes y necesarios para proporcionar un descenso en la variabilidad intragrupo sin llegar a un número elevado de conglomerados [16]. En este caso, se utilizaron dos métodos: el cálculo del coeficiente silueta “s” (ecuación 1) [17] y el método del “codo” (Figura 2).

$$s(i) = \frac{b-a}{\max(a,b)} \quad (1)$$

Donde:

- “a” es el promedio de las disimilitudes (o distancias) de la observación *i* con las demás observaciones del cluster al que pertenece *i*
- “b” es la distancia mínima a otro cluster que no es el mismo en el que está la observación *i*.

Los resultados obtenidos mediante el coeficiente “s” (Tabla 1) indican que el número adecuado de agrupamientos es n=3.

Tabla 1: Coeficiente silueta según cantidad de grupos.

Grupos (n)	Coeficiente Silueta
2	0,5333420
3	0,8407695
4	0,7879434
5	0,7852827
6	0,8162129
7	0,6848554

La cantidad ideal de grupos a partir de la optimización de la WSS (Total Within Sum of Square), es decir las distancias inter e intra-grupos [18], se alcanza para un n=3 observable en el “codo” de la Figura 2.

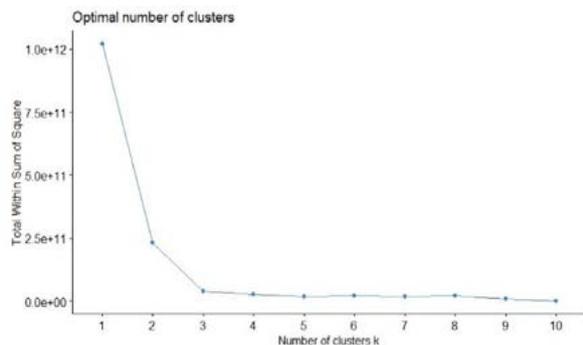


Figura 2: WSS - Método visual n=3

B. Generación de los agrupamientos

Se utiliza el método k-means para determinar los clusters y centroides asociados en la base de datos creada. Conociendo la sensibilidad del método a la elección inicial de los centroides en el proceso iterativo y sus posibilidades de hallar óptimos locales, al finalizar el estudio se contrastará el mapa logrado con los cartogramas obtenidos por el método simplex aplicado a matrices de adyacencia de transporte de los cultivos cuyos rastros son la materia prima del bioetanol lignocelulósico en estudio [14].

Tabla 2: Agrupamiento de plantas destino.

EMPRESA	GRUPO
580063 - Plaza Huincul - NEW AM	1
600126 - Campana - PAN AM	1
600035 - Dock Sud - RAIZEN	1
820147 - Pto. Santa Fe - RAIZEN	2
220406 - Pto. Vilelas - RAIZEN	3
820182 - Arroyo Seco - RAIZEN	2
600413 - Junín - REFI P	1
900014 - Banda del Río Salí - REFINO	2
600126 - Campana - TRAFIG	1
600056 - Bahía Blanca - TRAFIG	1
141596 - Ubicación1 - UNION	3
500063 - Luján de Cuyo - YPF	1
580063 - PLAZA HUINCUL - YPF	1
140105 - Montecristo - YPF	3
820301 - San Lorenzo - YPF	2
600413 - Junín - YPF	1
220385 - Barranqueras - YPF	3
600441 - Berisso - YPF	1
600427 - Isidro Casanova - YPF	1
600245 - Ensenada - YPF	1
300091 - Concepción del Uruguay - YPF	3
740035 - Villa Mercedes - YPF	2
600035 - Dock Sud - YPF	1

C. Cálculo de Centroides

Los centroides correspondientes a la agrupación expuesta anteriormente y que optimizan los criterios considerados en este análisis, poseen las coordenadas geográficas que se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3: Ubicación geográfica de los centroides.

GRUPO	LATITUD	LONGITUD
1	-35.45437	-61.57608
2	-31.59806	-62.52800
3	-30.29688	-60.56551

La importancia de los centroides radica en representar un resumen de los criterios y características consideradas para los integrantes del agrupamiento en un solo punto.

D. Ubicación Ideal según la Geoestadística

La ubicación final que geoestadísticamente es óptima se obtiene a partir de los centroides anteriores y posee como coordenadas: *latitud*= -32.44977, y *longitud*= -61.55653; se muestra gráficamente con un ícono negro en el mapa de la Figura 3. Allí, también se han geolocalizado los centroides del apar-

tado anterior y la localidad distinguida “Unión”, de Córdoba con ícono azul.

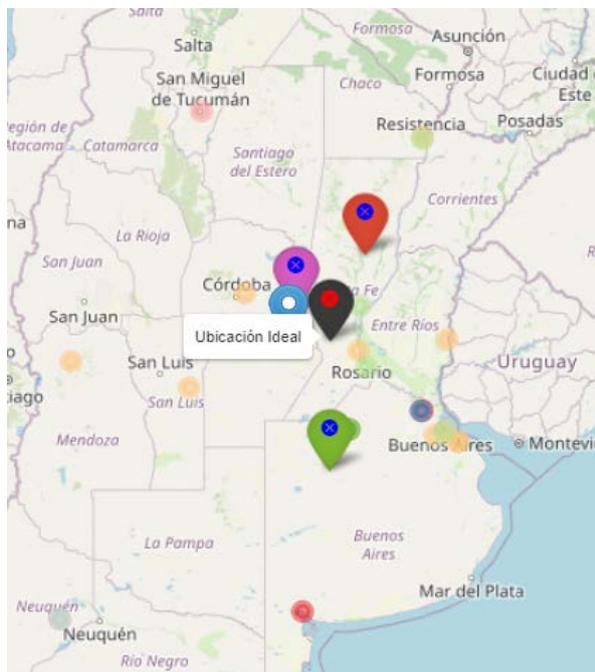


Figura 3 – Ubicación ideal (negro), centroides y Unión.

VALIDACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con estudios publicados por el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Económicas de la UBA [13] [14], los flujogramas y cartogramas creados a partir de métodos matriciales correspondientes a la transportación del maíz y sorgo en Argentina, poseen un centro neurálgico en proximidades de la ubicación ideal hallada a través de métodos geoestadísticos en el apartado precedente.

Puede observarse en las Figuras 4 y 5 la similitud geográfica a la cual se llega aún utilizando diferentes metodologías de trabajo. Esto puede respaldarse considerando la estabilidad climática y el mantenimiento de los medios y las vías de comunicación y transporte, tanto cuantitativa y cualitativamente en una situación casi de “meseta” con relación a las últimas décadas.

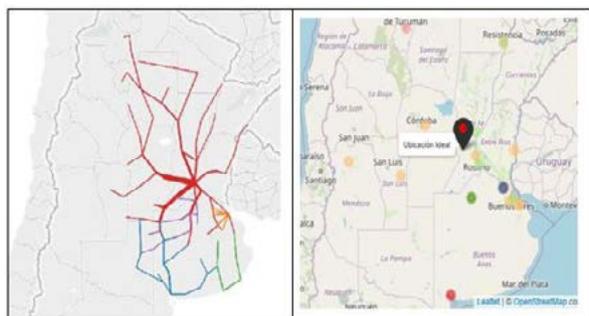


Figura 4 - Flujo del Maíz [14] y Ubicación hallada

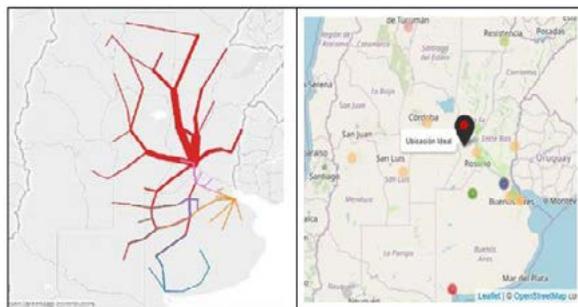


Figura 5 - Flujo del Sorgo [14] y Ubicación hallada

AJUSTE FINAL DE LA UBICACIÓN DE LA PLANTA INDUSTRIAL

Si se observa con atención la ubicación final que geoestadísticamente es óptima, posee como coordenadas: *latitud*= -32.44977 y *longitud*= -61.55653, se encuentra muy cercana a la localidad de Las Rosas cuyas coordenadas son: *latitud*= -32.48333 y *longitud*= -61.58333 (Figura 6). En consecuencia, se analiza adoptar este sitio como posible emplazamiento de la planta industrial para producir “bioetanol lignocelulósico”.



Figura 6 - Ubicación factible (izq.) y Ubicación hallada

El ajuste de la ubicación final se basa en criterios de ingeniería identificando factores sobresalientes de factibilidad de ubicación de la planta industrial, resumidos en la Tabla 4.

Tabla 4- Factores de Factibilidad

CRITERIO	ANÁLISIS
Acceso a rutas Principales	Dista a 45 km de la RN 9 (Rosario-Córdoba) a través de la RN 178 [19].
Acceso a ciudades principales	Dista a 45 km de la ciudad de Armstrong, a 120 km al NW de Rosario, a 440 km al NW de la Capital Federal y a 314 km al SE de la ciudad de Córdoba [19].
Acceso a países limítrofes	Dista a 185 km del Túnel Subfluvial Hernandarias (Santa Fe-Entre Ríos) comunicando a los países de Uruguay y Brasil [19].
Acceso a puerto	Dista a 135 km del puerto de Rosario [20].
Disponibilidad de mano de obra	Mujeres: 7.075-Varones: 6.614-Total: 13.689. Según Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010 [21].
Disponibilidad Energética	La red de gas natural se construyó entre los años 2000 y 2003. La red de energía eléctrica cubre la totalidad del área urbana, abasteciendo incluso a los grandes consumidores industriales. Es importante mencionar que el servicio es bueno y ha registrado mejoras a lo largo de los últimos años [22] [23].
Actividad económica	Principalmente es agrícola-ganadera y en un segundo plano metal-mecánica [22].
Educación	Cuenta con 19 instituciones educativas desde jardín de infantes, escuelas primarias, secundarias y secundarias técnicas más un instituto superior [22].
Salud	Cuenta con un sistema SAMCO dentro del Hospital Provincial [23].
Clima	Clima cálido, temperaturas anuales cuyo promedio es de 21° C y precipitaciones entre 800 y 1.100 mm, no registra calor extremo ni frío intenso. [24].

La importante conectividad de esta localidad, su composición demográfica y sus actuales actividades socioeconómicas favorecen la posibilidad

de llevar a cabo el emplazamiento de una planta industrial de bioetanol lignocelulósico, la cual aportará al fortalecimiento regional en su conjunto.

CONCLUSIONES

El trabajo realizado arroja una ubicación concordante con el desarrollo cartográfico basado en el transporte de los cultivos relacionados a la producción de bioetanol lignocelulósico mencionado en la introducción [13][14].

El soporte informático elegido para este desarrollo permitió la generación de un documento reproducible en el lenguaje de código abierto R a través de su entorno de desarrollo gratuito RStudio, el cual puede servir para promover el futuro avance colaborativo de la geoestadística aplicada a problemas de la industria a través de su extensa comunidad de usuarios y sus posibilidades gráficas [25].

Geoestadísticamente, se obtiene un punto muy cercano a la localidad de *Las Rosas, Provincia de Santa Fe*, que se confirma analizando los factores críticos de ingeniería indicados en la Tabla 4, para definir allí su ubicación con respecto a la demanda, específicamente la plantas mezcladoras autorizadas por la Secretaría de Energía de la República Argentina, a las comunicaciones y su impacto ambiental.

