

ISSN 2314-0925

Revista Argentina de Ingeniería

Publicación del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina
Año 5 - Volumen 10 - Octubre de 2017





COMITÉ EJECUTIVO 2016-2017

CUENCA PLETSCH, Liliana R

Presidente
Decana UTN – FRRe
presidente@confedi.org.ar

GENTILETTI, Gerardo Gabriel

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

GIORDANO LERENA, Roberto

Secretario General
Decano UFASTA – FI
secretariogeneral@confedi.org.ar

DEL GENER, Jorge Omar

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

PAGANI, Sergio

Presidente Saliente
Decano UNT – FCEyT
presidentosaliente@confedi.org.ar

LISCOVSKY, Pablo

Presidente Comisión de Ciencia, Tecnología
Decano UTN-FRN
cienciaytecnologia@confedi.org.ar

GARIBAY, María Teresa

Presidente Comisión de Enseñanza
Decana UNR – FCEyN
ensenanza@confedi.org.ar

BERARDI, Omar Enrique

Presidente Comisión de Interpretación y
Reglamento
Decano UTN – FRP
reglamento@confedi.org.ar

GARCÍA, José Luis

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

PASCAL, Oscar

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

SOSA, Miguel Ángel

Presidente Comisión ad-hoc de Relaciones
Interinstitucionales e Internacionales
Decano UTN – FRD
internacionales@confedi.org.ar

LOMBERA, Guillermo

Presidente Comisión ad-hoc de Extensión y
Transferencia
Decano UNMdP – FI
extension@confedi.org.ar

MORAN, Daniel

Presidente Comisión ad-hoc de Nuevos
Alcances de Carreras de Ingeniería
Decano UNSL – FICA
nuevosalcances@confedi.org.ar

DE VINCENZI, Marcelo

Miembro Titular Órgano de Fiscalización
Decano UAI – FI
fiscalizacion@confedi.org.ar

AUTORIDADES RADI 2017

Director

Néstor Ortega

Departamento de Ingeniería
Universidad Nacional del Sur

Secretaría Ejecutiva

Mercedes Montes de Oca

Consejo Federal de Decanos
de Ingeniería de Argentina

Editor

Alfredo Pintos

Paraná. Entre Ríos

CONSEJO EDITORIAL

Gabriel Gentiletti

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Entre Ríos

Sergio Pagani

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Universidad Nacional de Tucumán

Marcos Actis

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de La Plata

Jorge Pilar

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional del Nordeste

Roberto Giordano Lerena

Facultad de Ingeniería. UFASTA

Ing. Pablo Liscovsky

Facultad de Regional Neuquén
Universidad Tecnológica Nacional

Ing. Guillermo Lombera

Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata

EDITORES ASOCIADOS

Ariel A. Braidot (UNER)

Eduardo A. Romero (UTN - FRVM)

José A. Cano (UNR - FCEIA)

Marcelo J. Karanik (UTN - FRR)

Marcelo T. Piovan (UTN - FRBB)

Roberto E. Cáceres (UNSJ - FI)

Elena B. Durán (UCSE - FMA)

Liz G. Nallim (UNSa - FI)

Rosanna Costaguta (UNSE - FCEyT)

Susana L. Vidales (UNL - DT)

Fernando O. Martínez (UNR - FCEIA)

Gloria E. Alzugaray (UTN - FRSF)

Silvia del Carmen Rodríguez (UNSE -
FCAyA)

RADI - Revista Argentina de Ingeniería

Publicación del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina - ISSN 2314-0925