Este proyecto básicamente favorecería a las economías regionales, generando fuentes de empleo genuino y dando valor agregado a productos que son considerados residuos del sorgo y maíz. Los mismos no compiten con aquellos destinados a la alimentación ni tampoco con los productos exportables estratégicos que fortalecen la balanza comercial y la economía especialmente debilitada, como sucede en la gran mayoría de los países del mundo, por la pandemia ocasionada por el CoVid-19.

Es un proyecto válido a tener en cuenta para la mejora continua de la calidad de vida de los habitantes de Las Rosas y alrededores con proyectos sostenibles, favoreciendo su desarrollo local y el de su área de influencia.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional de Lomas de Zamora por brindarnos los medios y el apoyo para desarrollar nuestras tareas de investigación en los proyectos acreditados de los cuales el presente trabajo es parte. En memoria de nuestro compañero Mgtr. Ing. Luis Alberto Orlandi.

REFERENCIAS

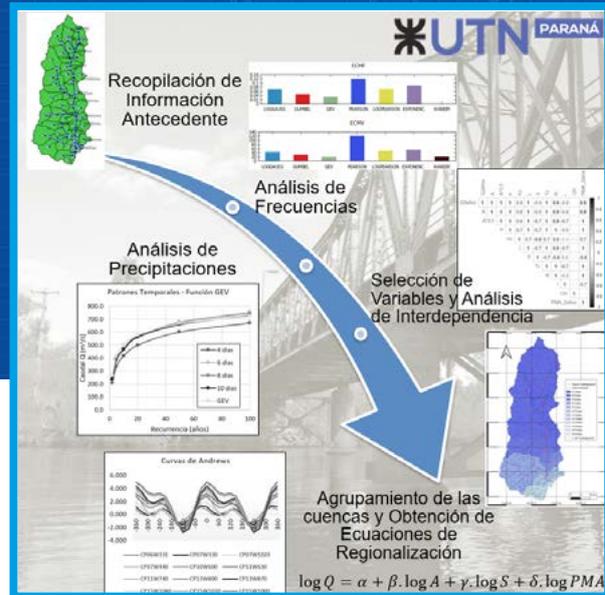
- [1] PE (2017). A8-0392/2017, *Opinión de la Comisión de Medio Ambiente, Salud Pública y Seguridad Alimentaria*. Parlamento Europeo, Bruselas, 113 pp. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2017-0392_ES.html
- [2] OCDE/FAO (2017). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2017-2026*, Ediciones OCDE, París, 152 pp. http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-es
- [3] IEA (2021). *Net Zero by 2050: A Roadmap for Global Energy Sector*. International Energy Agency, Paris, 224 pp. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
- [4] Manosalva, J. A.; Aulicino, M.; Bertoia, L. M. (2018). El ambiente, la calidad y el rendimiento de la planta de maíz : su asociación con la producción potencial de etanol lignocelulósico a través de 16 años de evaluaciones en la Provincia de Buenos Aires. *SeaMaiz, XI Congreso Nacional de Maíz. Pergamino, 21 al 24 de agosto de 2018. Asociación de Ingenieros Agrónomos de la Zona Norte de la Provincia de Buenos Aires (AIANBA)*, 3-7. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/7195>
- [5] Davis K; Moon TS. (2020). Tailoring microbes to upgrade lignin. *Current Opinion in Chemical*, 2020, 59, 23–29.
- [6] Davda RR; Dumesic JA. (2004). Renewable hydrogen by aqueous-phase reforming of glucosa. *Chemical Communications*. 2004, 1, 36–37.
- [7] INDEC (2021). Indicadores del sector energético. Primer trimestre 2021. *Informes técnicos. Energía*. Vol 5, N°2 , 15-16 https://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/indicadores_energeticos_06_210738EE9E18.pdf
- [8] Orlandi L.A.; No, I. N.; Cibau M.F. (2020). Geoposicionamiento Estadístico-Sinérgico de una Planta Industrial de Bioetanol Lignocelulósico en Argentina. *18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, 2020. Virtual Ed*. ISBN: 978-958-52071-4-1. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.155>
- [9] Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina (2020). Datasets. https://datos.agroindustria.gov.ar/dataset?tags_limit=0
- [10] Secretaría de Energía de la Nación Argentina (2021). *Datos de Energía*. <http://datos.minem.gov.ar/dataset/produccion-de-combustibles>
- [11] Ministerio de Economía (2021). *Energía e Hidrocarburos. Tablas Dinámicas*. <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/refinacion-y-comercializacion-de-petroleo-gas-y-derivados-tablas-dinamicas>
- [12] RStudio. IDE-R, *Software estadístico*. <https://www.rstudio.com/>
- [13] Benassi A. (2015). Una matriz origen – destino para el transporte de cargas en Argentina. *Revista Pampa*, 12, 2do. Semestre 2015, 307-329.
- [14] Müller A.; Benassi A. (2014) *Transporte automotor de cargas en Argentina: Una estimación de orígenes – destinos 2010*. CESP-FAO-UBA, ISSN 1853-7073, Doc. 37, 118 pp. http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/docin/docin_cespa_037
- [15] Tan P.N.; Steinbach M.; Kumar, V. (2006) *Introduction to Data Mining*. Pearson Addison-Wesley, 2006. ISBN 0321321367. 125-145.
- [16] Aggarwal, C.C.; Reddy, C. K. (2014). *Data Clustering. Algorithms and Applications*. Chapman & Hall / CRC Press, Boca Raton, FL, 2014. ISBN 1466558210. 88-100.
- [17] Rousseeuw, P. J. (1987). Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of computational and applied mathematics*, 20, 53-65.
- [18] Han J.; Kamber, M.; Pei, J. (2012). *Data Mining, Concepts and Techniques*. Morgan Kaufmann. ISBN 9780123814791. 484-491.
- [19] Municipio de Las Rosas (2021). Sitio oficial. <https://www.lasrosas.gov.ar/>
- [20] Ruta 0 (2021). *Buscador web de Rutas en Argentina*. <https://www.ruta0.com/>
- [21] INDEC (2010). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Ins-titucional-Indec-BasesDeDatos-6>
- [22] IDESF (2021) *Infraestructura de Datos Espaciales Provincia de Santa Fe*. <https://www.santafe.gov.ar/idesf/portal>
- [23] Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda (2017). *Plan Estratégico Territorial LAS ROSAS-Provincia de Santa Fe*. 89-90 https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_estrategico_territorial_las_rosas_0.pdf
- [24] UNL (2021). *Santa Fe*. Universidad Nacional del Litoral. Subdominio información regional. <http://www.unl.edu.ar/santafe/index.php/geografia/cli-ma.html>
- [25] No, I. N. (2021). *Geolocalización de Planta de Bioetanol (Parte 2)*. Subdominio web. http://www.clases-virtuales.org/Ejemplo_ML_mapas_clientes_Bioetanol.html

Regionalización de caudales máximos en la cuenca del río Gualeguaychú

Grilli, R. A.; Kessler, D. F.; Stürtz, E. G.; Sato, R. A.; Mastaglia, M. I.; Margasín, A. D.; Giménez, V. E.; Ramírez, R. G.

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná

Contacto: sato.rodolfo@gmail.com



RESUMEN

El trabajo tuvo como fin obtener una ecuación regional para las subcuencas del río Gualeguaychú que permita hallar caudales máximos para distintas recurrencias en función de las características fisiográficas de las subcuencas con la intención de poner a disposición de las profesionales herramientas de uso práctico, que no requieran estudios de alta complejidad y que entreguen resultados preliminares. Los mismos no pretenden reemplazar a la modelación hidrológica en el cálculo de caudales, sino dar valores de referencia en cuencas no aforadas.

El estudio de regionalización se basó en la obtención de ecuaciones de caudales máximos para grupos de cuencas hidrológicamente similares a partir de los parámetros que las caracterizan. El proceso de determinación de las fórmulas consistió en la obtención de caudales de las subcuencas por medio de un modelo hidrológico calibrado. La explotación del modelo se realizó para distintas tormentas de diseño cuya duración e intensidad estaban directamente relacionadas con el tiempo de concentración de las subcuencas.

Las variables de las características de las cuencas que integraron las ecuaciones de regionaliza-

ción se adoptaron a partir de un análisis de correlación para establecer cuales se relacionaban mejor con el caudal máximo. Las ecuaciones se obtuvieron a partir de un análisis de regresión múltiple y se verificaron contrastando los resultados obtenidos con las mismas con los del modelo. Los errores calculados para recurrencias entre 2 y 100 años resultaron aceptables y pudieron ser asociados a la calidad de los datos disponibles y a características particulares de cada cuenca.

ABSTRACT

The purpose of the work was to obtain a regional equation for the sub-basins of the Gualeguaychú River that allows finding maximum flows for different recurrences based on the physiographic characteristics of the sub-basins, constituting a tool for practical use to obtain preliminary results. These equations are not intended to replace hydrological modeling in the calculation of flows, but to give reference values in non-gauged basins.

The regionalization study was based on obtaining maximum flow equations for groups of basins hydrologically similar from the parameters that characterize them. The process of determining the formulas consisted of obtaining the flows of the

sub-basins by means of a calibrated hydrological model. The exploitation of the model was carried out for different design storms whose duration and intensity were directly related to the concentration time of the sub-basins.

The variables, related to the characteristics of the basins, that integrated the regionalization equations, were adopted from a correlation analysis to establish which ones were better related to the maximum flow. The equations were obtained from a multiple regression analysis and were validated by contrasting the results obtained with them with those of the model. The errors calculated for recurrences between 2 and 100 years were acceptable and could be associated with the quality of the available data and the particular characteristics of each basin.

INTRODUCCIÓN

La Regionalización es una técnica que involucra la identificación y agrupamiento de cuencas homogéneas con el objeto de transferir información de cuencas que cuentan con medición de caudales (aforadas) a las no aforadas [1]. En cada región homogénea se analiza que variables afectan en mayor medida al caudal, para integrarlas en ecuaciones que permitan calcular, con un margen de error aceptable, el caudal de descarga para diferentes recurrencias [2].

El objeto del estudio fue obtener ecuaciones para la estimación de caudales máximos para distintas subcuencas del Río Gualeguaychú, ubicado en la provincia de Entre Ríos. Las mismas constituyen herramientas de uso práctico que no requieren estudios complejos y que entregan resultados preliminares para obras de pequeña y mediana escala.

DESARROLLO

Descripción del área de estudio

La cuenca del Río Gualeguaychú se encuentra ubicada sobre la región sudeste de la provincia de Entre Ríos. Drena una superficie de alrededor de 6.982 km², la cual presenta una red hidrográfica dendrítica, alargada y con una alta densidad de drenaje. El relieve es suavemente ondulado a plano. El curso principal tiene una longitud de 266 km, con sentido de escurrimiento de norte a sur. La ciudad de Gualeguaychú se encuentra junto al mismo, cerca de su desembocadura en el río Uruguay.

Información básica

Para la ejecución del estudio se utilizaron datos de registros provenientes de la Base de Datos Hidrológica Integrada de la Nación, obtenidos de la página web de la Red Hidrológica Nacional. Dentro de la cuenca del río Gualeguaychú se encuentran cuatro

estaciones de medición de caudales, ubicadas en las rutas nacionales N°130, N°14 y N°136; y la provincial N°39.

Entre ellas, la que contaba con un registro lo suficientemente extenso para llevar a cabo el análisis de caudales máximos era la de la Ruta Provincial (RP) N° 39, que poseía, al momento de inicio del estudio, registros entre 1989 y 2018.

Además, se dispuso de un modelo hidrológico de la cuenca completa (Figura 1), ya calibrado y validado, implementado con el programa HEC-HMS en [3].

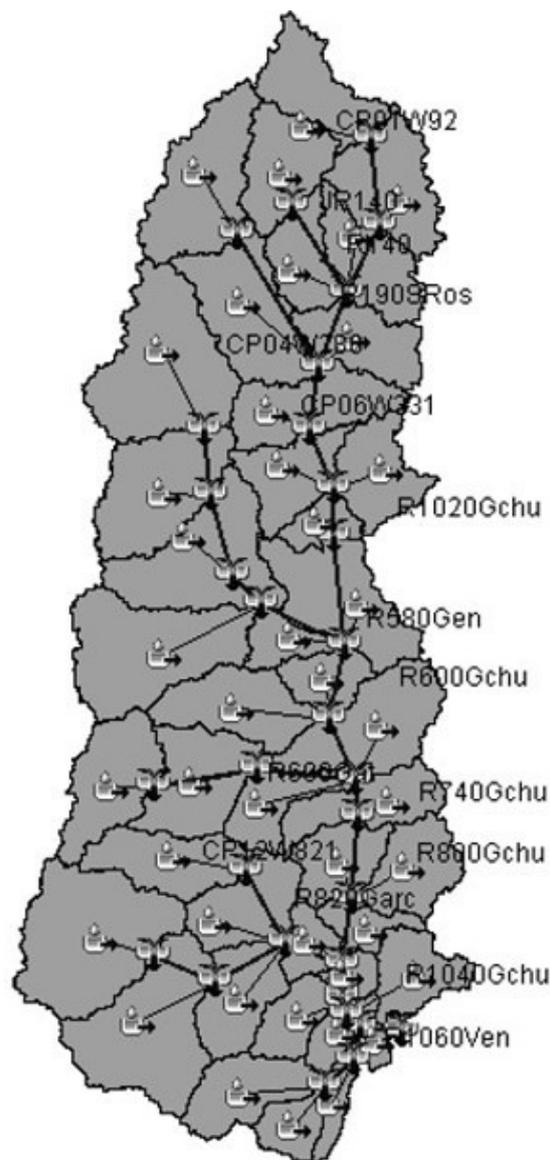


Figura 1: Modelo hidrológico del Gualeguaychú.

El modelo de la cuenca es semidistribuido con una subdivisión en 42 subcuencas. En el mismo se aplicaron los métodos de curva número (CN) del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de los Estados Unidos para la determinación de la precipitación efectiva, hidrograma unitario de Clark

para la transformación lluvia-caudal y de Muskingum-Kunge para el tránsito de los hidrogramas en los tramos de cauce.

Análisis de frecuencia de caudales máximos

De la estación de aforo de RP N° 39 se obtuvieron los datos de caudales diarios instantáneos con los que se generó una serie de caudales máximos diarios anuales, considerando los máximos registros diarios producidos dentro del cada año hidrológico (de septiembre a agosto).

Se realizó un análisis de frecuencia de los caudales máximos, utilizando el software AFMulti obteniéndose valores de caudal para los períodos de recurrencia adoptados para el estudio (2, 5, 10, 20, 50 y 100 años). En el análisis se evaluaron los ajustes para las funciones de distribución: Log – Normal, Gumbel, General Valores Extremos (GEV), Pearson III, Log – Pearson III, Exponencial y Wakeby concluyéndose que la función que mejor representa la variable era la GEV.

Análisis de Precipitaciones

Para cada recurrencia adoptada, se realizó un análisis para determinar la distribución temporal de las precipitaciones de modo que, una vez ingresadas al modelo, produjeran caudales máximos similares a los del análisis de frecuencia. Se evaluaron dos metodologías: el método de bloques alternos y la distribución de acuerdo con patrones temporales de tormentas de la zona.

Las láminas precipitadas se determinaron a partir de curvas Intensidad-Duración-Recurrencia (IDF) definidas en proyecto investigación [4] en base al estudio de la precipitación media areal (PMA) en las distintas subcuencas del río Gualeguaychú.

Los patrones de distribución temporal de las tormentas se definieron considerando los definidos en [5] para las localidades de Paraná, Concepción del Uruguay y Concordia. A partir de dicha información se determinó un único patrón temporal promedio para toda la provincia (Figura 2) para duraciones de tormenta de un día o más.

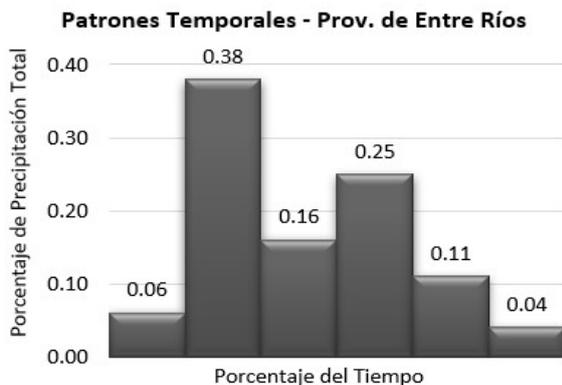


Figura 2: Patrón temporal adoptado

Con los hietogramas definidos por ambas metodologías se realizó la modelación hidrológica de la cuenca, obteniendo caudales pico en la sección correspondiente a la Ruta Provincial N°39 para las distintas recurrencias.

Los resultados se contrastaron con los obtenidos del análisis de frecuencia de datos observados en dicha estación, para las distintas recurrencias analizadas y duraciones de tormenta adoptadas.

Se observó que los hietogramas construidos por el método de bloques alternos generaban caudales que se incrementaban indefinidamente a medida que aumenta la duración de la precipitación. Por el contrario, los caudales simulados con hietogramas en base a patrones temporales tendían a los caudales máximos obtenidos del análisis de frecuencia, indistintamente de la duración de la tormenta. Estos resultados permitieron concluir que los hietogramas construidos a partir de patrones temporales representan un comportamiento más realista. Al comparar los valores de caudales simulados con los caudales máximos para las siete funciones de distribución analizadas, se apreció que la que mejor ajustaba era la función GEV (Figura 3).

En Figura 3 se comparan las curvas Recurrencia-Caudal para la estación en RP39 y para distintas duraciones de la tormenta. La mayor aproximación de caudales modelados a los obtenidos por análisis de frecuencias se logra para una duración de tormenta de 6 días, que corresponde a 2,4 veces el tiempo de concentración de la cuenca con cierre en la estación de aforos de RP N° 39.

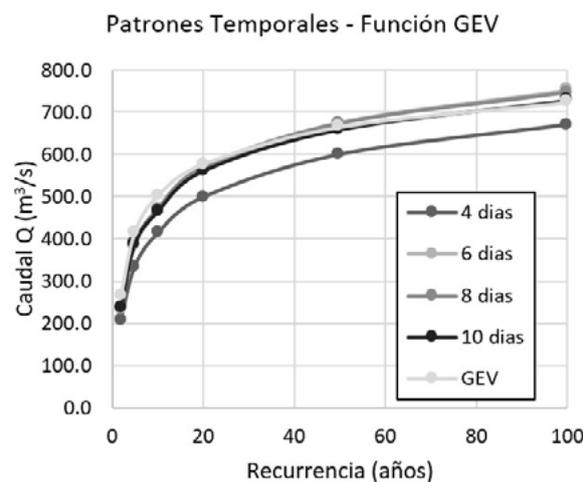


Figura 3: Resultados para patrones temporales.

Los resultados del análisis en la estación RP No 39 se extrapolaron al resto de las subcuencas adoptándose el método de distribución temporal de la precipitación por patrones y una duración de las tormentas de 2 a 3 veces el tiempo de concentración.

La distribución areal de la precipitación para cada subcuenca se consideró aplicando a la PMA, obtenida de las curvas IDF disponibles, coeficientes de abatimiento areal (CAA) definidos en [4] para la cuenca del río Gualeguaychú, en función del área de la cuenca y la recurrencia de la tormenta considerada.

Estimación de caudales en las subcuencas

Las subcuencas con cierre en los puntos de cálculo de caudales del modelo hidrológico se clasificaron en base a los números de orden (Figura 4), de acuerdo a los tramos de tránsito consecutivos por cauces que poseía cada una de ella. Desde primer orden, para las cuencas individuales ubicadas junto a las divisorias hasta un número de orden dieciséis para la cuenca completa, con quince tramos de tránsito consecutivos.



Figura 4: Subcuencas de Orden 1 y de Orden 10.

Los hietogramas definidos con la metodología y criterios anteriormente indicados para las distintas subcuencas se cargaron en el modelo hidrológico, obteniéndose caudales máximos en los distintos puntos de cálculo.

Selección de variables para la regionalización

El agrupamiento de cuencas homogéneas se hizo a través del análisis de las características físicas e hidrológicas de las mismas.

Se aplicó el software estadístico RStudio para el análisis de correlación entre las variables estudiadas. Este análisis permitió evaluar la inter-

dependencia entre cada variable con el resto y determinar cuáles de estas variables mostraban mayor correlación con los caudales máximos.

Las variables analizadas, en cada una de las subcuencas, fueron: área (A), perímetro (P), longitud del cauce principal (L), pendiente media del cauce principal (S), caudal máximo (Q), raíz cuadrada del área (A^{1/2}), coeficiente de compacidad (Kc), tiempo de concentración (Tc), coeficiente almacenamiento de Clark (R), coeficiente lambda (λ) que relaciona el Tc y R, número de curva (CN) y precipitación media areal (PMA) para dos años de recurrencia y caudal máximo (Q) para 2 años de recurrencia.

Evaluación de la Interdependencia

Las variables se estandarizaron de modo que cada serie de datos tuviese media igual a cero y desviación estándar igual a uno, logrando así que los resultados no estén influenciados por la magnitud de las variables.

La variable estandarizada se obtuvo según ecuación (1):

$$x_{std} = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \tag{1}$$

- x_{std}*: valor de la variable estandarizado.
- x_i*: valor de la variable.
- \bar{x}* : media de la muestra.
- σ* : desviación estándar de la muestra.

Para el análisis de interdependencia se utilizaron los métodos de matriz de correlación (Figura 5), el análisis de componentes principales y el análisis de conglomerados.

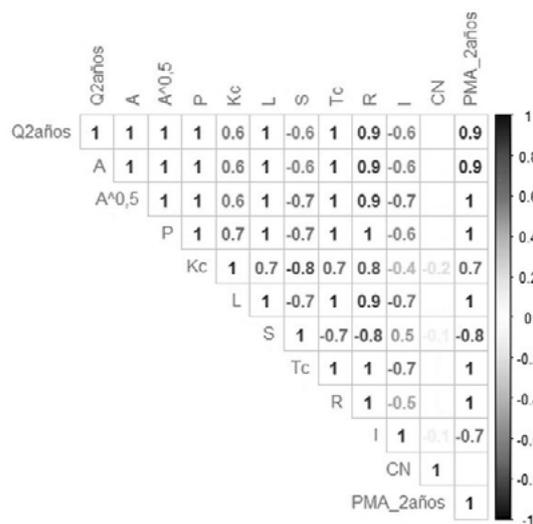


Figura 5: Matriz de correlación.