Año 5 - Volumen 10 - Octubre de 2017

COMITÉ DE EVALUADORES

Acevedo, Rubén Carlos - UNER - FI
Aguirre, Roberto Jorge - UNLu-DT
Albanesi, Eduardo Aldo - UNER - FI
Aldalur, Beatriz - UNSur - DI
Alzugaray, Gloria Elena - UTN - FRSF
Ardissone, Daniel Enrique - UNSL - FI
Braidot, Ariel A. A. - UNER - FI
Cáceres, Roberto Edgar - UNSJ - FI
Cano, José Angel - UNR - FCEIA
Cayssials, Ricardo Luis - UTN-FRBB
Chamorro, Ester R. - UTN-FRRe
Cirera Eduardo - UNNE - FI
Costaguta, Rosanna N. - UCSE - FMA
Cuenca Pletsch Liliana R. - UTN - FRRE
Depettris, Carlos A. - UNNE - FI
Di Paolo, José - UNER - FI y UTN - FRSF
Durán, Elena Beatriz - UCSE - FMA
Elaskar, Sergio - UNC - FCFyN
Escalante, Mario Raúl - UTN - FRCU
Faggi, Ana - UFlo - FI
Fernández, Sandra - UNS - DI
Francisca, Franco Matías - UNC - FCFyN
Garassino Sergio - UNaM - FI
Godoy, Luis Augusto - UNC - FCFyN
Gramajo Sergio - UTN - FRRE
Guarnieri, Fabio Ariel - UNER - FI
Hueda, Mario Rafael - UNC - FCFyN
Karanik, Marcelo J. - UTN - FRRe
Kowalski Víctor - UNaM - FI
La Red Martínez, David - UNNE - UTN FRRe
López Sardi, Estela M. - UP - FI
Lorefice, Ricardo H. - UNSE FCEyT
Machado, Sebastián P. - UTN - FRBB
Marchisio, Susana Teresa - UNR - FCEIA
Martínez, Fernando O. - UNR - FCEIA
Medina, Mabel A. - UNR - FCEIA
Möller, Oscar - UNR - FCEIA
Nallim, Liz Graciela - UNSA - FI
Nicola Siri, Leonardo Cristián - UNER - FI
Ortega Néstor - UNS - DI
Pérez, Carlos Alejandro - UTN - FRRe
Pérez, Raúl César - UTN - FRM
Pilar, Claudia Alejandra - UNNE - FI
Pilar Sonia A. - UNNE - FI
Piovan, Marcelo Tulio - UTN - FRBB
Preidikman, Sergio - UNC - FCFyN
Puliafito, Salvador Enrique - UTN - FRM
Redolfi, Emilio Roque - UNC - FCFyN
Robles, Sandra I. - UNSur - DI
Rodríguez, Silvia del Carmen - UNSE - FAyA
Roibón María José - UNNE - FI
Romero, Eduardo Abel - UTN - FRVMa
Ruberto Alejandro R. - UNNE - FI
Rufiner Di Persia, Hugo L. - UNER - FI
Sampallo, Guillermo Manuel - UTN - FRR
Sapag, Luis - UTN - FRN
Sauchelli, Victor Hugo - UNC - FCFyN
Schiavon, María Isabel - UNR - FCEIA
Sobrero, María T. - UNSE - FA y A
Todorovich, Elías - FASTA
Toncovich, Adrian - UNSur - DI
Torres, María Eugenia - UNER - FI
Tymoschuk, Ana Rosa - UTN - FRSF
Vera, Luis - UNNE - FACENA
Vidales, Susana Leontina - UNLu - DT
Zavala, Gustavo Rubén - UNNE - FI
Zemba, Guillermo Raúl - UCA - BA

CONFEDI

Ayacucho 132, 1ª (C1025AAD) CABA - Tel: 54 11 4952 4466

www.confedi.org.ar - radi@confedi.org.ar - Twitter: @confediok - FaceBook: confedi

Índice de Contenidos

Secciones Permanentes

9	EDITORIAL RADI, pasado, presente y futuro. Néstor F. Ortega - Liliana Cuenca Pletsch
11	OPINIÓN La ingeniería y los ingenieros de hoy Alejandro Ceccatto
13	PROYECTOS El CONFEDI y las Redes de Carreras de Ingeniería Pablo Recabarren. Omar Berardi. Roberto Giordano Lerena. Uriel Cukierman
18	TEMAS DE INGENIERÍA La formación de ingenieros. Nuevos estándares de acreditación de carreras. Gustavo Lores
22	DESARROLLO TECNOLÓGICO Y TRANSFERENCIA Obtención de combustible por cracking térmico de plásticos Lilian Cejas. Héctor Beck. Alejandro Torres. Gabriel Cerda. Raúl Espinosa. Daiana Lizarrondo. Gabriela Shell. Daniela Vázquez.
27	INGENIERÍA EN ARGENTINA. Doctorados en Ingeniería Alejandro Ceccatto
31	INGENIERÍA IBEROAMERICANA VII Encuentro del Capítulo Latinoamericano del Global Engineering Deans Council (GEDC-LATAM) 2017 Miguel A. Sosa - Adriana V. Fea
37	AGENDA DE INGENIERÍA El nacimiento de la práctica profesional supervisada (PPS) María Cristina Pacino
42	Agenda RADI 2017-2018 Roberto Giordano
43	HISTORIAS Y ANÉCDOTAS DEL CONFEDI. La Ciencia geomática presente y futuro Edgardo Fabian Irassar
Artículos seleccionados del CoNallSI 2016	
46	Herramienta para el desarrollo de habilidades de programación en estudiantes no videntes María Julia Blas- Diego García Lozano - Marta Castellaro
57	Clasificación Automática de Textos Periodísticos Usando SVM C. Javier Izetta Riera - Juan G. Salinas
66	Modelado conceptual basado en ontologías de información geográfica. Estrategia basada en una meta-ontología geoespacial Tolaba, Ana Carolina - Caliusco, Ma. Laura - Galli, Ma. Rosa