El análisis de los resultados permitió seleccionar las tres variables independientes que mejor correlacionan con el caudal máximo, a saber: área (A), precipitación media areal (PMA) para dos años de recurrencia y pendiente media del cauce principal (S).

Agrupamiento de las Subcuencas

La conformación de grupos de subcuencas homogéneas se hizo mediante análisis de conglomerados, obteniendo un dendrograma de agrupamiento (Figura 6) donde las cuencas se agruparon en 5 bloques.

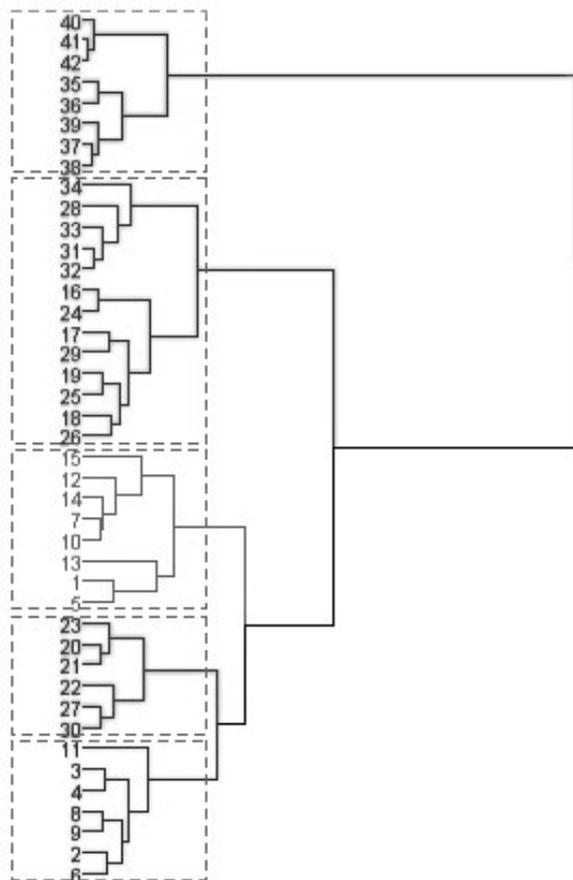


Figura 6: Dendrograma de agrupamiento.

Luego se realizó el trazado de las curvas de Andrews (Figuras 7 y 8) con las que se verificó la homogeneidad del comportamiento de las variables en los distintos agrupamientos. Este método asigna a cada elemento de la muestra una función, de acuerdo a la de la ecuación (2), en la que intervienen las variables analizadas.

$$x(t) = \frac{x_1}{\sqrt{2}} + x_2 * \text{sen}(t) + x_3 * \text{cos}(t) + x_4 * \text{sen}(2t) + x_5 * \text{cos}(2t) + \dots \quad (2)$$

Donde:

$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, \dots$: son los valores de las variables correspondientes al elemento.

Curvas de Andrews

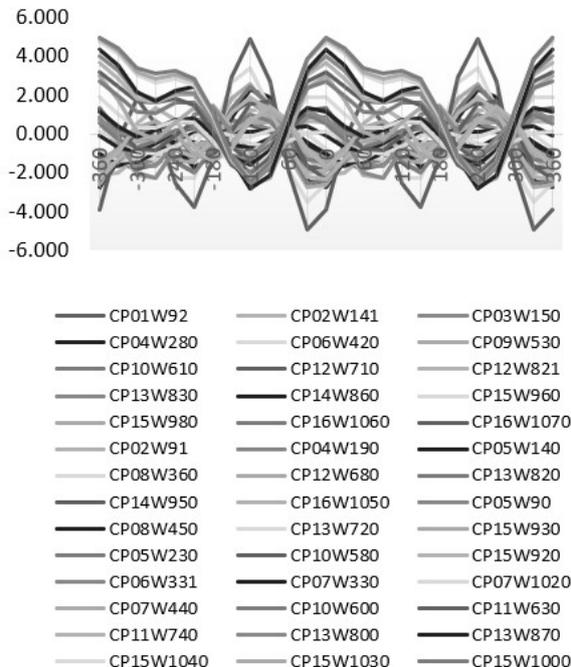


Figura 7: Curvas de Andrews de todas las subcuencas.

Curvas de Andrews

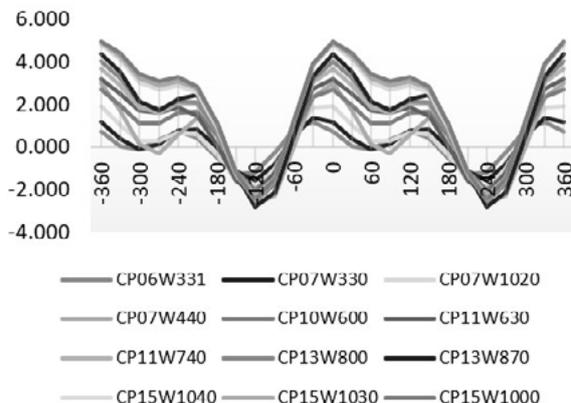


Figura 8: Curvas de Andrews de un agrupamiento.

Ecuaciones de regionalización

Las ecuaciones que relacionan el caudal con las variables seleccionadas para cada grupo homogéneo se obtuvieron utilizando una función del RStudio. Las ecuaciones son de la forma (3).

$$\log Q = \alpha + \beta \cdot \log A + \gamma \cdot \log S + \delta \cdot \log PMA \quad (3)$$

Se calcularon los errores entre los valores de caudales modelados y los estimados con la ecuación de regionalización, considerando aceptables errores por debajo del +20%.

Índice de Creciente

Para reducir el número de ecuaciones y favorecer su uso práctico se definió el índice de creciente (Ic), ecuación (4), que relaciona el caudal para una recurrencia base, en este estudio de 2 años, con caudales de diferentes recurrencias:

$$Ic = \frac{Q_{Rx}}{Q_2} \tag{4}$$

Ic: Índice de creciente

Q_{Rx} : Caudal para una recurrencia x

Q_2 : Caudal para una recurrencia de 2 años

A partir de los resultados de caudales simulados se establecieron los valores de Ic para las distintas recurrencias y agrupamientos se trazaron las curvas de Figura 9 que permiten obtener Ic para otras recurrencias no simuladas.

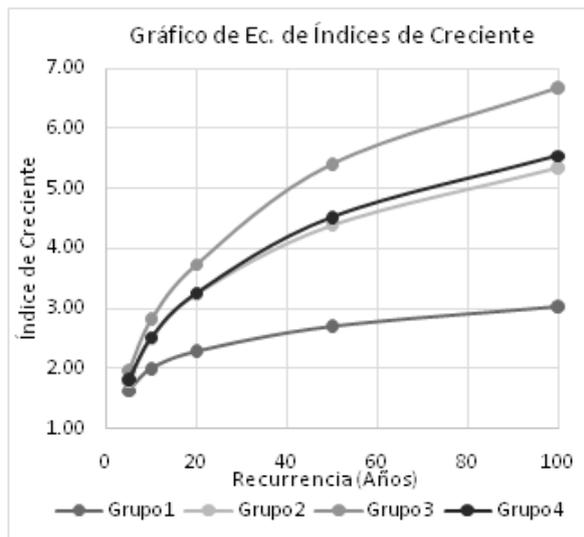


Figura 9: Curvas de Índices de Creciente.

Resultados

Los cinco agrupamientos de subcuencas definidos con el dendograma fueron reducidos a cuatro luego de un análisis donde se reubicaron subcuencas en los grupos, descartaron otras con características particulares y se combinaron dos grupos que presentaban características similares. En la Tabla 1 se presentan los cuatro agrupamientos resultantes y las características que los diferencian:

Tabla 1: Resultados de Agrupamiento de Cuencas.

Grupo 1	- Cuencas de Orden 5 a 16 - Áreas mayores a 1500 km ² - Pendientes menores al 0,5%
Grupo 2	- Áreas entre 370 y 1500 km ² - Coeficiente de compacidad mayor a 2,1 - Pendientes menores al 1,0%
Grupo 3	- Cuencas de Primer Orden - Áreas menores a 370 km ²
Grupo 4	- Áreas entre 370 y 1000 km ² - Coeficiente de Compacidad menor a 2,1 - Pendientes mayores al 1,0%

Las ecuaciones obtenidas para cada uno de ellos son las siguientes:

Grupo 1:

$$\text{Log}Q_{2\text{años}} = 2,7246 + 1,0358 \times \text{log}A + 1,2309 \times \text{log}S + 0,1473 \times \text{logPMA} \tag{5}$$

Grupo 2:

$$\text{Log}Q_{2\text{años}} = 0,7286 + 1,1709 \times \text{log}A + 0,7079 \times \text{log}S + 0,0852 \times \text{logPMA} \tag{6}$$

Grupo 3:

$$\text{Log}Q_{2\text{años}} = 1,4367 + 1,3101 \times \text{log}A + 0,5656 \times \text{log}S - 0,6524 \times \text{logPMA} \tag{7}$$

Grupo 4:

$$\text{Log}Q_{2\text{años}} = 3,6998 + 1,4790 \times \text{log}A - 0,3880 \times \text{log}S - 3,4039 \times \text{logPMA} \tag{8}$$

Donde:

$Q_{2\text{años}}$: caudal para una recurrencia de 2 años en m³/s.

A: área de la cuenca en km².

S: pendiente media del cauce en m/m.

PMA: precipitación media areal en la cuenca para 2 años de recurrencia en mm.

En tabla 2 se consignan los Ic para cada grupo y recurrencia.

Tabla 2: Índices de Creciente.

Grupo	Recurrencia (años)				
	5	10	20	50	100
Grupo 1	1,64	1,97	2,29	2,72	3,04
Grupo 2	1,69	2,52	3,34	4,44	5,26
Grupo 3	1,78	2,88	3,98	5,43	6,53
Grupo 4	1,69	2,55	3,42	4,56	5,43

Los I_c para recurrencias distintas a las de Tabla 2 podrán obtenerse con las ecuaciones (9) a (12).

$$I_{c(\text{Grupo } 1)} = 0,4656 \ln(x) + 0,8954 \quad (9)$$

$$I_{c(\text{Grupo } 2)} = 1,1934 \ln(x) - 0,2315 \quad (10)$$

$$I_{c(\text{Grupo } 3)} = 1,5858 \ln(x) - 0,7727 \quad (11)$$

$$I_{c(\text{Grupo } 4)} = 1,2481 \ln(x) - 0,3223 \quad (12)$$

Donde:

I_c : índice de creciente.

x : recurrencia en años.

CONCLUSIONES

Las variables adoptadas para el desarrollo de las ecuaciones demostraron ser independientes y tener una alta correlación con los valores de caudal máximo.

El agrupamiento en cuencas homogéneas requirió de un análisis de diferentes conformaciones, evaluando cual se ajustaba mejor. Fue necesario realizar cambios a estos agrupamientos, teniendo en cuenta distintos aspectos como las características similares que no se veían reflejadas en el agrupamiento inicial y la recategorización de cuencas que no se ajustaban al error promedio del grupo en el que habían sido asignadas en primera instancia, con la posterior prueba de dichas cuencas con las ecuaciones del grupo que parecían ajustarse mejor.

Los errores determinados mediante la comparación de los caudales simulados con los obtenidos con las ecuaciones de regionalización resultaron dentro del rango admisible, incrementándose para recurrencias mayores.

En la provincia de Entre Ríos existen cuencas con estaciones de aforo y registro de caudales de varios años, alguna de las cuales han sido extensamente estudiadas, como es el caso de la cuenca del Arroyo Feliciano, pero muchas otras presentan datos incompletos o no cuentan con estación de medición de caudales. Esto complica su estudio impidiendo una precisa previsión de los efectos que producirían tormentas de gran magnitud, debido a la imposibilidad de calibración de los modelos hidrológicos, reflejándose en obras hidráulicas mal proyectadas, inundaciones y diversos destrozos de la infraestructura durante las crecientes. Por ello se debe recalcar la necesidad de la instrumentación de las cuencas faltantes y de la investigación sobre el comportamiento de estas.

Los resultados obtenidos en este estudio pueden ser de utilidad en estos casos al contrastarlos con los valores de los modelos hidrológicos, lo cual es de vital importancia para reducir la incertidumbre en los estudios hidrológicos de cuencas no aforadas.

El procedimiento desarrollado puede repetirse de manera análoga para otras cuencas bajo ciertas consideraciones:

La precisión de las ecuaciones depende de la calidad de los datos y de las variables adoptadas. La cuenca debe poseer al menos una estación de medición de caudales que permita calibrar el modelo hidrológico.

Las variables elegidas, además de ser independientes entre sí, deben ser fácilmente determinables, teniendo como premisa la practicidad de las ecuaciones obtenidas, así como la verificación de sus resultados.

REFERENCIAS

- [1] Sabahattin, I. y Vijay P. S. (2008). "Hydrologic Regionalization of Watersheds in Turkey". Journal of Hydrologic Engineering.
- [2] Paris, M. C. y Zucarelli (2004). "Regionalización de Caudales. Propuesta Metodológica para identificación de regiones homogéneas". Universidad Nacional del Litoral, Argentina.
- [3] Sato R. (2016). "Modificaciones en el riesgo de inundación fluvial debido al desarrollo urbano junto a ríos de llanura. Estudio de caso: la ciudad de Gualaguaychú". Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Santa Fe, Argentina.
- [4] López P. V., Sato R., Mastaglia M. I., Cattaneo N., Masola R., Bruno S. M., Margasin A. D, Giménez V., Collante Wojcicki M. D., Morley S. A., Erbetta A., Graziadio V., Villanueva G. (2020). 1a ed. Estudio de tormentas de diseño en Cuencas Extensas de la provincia de Entre Ríos. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: edUTecNe.
- [5] Zamanillo, E. A.; Larenze, G. R.; Tito, M. J.; Pérez, M. M. y Garat, M. E. (2008). "Tormentas de diseño para la provincia de Entre Ríos". Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional.

Técnica de procesamiento para valorar la respuesta emocional del paciente sometido a un estímulo visual

Dugarte, Nelson^{a,b}; Alvarez, Antonio^a; Gómez, Marcelo^a; Ysetta, Carlos^a; Bertomeu, José^a; Alvarado, Negman^{a,c}; Dugarte, Edinson^b.

a- Grupo GENESIS – CeReCoN, Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Mendoza (FRM).

b Grupo de Ingeniería Biomédica (GIBULA), Universidad de Los Andes (ULA), Mérida, Venezuela.

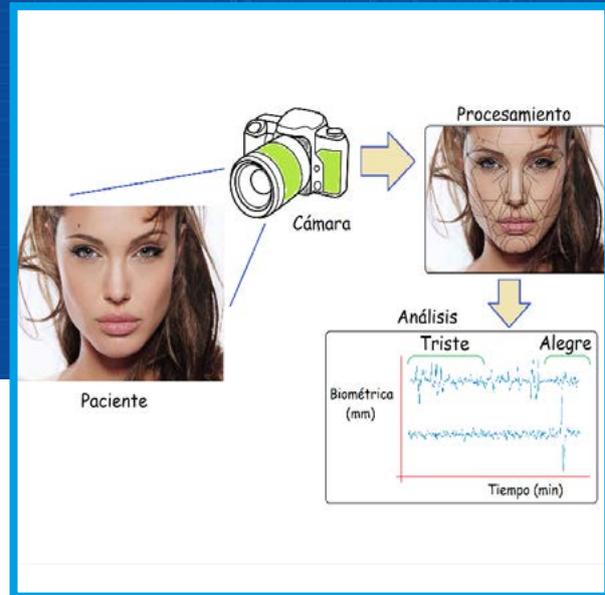
c- Ministerio de Salud de la provincia, matrícula 13665. Centro Médico Mendoza.

Contacto: ndj0227@gmail.com

RESUMEN

Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), por lo menos un 50% de las enfermedades mentales comienzan antes de los 14 años, la mayoría de los cuales pasan desapercibidos. Cifras oficiales para el 2019, revelan que cerca de 1000 millones de personas viven con algún trastorno mental; 3 millones de personas mueren cada año por el consumo nocivo de estupefacientes y una persona se suicida cada 40 segundos. El rostro humano es una parte intrincada y altamente diferenciada del cuerpo. Es el sistema de señales de sociabilización más complejo que existe y está demostrado que el sistema nervioso autónomo genera rasgos, a veces imperceptibles, del estado cognitivo y patológico del cerebro. Este proyecto pretende el reconocimiento de algunas emociones a través de la biométrica de las facciones del rostro. La idea es crear un instrumento que sirva a los médicos especialistas para evaluar con mayor confiabilidad el estado emocional del paciente, a partir de los cambios sutiles que se producen en su biodinámica cuando se encuentra sometido a un estímulo emocional. La etapa de hardware del sistema, utiliza una cámara de video conectada a un computador. El software se diseñó para realizar el análisis del video enfocado sobre el rostro del paciente.

Palabras clave: Biométrica del rostro, Detección del estado emocional, Procesamiento de imágenes, Análisis por correlación.



ABSTRACT

According to data from the World Health Organization (WHO), at least 50% of mental illnesses begin before the age of 14, and the worst thing is that most cases go unnoticed. Official figures at 2019, reveal that close to 1 billion people are living with a mental disorder, 3 million people die every year from the harmful use of narcotics and one person dies every 40 seconds by suicide. The human face is an intricate and highly differentiated part of the body. It is the most complex socialization signal system that exists, and it has been shown that the autonomic nervous system generates features, sometimes imperceptible, of the cognitive and pathological state of the brain. This project aims to recognize some emotions through the biometrics of facial features. The idea is to create an instrument that can be used by specialist doctors to more reliably assess the emotional state of the patient, based on the subtle changes that occur in the patient's biodynamics when he is subjected to an emotional stimulus. The hardware stage of the system uses a video camera connected to a computer. The software is designed to perform the analysis of the video focused on the patient's face.

INTRODUCCIÓN

Aún antes de haber desarrollado el lenguaje, la evolución del cerebro humano dedicó una parte muy importante a la especialización en transmitir información a otros individuos por medio del manejo detallado de los músculos de la cara, así como también para el reconocimiento del estado emocional de otros individuos por medio de la observación del rostro. La importancia de las expresiones faciales era vital dado que, en algunos casos, de esta información dependía la propia vida o la del grupo de congéneres [1], [2].

El rostro humano incluye más de 40 músculos estructural y funcionalmente autónomos [3], [4], cada uno de los cuales se puede activar de forma independiente. Las principales redes nerviosas de procesamiento de rostros se encuentran en la zona del gyrus inferior cerebro [5].

Es evidente como los rasgos faciales tienen la capacidad de comunicar un sinnúmero de estados emocionales y características que, a su vez, pueden ser captadas por la visión de otros individuos y analizadas en el cerebro del que las percibe. La Figura 1, presenta una aproximación de 6 estados emocionales representada por un rostro común.



Fig. 1: Aproximación de 6 estados emocionales.

Pero es evidente que las expresiones faciales pueden mostrar mucho más de lo que la mayoría de las personas percibe. El problema se presenta cuando los cambios faciales son muy sutiles y pueden pasar desapercibidos [6]. Por lo menos un 50% de las enfermedades mentales comienzan antes de los 14 años, y lo peor es que la mayoría de los casos no son detectados en su fase inicial. Cifras oficiales de la OMS para el 2019, revelan que cerca de 1000 millones de personas viven con algún trastorno mental, tres millones de personas mueren cada año por el consumo nocivo de alcohol y una persona se suicida cada 40 segundos [7], [8].

Esta investigación tiene como objetivo analizar la respuesta facial de las personas ante un estímulo predeterminado, a fin de obtener índices referenciales que permitan inferir sobre el estado emocional del paciente. La idea es determinar valores cuantitativos que sirvan de referencia a los médicos especialistas para mejorar la evaluación de un sinnúmero de patologías, desde ansiedad hasta el síndrome del espectro autista (TEA) [9]-[11].

Desde hace 2 años, en los laboratorios del Grupo GENESIS de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) - Facultad Mendoza (FRM), se trabaja con un experimento programado, que consiste en medir y evaluar la respuesta facial ante la presencia de estímulos visuales. El problema se ha delimitado al análisis de solo dos respuestas emocionales, felicidad y tristeza. La investigación se enmarca en el estudio de estos dos estados emocionales debido a que se generan como respuestas involuntarias totalmente opuestas.

METODOLOGÍA

El sistema aplica una técnica de análisis a la medición precisa de las facciones del rostro del paciente en función del tiempo, mientras visualiza un video estímulo. Está compuesto por una cámara digital conectada al computador, un software para la ubicación precisa de puntos sobre el rostro, otro de procesamiento y un tercero de análisis de la señal. La Fig. 2, muestra un diagrama simplificado del sistema desarrollado para el análisis de la biométrica del rostro.

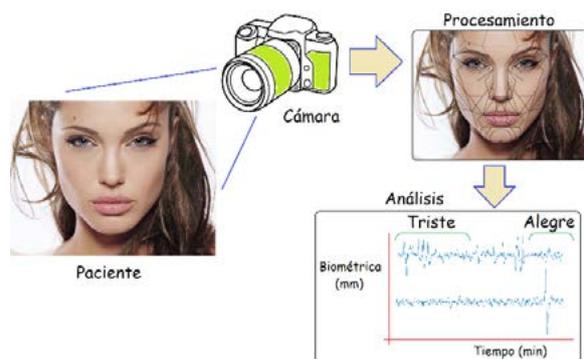


Fig. 2: Diagrama simplificado del sistema.

Protocolo experimental implementado

Las personas que intervinieron en este experimento, identificadas como pacientes control, fueron voluntarios, previamente notificados y que firmaron un consentimiento informado para que todos los datos recopilados se pudieran utilizar en los análisis y publicaciones respectivas.

La idea es identificar estados emocionales a cualquier persona a partir del análisis de un video

en función del tiempo. Por lo tanto, es necesario contar con una señal patrón de comparación, que represente el estado emocional específico en cada sector del rostro. La hipótesis planteada se basa en que la biométrica precisa del rostro del paciente ante una serie de estímulos diseñados psicológicamente, puede definir con mayor certeza el estado emocional. Se diseñó un protocolo experimental con ayuda de médicos neurólogos, con el propósito de establecer marcadores claros de respuesta emocional en intervalos de tiempo definidos.

El protocolo consiste en realizar la proyección de un video estímulo al paciente mientras se realiza en sincronía la adquisición de la video respuesta. La variable independiente corresponde al estímulo visual que observa el paciente control y en base a ella se definen movimientos de características motrices humanas sobre el rostro, que se puedan considerar como reflejo involuntario producto de la emocionalidad. Para esta etapa del proyecto solo se consideraron dos emociones como objeto de estudio: alegría y tristeza. En la Tabla 1, se presenta la secuencia mostrada en el video estímulo para todos los pacientes control.

Tabla 1. Secuencia del video para todos los pacientes.

Estímulo	Duración (s)	Fotogramas
Neutro	0 - 20	600
Alegría	20 - 42	660
Neutro	42 - 62	600
Tristeza	62 - 82	600
Neutro	82 - 102	600
Alegría	102 - 127	750
Neutro	127 - 147	600
Tristeza	147 - 167	600
Neutro	167 - 187	600

El video estímulo consiste en una película de 187 segundos (s) que contiene una secuencia de ocho segmentos cortos independientes. Cada segmento identificado en la Tabla 1 como "Neutro" consiste en un video que solo muestra el movimiento aleatorizado de partículas esféricas de color naranja sobre un fondo negro. Las etapas identificadas en la tabla como "alegría" presentan videos cortos de alguna actividad que pueda desencadenar esta emoción. Los sectores identificados como tristeza, presentan videos cortos que pretenden desencadenar sentimientos de empatía que causen esta emocionalidad.

La captura de video es el proceso mediante el cual se digitaliza la imagen del rostro del paciente en función del tiempo. El enfoque de la imagen se

realiza de forma automática por el dispositivo empleado. En este proyecto se utilizó una cámara digital de uso comercial conectada al computador. En el proceso se capturan 30 fotogramas por segundo con una resolución de 1280 x 720 pixeles por fotograma. Se utilizó esta resolución porque es suficiente para el procesamiento de la imagen y genera un volumen de información fácilmente manejable para el almacenamiento. La captura de video se almacena en formato AVI directamente en el disco duro del computador.

Procesamiento de la imagen

El procesamiento de información se realiza en tiempo real, simultáneamente con la captura de imagen. Todo el algoritmo de procesamiento se desarrolló en lenguaje de programación Python. Consta de dos etapas: identificación de puntos característicos del rostro y medición de distancias entre los puntos obtenidos.

Para la identificación de puntos característicos del rostro, se utilizó un método proporcionado con licencia libre por Shanghai and Col. [12]. Este método utiliza técnicas para la interpretación de imagen que emplea machine learning (IA) [13], [14], para ubicar automáticamente los puntos deseados en cada fotograma. Los resultados que genera ubican estos puntos sobre una matriz definida como mapa de coordenadas. El entrenamiento de la IA está desarrollado para identificar 68 puntos característicos, en función del mapa emocional de Ekman [15]. En la Fig. 3, se muestran los puntos que se identifican sobre el rostro del paciente.

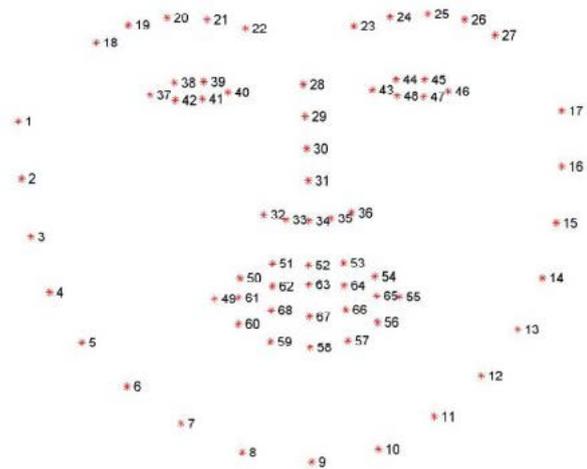


Fig. 3: Puntos que se identifican sobre el rostro.

El algoritmo desarrollado en este proyecto, utiliza el mapa de coordenadas que genera el software de Shanghai and Col. [12], y permite calcular la separación en milímetros (mm) entre cualquiera de

los puntos identificados en el rostro. La información obtenida se almacena en una tabla, donde cada fila de datos representa la distancia entre los puntos seleccionados por cada fotograma. El número de filas de los datos tabulados dependerá de la cantidad de fotogramas analizados, por consiguiente, cada columna de la tabla muestra la medición de los cambios de distancia que sufre una sección en particular del rostro en función del tiempo. Para la presente investigación se han elegido 27 pares de puntos, los cuales representan 27 vectores correspondientes. La Fig. 4 presenta los vectores de medición utilizados, sobre los sectores del rostro evaluados.

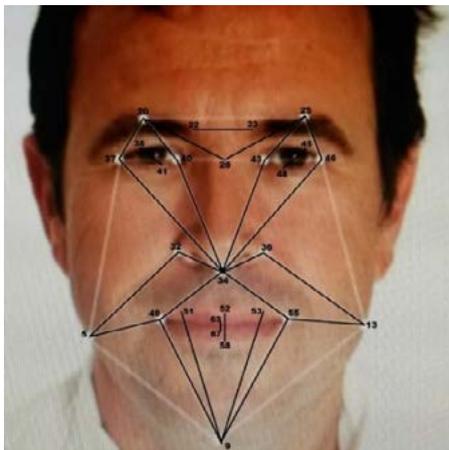


Fig. 4: Vectores de medición utilizados.

La Figura 5 muestra los valores del vector que mide la apertura de la boca, identificando el estímulo presente en segmento del experimento.

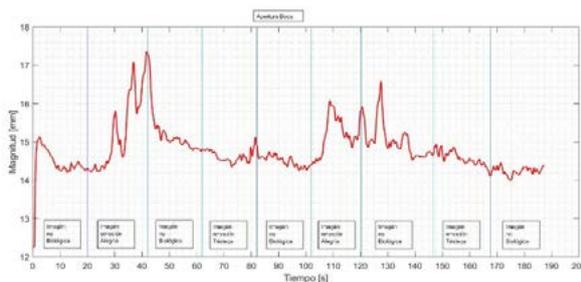


Fig. 5: Vector que mide la apertura de la boca.

Análisis de la información

El algoritmo de análisis se desarrolló en GNU Octave y se ejecuta posteriormente al procesamiento de la video respuesta adquirida.

Los puntos característicos identificados en cada fotograma, normalmente cambian de posición cuando las personas expresan algún tipo de emocionalidad. Cada columna de los datos tabulados se analiza como un vector de respuesta facial en función del tiempo. Actualmente, se maneja la

información de un sector específico del rostro a la vez, pero se trabaja en el desarrollo de un software que integre la respuesta de todos los vectores medidos del rostro.

Para identificar cada emoción en estudio se han obtenido vectores patrones de corta duración por cada sector del rostro analizado. Cada vector patrón se obtuvo promediando en todos los pacientes, los intervalos de tiempo del vector respuesta coincidente con los segmentos correspondientes al estímulo estudiado. De esta forma, la señal obtenida como patrón para alegría en un sector particular del rostro, se puede utilizar como constante de identificación para todas las personas porque representa la medición promedio de ese sector del rostro en un grupo considerable de sujetos de prueba. Se considera el mismo efecto para la señal obtenida como patrón de tristeza en cada sector analizado.

Método de análisis

La técnica desarrollada utiliza el método de correlación cruzada, haciendo un barrido de comparación del vector patrón (que se identifica como X) sobre la señal que se analiza (que se identifica como Y). Este método permite evaluar la respuesta emocional por el nivel que arrojan los índices de correlación de Pearson [16]. El coeficiente de Pearson, definido por r_{xy} se calcula aplicando la ecuación (1).

$$r_{xy} = \frac{cov(X,Y)}{\sqrt{\sigma_x^2 * \sigma_y^2}} \text{ donde: } -1 \leq r_{xy} \leq +1 \quad (1)$$

La relación de covarianza $cov(X,Y)$, se calcula aplicando la ecuación (2). La varianza σ^2 de cada vector, se calcula empleando de la ecuación (3).

$$cov(X, Y) = \frac{1}{N} \sum (X(n) - \bar{X})(Y(n) - \bar{Y}) \quad (2)$$

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum (X(n) - \bar{X})^2 \quad (3)$$

r_{xy} establece la comparación entre las señales X e Y, con igual número de datos. Como el vector Y normalmente contiene un número mayor de datos, la secuencia de análisis inicia alineando el vector X con un número igual de datos al inicio del vector Y. El procedimiento consiste en un ciclo repetitivo donde r_{xy} se calcula desplazando la alineación de X en la posición de un dato de Y por ciclo, hasta que llega al final del vector Y. El vector resultante $r_{xy}(t)$ cuantifica una aproximación al nivel de respuesta emocional en función del tiempo, específica en cada sector del rostro.

RESULTADOS

Para el almacenamiento de la información se diseñó una historia médica electrónica (HME) basada en la experiencia propia [17] y según los requerimientos médicos de los asesores de este proyecto. La base de datos de la HME permite relacionar el paciente que se somete al estudio con cada una de las adquisiciones que se realicen. La Figura 6 presenta la ventana de pacientes, donde se puede seleccionar alguna historia médica en particular.



Fig. 6: Ventana de pacientes del software HME.

Una vez que se han ingresado los datos del paciente en estudio, se procede a tomar una video respuesta mientras que el paciente observa algún video estímulo. Posteriormente, se realiza la selección de alguno de los vectores adquiridos para su análisis. En la Figura 7 se muestra uno de los pacientes control, destacando la relación del entrecejo tomada entre los puntos 22 y 23.

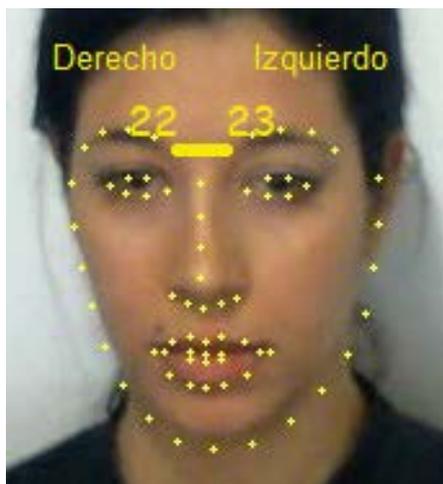


Fig. 7: Paciente, destacando la relación del entrecejo.

El análisis de la señal arroja una curva que destaca los valores más elevados para las respuestas

emocionales correspondientes. La Figura 8 muestra un proceso de análisis de la curva generada por la diferencia del entrecejo, para un paciente en particular. Donde la señal patrón, en color rojo, corresponde al estímulo de tristeza.

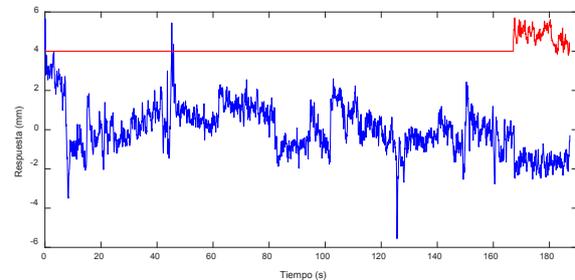


Fig. 8: Análisis de la respuesta del entrecejo.

Al realizar el cálculo de correlación entre el vector patrón y una ventana que se desplaza sobre todo el vector respuesta del entrecejo, se obtiene como resultado la curva que se muestra en la Figura 9. El intervalo demarcado en esta curva como máxima respuesta de tristeza, coincide con el sector del estímulo de tristeza que se le presenta al paciente en el momento de realizar el estudio.

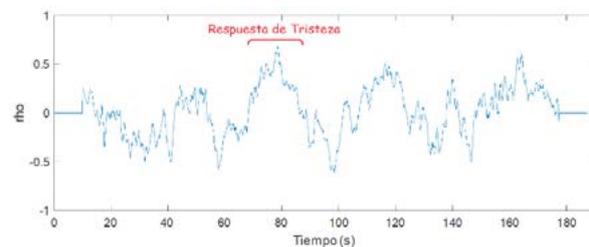


Fig. 9: Resultado del análisis por correlación.

En el resultado del análisis de un grupo importante de pacientes, se destacan algunas respuestas de valores elevados en intervalos de tiempo que corresponden a sectores donde el estímulo era un video que debería causar alegría, como se observa en el intervalo entre 110 y 130 s de la Figura 9. Un razonamiento analítico permitió identificar que estos sectores del estímulo utilizaban videos de personas que sufrían accidentes cómicos, en lo que podría considerarse humor negro. Lo cual permite concluir, que algunas personas presentan rasgos que indican tristeza ante eventos que pudieran describir comedia, debido a la empatía con el trauma sufrido en los videos de humor negro.

CONCLUSIONES

Como resultado de esta investigación, se logró establecer patrones de reacciones biodinámicas

del rostro ante la presencia programada de ciertos estímulos visuales de tendencia emocional tales como alegría y tristeza, cumpliendo así con los objetivos planteados originalmente.

Del análisis de estos patrones se observó que la mayoría de los pacientes control presentan respuestas emocionales en forma de movimientos involuntarios en los músculos del rostro. Esto demuestra que, la mayoría de las personas experimentan algún tipo de movimiento de reacción en el rostro cuando le son presentados al paciente estímulos emocionales.

En segundo término, se logró medir el desarrollo de las reacciones emocionales en función del tiempo, siguiendo la evolución de su respuesta en el video. En base a la respuesta del conjunto de características mensurables de los resultados obtenidos, se puede pronosticar que esta técnica de evaluación se pueda definir como módulo del gesto. Se trata de un sistema que proporciona una evaluación del nivel de emocionalidad dentro de una escala tangible.

Cabe destacar que se puede medir la demora que experimenta la respuesta gestual del paciente luego del estímulo emocional, con una precisión de 33 ms (1/30 s). Esta respuesta representa información valiosa en el diagnóstico y tratamientos de patologías que afectan el sistema nervioso autónomo y las redes nerviosas que enervan los músculos faciales.

El método desarrollado para este experimento, brinda la posibilidad directa de replicar a futuro para analizar las reacciones faciales que podrían tener lugar ante cualquier tipo de estímulo emocional.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Regional de Bioingeniería (IRB), adjunto al Centro de Computación y Neurociencia (CeReCoN), de la Universidad Tecnológica Nacional de la República Argentina por su colaboración científica y tecnológica en el desarrollo del proyecto. También se agradece al Grupo de Ingeniería Biomédica (GIBULA) de la Universidad de Los Andes en Mérida, Venezuela por el apoyo prestado. Así mismo, se hace extensivo el agradecimiento a todas las personas e instituciones que han permitido que este proyecto sea factible.

REFERENCIAS

- [1] Burrows, A. M. (2008). The facial expression musculature in primates and its evolutionary significance. *Bioessays Journal*, 30(3):212-25.
- [2] Zeev-Wolf, M.; Rassovsky, Y. (2020). Testing the magnocellular-pathway advantage in facial expressions processing for consistency over time. *Neuropsychologia Journal*, 138:107352.
- [3] Hutto, J. R.; Vattoth, S. (2015). A practical review of the muscles of facial mimicry with special emphasis on the superficial musculoaponeurotic system. *AJR Am Journal Roentgenol.* 204(1):19-26.
- [4] von Arx, T.; Nakashima M. J.; Lozanoff, S. (2018), *The Face - A Musculoskeletal Perspective - A literature review.* *Swiss Dent Journal*, 128(9):678-688.
- [5] Rymarczyk, K.; Żurawski, Ł.; Jankowiak-Siuda, K.; Szatkowska, I. (2018) Neural Correlates of Facial Mimicry: Simultaneous Measurements of EMG and BOLD Responses during Perception of Dynamic Compared to Static Facial Expressions. *Front Psychol*, 9:52.
- [6] Rehm, J.; Shield, K. D. (2019). Global Burden of Disease and the Impact of Mental and Addictive Disorders. *Curr Psychiatry Rep*, 21(2):10.
- [7] World Health Organization. (2019). *Transtornos Mentales.* Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders>
- [8] Bachmann, S. (2018). Epidemiology of Suicide and the Psychiatric Perspective. *Int J Environ Res Public Health*, 15(7):1425.
- [9] MedlinePlus.es. (2021). *Trastorno del espectro autista.* Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/autismspectrumdisorder.html>
- [10] Neufeld, J.; Hsu, C.T.; Chakrabarti, B. (2019) Atypical Reward-Driven Modulation of Mimicry-Related Neural Activity in Autism. *Front Psychiatry*, 16(10):327.
- [11] Trevisan, D.A.; Hoskyn, M.; Birmingham, E. (2018). Facial Expression Production in Autism: A Meta-Analysis. *Autism Res*, 11(12):1586-1601.
- [12] Shanghai and Col. (2020). 50 líneas de código para lograr la detección de rostros. Disponible en: <https://zhuanlan.zhihu.com/p/32781218>
- [13] Hays, J.; Wong, C.; Soto F.A. (2020). FaReT: A free and open-source toolkit of three-dimensional models and software to study face perception. *Behav Res Methods*, 52(6):2604-2622.
- [14] Roman, V. (2019). *Introducción al Machine Learning: Una Guía Desde Cero.* Disponible en: <https://medium.com/datos-y-ciencia/introduccion-al-machine-learning-una-gu%C3%ADa-desde-cero-b696a2ead359>
- [15] Ekman, P. & Oster, H. (1981). Facial expressions of emotion. *Studies in Psychology*, 2(7):115-144.
- [16] Microsoft Personal.us.es. (2020). *Coficiente de correlación lineal de Pearson.* Disponible en: <https://personal.us.es/vararey/adatos2/correlacion.pdf>
- [17] Dugarte, N.; Medina, R.; Rojas, R. (2015). Open Source Cardiology Electronic Health Record Development for DIGICARDIAC Implementation. *Proc. of the 11th International Symposium on Medical Information Processing and Analysis (SIPAIM)*, vol. 9681: pag. 96810. Cuenca – Ecuador.

Resumen

Este documento es un extracto para los artículos a ser presentados en la Revista Argentina de Ingeniería. Se recomienda que este resumen contenga no más de 150 palabras, escrito en un solo párrafo. Brevemente y con claridad, debe describirlos objetivos, el planteamiento y las conclusiones del trabajo. No hacer citas bibliográficas y, preferentemente, tampoco introducir acrónimos, ni fórmulas, en el Resumen o en el título del trabajo.

Abstract

El Resumen también deberá presentarse en idioma inglés.

Palabras clave:

Incluir entre 3 y 5 términos, separados por comas. Elija aquellas palabras que permitan la identificación del artículo en la web de la revista. No repetir todo el título, se recomienda que estas palabras estén contenidas en el Resumen.

INTRODUCCIÓN

La Revista Argentina de Ingeniería (RADi) recibirá y publicará artículos de autores argentinos y del exterior, escritos en idioma español, el material presentado debe responder a una o más de las distintas secciones que componen cada edición; estas son:

- Gestión Educativa;
- Desarrollo Regional. Vinculación Universidad, Empresa y Estado;
- Ingeniería Sostenible. Energía, Gestión Ambiental y Cambio Climático;
- Biotecnología, Nanotecnología, Bioingeniería y Materiales;
- Tecnología de la Información y Comunicación;
- Forestal, Agronomía y Alimentos;
- Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social;
- Innovación y Emprendedorismo en Ingeniería;
- Obras y Proyectos de Ingeniería;
- Empresas y Servicios de Ingeniería; y
- Ejercicio Profesional de la Ingeniería.

DESARROLLO

El título del trabajo no deberá tener más de 18 palabras, puede contener un subtítulo sin excederse del límite de palabras. Si no se cumple con este requisito, el Editor se reserva el derecho de cambiar el título, respetando el espíritu del trabajo. Debe quedar claro que, un título para una revista es similar a un título periodístico, no es lo mismo que el título para una publicación académica, que muchas veces lleva varios renglones y conceptos extensos.

El trabajo debe guardar una lógica interna en su formulación y lograr el desarrollo de un tema completo, en una extensión que no debe exceder las ocho (8) páginas, ni tener menos de cuatro (4) páginas, en tamaño A4 (21 x 29,7 cm), con márgenes superior e izquierdo de 2 cm e inferior y derecho de 1,5 cm, incluyendo, figuras, tablas y referencias, no se aceptará el uso de anexos. El texto debe presentarse en el formato de este Template. Las fuentes a utilizar son: letra tipo Arial, en tamaño 11 pt para el texto, en general; en 12 pt con mayúscula para los títulos de los ítems, ubicado en el margen izquierdo y destacados en negrita; en 12 pt los subtítulos, utilizando la primera letra en mayúscula y el resto en minúscula, marginados a la izquierda y en negrita; en caso de ser necesario el uso de un subtítulo de inferior nivel, utilizar letra tamaño 11pt, en itálica. En un tamaño 8 pt se colocarán: el texto correspondiente a las notas aclaratorias y las citas textuales cuya extensión justifique el uso de un párrafo adentrado.

No utilizar el subrayado y ni negritas dentro del texto. El interlineado debe ser sencillo, sin separación entre párrafos. Se dejará una línea en blanco, de separación, antes de cada título o subtítulo y el párrafo anterior. En el comienzo de cada párrafo, dejar sangría.

Evitar el uso de las múltiples viñetas, con que cuenta que el procesador Word, el trabajo se pasará a un programa de edición, por lo que se solicita enviar el texto lo más sencillo posible.

Evitar el uso de las múltiples viñetas, con que cuenta que el procesador Word, el trabajo se pasará a un programa de edición, por lo que se solicita enviar el texto lo más sencillo posible.

Ecuaciones

Si el texto contiene formulas o ecuaciones, las mismas deben estar intercaladas en el texto, en el lugar que corresponda; en ningún caso colocarlas como imágenes. Las ecuaciones menores o definiciones de variables, pueden insertarse directamente en un párrafo, por ejemplo, considérese que se desea definir $a_{i:n} = w_{i-1}, w_{i-1}, \dots, w_{i-m+1}$ que está asociada a otra variable w_i . Para insertar ecuaciones más complejas, se recomienda utilizar un formato de párrafo aparte, con el estilo correspondiente:

Instrucciones para la publicación de trabajos en RADi

$$\hat{P}_I(w_i | \mathbf{h}_i^k) = \sum_{j=0}^{k-1} \lambda_j \hat{P}(w_i | \mathbf{h}_i^j) \quad (1)$$

Una vez colocada la ecuación centrada y el número de la misma, entre paréntesis, hacer invisibles los bordes de la tabla. Para hacer referencia a esta ecuación dentro del texto se menciona, por ejemplo, en (1) se puede ver la estimación de la probabilidad de..., a partir de una simple combinación lineal de...

Figuras

Las figuras deberán estar numeradas consecutivamente, no incluya dentro de ellas epígrafes. El epígrafe se coloca abajo de las figuras en letra Arial, 9 pt, itálica, centrado y cuyo texto debe ser conciso (ver Figura 1). Separar a cada figura de los párrafos anterior y posterior, por medio de una línea en blanco.

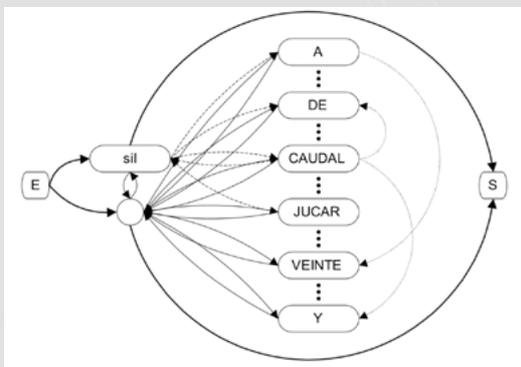


Figura 1: Red para una gramática estándar.

imágenes, fotografías y gráficos deberán ser enviados como archivos independientes del archivo que contiene al trabajo, con la mayor definición y tamaño posible, lo ideal en imágenes y fotos es que cuenten con al menos 300 dpi, esa es una calidad fotográfica adecuada para imprimir una publicación.

as imágenes, fotografías y gráficos deberán ser enviados como archivos independientes del archivo que contiene al trabajo, con la mayor definición y ta-

maño posible, lo ideal en imágenes y fotos es que cuenten con al menos 300 dpi, esa es una calidad fotográfica adecuada para imprimir una publicación. Las imágenes pueden ser de color o blanco y negro.

Los gráficos, en lo posible enviarlos vectorizados, de lo contrario exportarlos desde el programa en que se confeccionaron con extensiones: jpg o tiff.

Si hay dificultades para exportar imágenes y gráficos, enviarlos en el formato del programa en que fueron generados y aclarar qué programa se utilizó, para emplearlo en la edición final, capturando adecuadamente la imagen.

En el archivo de Word, es necesario que se coloquen las imágenes, sin importar la definición empleada, pero siempre anexar la misma imagen, con una buena definición como archivo adjunto. Esto servirá para tener claro el lugar donde el autor quiere insertar esa imagen. Se podrán utilizar las dos columnas de la publicación, para colocar una imagen, siempre que sea necesario para una apropiada visualización.

Se solicita especial cuidado en las fotografías que se colocan, las tomadas de internet es posible que tengan Derechos de Autor. Cerciorarse que la imagen es de dominio público o libre uso; de lo contrario, solicitar el permiso de uso pertinente al dueño de la imagen, en caso de no existir esta autorización, no se colocará la imagen. En las figuras y tablas que no sean del autor, deberá citarse la fuente.

En la Figura 2 se puede ver otro tipo de figura, donde se destacan varias regresiones. Si en la figura se utilizan ejes cartesianos, recuerde indicar el nombre de cada eje. No incluya colores en las gráficas, preferentemente, utilice distintos tipos de líneas. Las letras y números utilizados dentro de las figuras debe tener una altura (en el formato de impresión) no inferior a 7 pt, para poder ser leídas sin inconveniente.

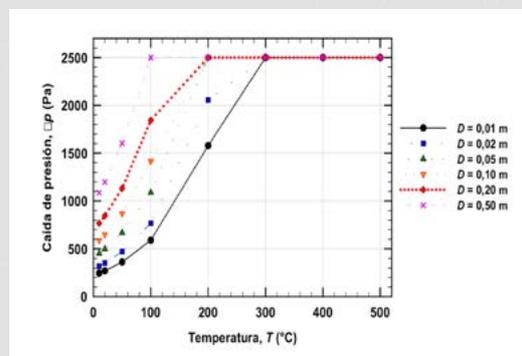


Figura 2: Caída de presión máxima optimizada en función de la temperatura.

Tablas

Las tablas no deben repetir información que ya esté contenida en las figuras. Las tablas estarán numeradas consecutivamente y tendrá su título en la parte superior, utilizando letra Arial, 9 pt, itálica, centrado y cuyo texto debe ser conciso (ver Tabla 1). Separar a las tablas de los párrafos anterior y posterior con una línea en blanco. Las tablas confeccionadas en Excel o Word se insertan con el formato de tablas, no como imágenes. Si por alguna razón no se puede pegar en Word como tabla, se pega como imagen y se manda en un adjunto, el archivo de Excel, para ser procesado con mayor calidad.

Tabla 1: Resultados finales de los errores de reconocimiento.

Errores de reconocimiento	SER %	WER%	WAER %	Reducción %WER
Referencia	38,30	7,54	8,53	-
HMM-PASS	30,55	5,36	6,67	28,91

Citas bibliográficas

Las citas bibliográficas se realizan entre corchetes, por ejemplo [1]. Cuando se hacen citas múltiples utilice la coma para separar dos citas [2], [3] o bien la notación de rangos de citas [2]-[5]. No utilice términos particulares antes de la cita, como en la "referencia [2]" o en "Ref. [4]". Las referencias se deben presentar por orden de aparición en el texto. El estilo general para las referencias se muestra con varios ejemplos, ubicados en la sección correspondiente. Observe estrictamente el estilo propuesto en: la utilización de tipografía, las mayúsculas, la forma de nombrar a los autores, los datos requeridos para libros, revistas y congresos, etc. Si se cita al autor de una referencia, el número de orden va a continuación de su nombre. Por ejemplo: "Lewis [2], en cambio, considera que...". En el caso de citas textuales, se transcriben entre comillas y se identificará su procedencia, colocando al final del párrafo el número entre corchetes.

Otras consideraciones generales

Defina adecuadamente cada uno de los acrónimos, la primera vez que aparece en el texto (salvo en el Resumen), por ej. relación de grandes masas (RGM). Luego utilice siempre el acrónimo en lugar del término completo.

Recuerde definir cada uno de los símbolos que aparecen en las ecuaciones y aclarar la notación, cuando se utilizan operadores matemáticos especiales o poco comunes.

Observe la utilización de mayúsculas, como regla general se coloca mayúscula en la primera letra de la primera palabra de cada frase y en los nombres propios, tanto en títulos, como en el texto en general.

CONCLUSIONES

En las conclusiones debería presentarse una revisión de los puntos clave del artículo, con especial énfasis en las conclusiones del análisis y discusión de los resultados, que se realizó en las secciones anteriores. Pueden incluirse recomendaciones relacionadas con el trabajo. No debe reproducirse el resumen, en esta sección.

AGRADECIMIENTOS

Si los hubiere, diríjlos a quien corresponda.

REFERENCIAS

Las referencias bibliográficas deberán colocarse en orden numérico, reduciéndose a las indispensables, conteniendo únicamente las mencionadas en el texto. En función del tipo de publicación, se deberá emplear el siguiente formato:

Artículos en publicaciones periódicas:

- [1] Czarnicka, E.T.; Gillott, J.E. (1982). Effect of different types of crushers on shape and roughness of aggregates. *Cement, Concrete and Aggregates*, 4(1), 33-36.
- [2] Añel Cabanelas, E. (2009). Formación on-line en la universidad. *Revista de Medios y Educación*, 33, 155-163. Recuperado de: <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n33/11.pdf>

Anales de Congresos y Seminarios:

- [3] Batliner, A.; Kießling, A.; Kompe, R.; Niemann, H.; Nöth, E. (1997). Tempo and its Change in Spontaneous Speech. Proc. of the 5th European Conference on Speech Communication and Technology, 2, 763-766.

Libros:

- [4] Giuliano, G. (2007). *Interrogar la Tecnología. Algunos fundamentos para un análisis crítico*. Nueva Librería. Buenos Aires, 125-130.

Instrucciones para la publicación de trabajos en RADi

Capítulos de libros:

[5] Boekaerts, M. (2009). La evaluación de las competencias de autorregulación del estudiante. En C. Monereo (coord.), *PISA como excusa: repensar la evaluación para cambiar la enseñanza*, (55-69). Graó, Barcelona.

Norma:

[6] AENOR (2009). *UNE 216501 Auditorías Energéticas, Requisitos*. Asociación Española de Normalización, Madrid, 14 pp.

Monografía:

[7] Sears, F.W.; Zemansky, M.W.; Young, H.D. (1988). *Física Universitaria*. Addison Wesley Iberoamericana.

Tesis de Grado, Maestría y Doctorado:

[8] García, L. (2009). Educación ambiental y evaluación de la densidad poblacional (tesis de Maestría). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

En el caso que existan notas aclaratorias, se ubicarán al final del texto, antes de las referencias, sin emplear numeración automática; escribir uno por uno los números de las notas y el texto que las acompañan.

En un archivo aparte se incluirán el nombre y apellido del/los autor/es y datos de la institución a la que pertenece, para ser incluido como filiación y una sola dirección de correo electrónico de contacto.

Enviar el artículo en formato .rtf a:
secretaria@confedi.org.ar

RECEPCION DE TRABAJOS

Se efectuara en forma permanente. El Comité Editorial, previa consulta y evaluación por parte uno o más Evaluadores, decidirá sobre la publicación del material presentado.

El Director de RADi y el Comité Ejecutivo de CONFEDI convocaran a los Evaluadores especialistas de las respectivas disciplinas y, si corresponde, a los Editores Asociados

Consultas por temas gráficos

E-mail: alpintos77@hotmail.com

ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA EVALUACION DE LOS TRABAJOS

Los Evaluadores consideran, entre otros, los siguientes aspectos:

Título

- Responde a las áreas temáticas abordadas por la revista.
- Es sintético y adecuado al contenido.

Estructura

- El trabajo presenta una introducción que sintetice la idea, los objetivos, los antecedentes y el interés que puede tener el trabajo.
- El desarrollo del trabajo sigue una secuencia lógica, sobre la base de argumentos fundamentados y de los objetivos formulados.
- El trabajo contiene dibujos, cuadros sinópticos, diagramas, mapas, esquemas que lo enriquecen, al aclarar visualmente algunos detalles que pueden resultar más difíciles de considerar, si solamente figuran por escrito.
- Las conclusiones responden al propósito del trabajo y destacan los resultados obtenidos.
- Las conclusiones subrayan el aporte original del trabajo realizado.
- El trabajo significa un avance original sobre lo ya conocido, en relación con su temática.
- Está escrito en un lenguaje claro y preciso.
- El trabajo es un aporte a la difusión pedagógico-didáctica del tema tratado.
- Si existen las notas aclaratorias (al final del artículo), las mismas esclarecen conceptos vertidos.
- Las referencias son adecuadas, actualizadas y respetan el formato indicado.

Gráfica

Habrà una evaluación del material enviado, para corregir y de ser necesario, se deberán cambiar imágenes, gráficos, tablas, etc.

Dictamen

Considerados estos aspectos generales, los Evaluadores pueden realizar las siguientes observaciones o sugerencias:

- No aprobación, fundamentando su juicio.
- Aprobación, sugiriendo que el trabajo se publique tal cual ha sido presentado, puesto que no hay correcciones que los autores deban realizar.
- Aprobación, aconsejando algunas correcciones a los efectos de su publicación.



Foto: Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Entre Ríos



*La RADI fue declarada de interés
para la comunicación social, la
ciencia y la educación por la
Legislatura de la Ciudad
Autónoma de Buenos Aires*