Artículos presentados a la RADI

75	La sociedad del conocimiento: actores clave para el desarrollo del país. Mónica Cecilia Gómez
84	Animaciones, vídeos y códigos: herramientas para mejorar la comprensión de conceptos científicos. Nancy Edith Saldis - Marcelo Martín Gómez - Carina Colasanto Claudia Carreño Maximiliano González - Gonzalo Barbero
95	Políticas de Formación de Ingenieros en la Argentina entre 2002-2014 Fabiana Grinsztajn - Carlos Lerch
105	Fortalecimiento de la Vinculación Tecnológica: la oferta científico-tecnológica Laura Zanitti - Vanesa Bangert - Luciano Scardanzan
112	Factibilidad económica para la recuperación de agua pluvial a nivel residencial Luis E. Fauroux - Pablo A. Espiñeira - Omar J. Degaetani - Ricardo González - Fernando N. Martin Campo - José O. Mansilla
123	Análisis de la Internacionalización en la Facultad de Ingeniería UNNE Mario E. De Bortoli - José L. Basterra - Jorge O. Marighetti
133	Dispositivos de detención a nivel predio para mejorar sistemas de desagües pluviales urbanos Ángel Florencio Queizán - Osvaldo Guillermo Mena - Alicia Lilian Gamino Rubén Oscar Fittipaldi - Florencia Carla Palmitano Rodríguez - Paola Soledad Cedrik - Franco Leonel Gimenez - Juan María Urruspuru - Juan Cruz Amprimo Lucas Emanuel Morgante - Maribel Gonzalez
142	Competencias profesionales en la fabricación de productos médicos en Argentina. Agustín S. Carlevaro - Álvaro Monzón Wyngaard - Jorge E. Monzón
152	El caso del Proyecto transdisciplinario DTEC-UNSE. Resultados del primer año Florencia Frau - Florencia Salinas - Jorge Nelson Leguizamón Carate - Ada Albanesi
160	Regulador con Control Automático- Observación de la Estabilidad en Prótesis Mioeléctricas Carlos Álvarez Picaza - María Inés Pisarello - Julián Ignacio Veglia Jorge Emilio Monzón
169	PAUTAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS.
172	TALON DE SUSCRIPCIÓN

EDITORIAL

RADI, pasado, presente y futuro

Con mucha satisfacción presentamos a la gran familia de la Ingeniería de nuestro país y de Iberoamérica, al número 10 de la Revista Argentina de Ingeniería (RADI), que es la publicación periódica del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina (CONFEDI).

Con la presentación a la comunidad de este número, se produce la despedida de la actual Presidente de CONFEDI, después de un año de muy arduo trabajo, que se inició en el Plenario de Resistencia (Octubre, 2016) donde se aprobó un documento con los resultados de la evaluación del impacto de los programas vinculados con la formación de ingenieros. Como consecuencia de este trabajo, las Facultades de Ingeniería asumimos el compromiso, y el gran desafío, de elaborar una propuesta de nuevos estándares para las carreras de ingeniería. El documento general de nuevos estándares, que fue aprobado en el Plenario de CONFEDI realizado en Oro Verde, en mayo de este año, se basa en la convicción de que el antiguo paradigma de formación de profesionales, basado en la enseñanza como simple esquema de transferencia de conocimiento, ha sido reemplazado por un paradigma centrado en el alumno, en su proceso de aprendizaje y en la acreditación de competencias, más que en la enseñanza, los contenidos y las horas presenciales. Este cambio de paradigma exige que los planes de estudio se basen en el perfil del graduado y las competencias esperadas de egreso, y requiere una fuerte transformación de las Facultades de Ingeniería que involucra a la docencia, la investigación, la extensión y la gestión.

En la apertura del Congreso Latinoamericano de Ingeniería llevado a cabo en Paraná (Entre Ríos), desde la Presidencia del CONFEDI me atreví a compartir el texto de una carta que un ex prisionero de un campo concentración nazi (de apellido Novinsky) escribió a un profesor, y que me sugirieron incluyera en esta Editorial: "Querido Profesor: Soy un sobreviviente de un campo de concentración. Mis ojos vieron lo que ningún ser humano debería testimoniar: cámaras de gas construidas por ingenieros ilustres, niños envenenados por médicos altamente especializados, recién nacidos asesinados por enfermeras diplomadas, mujeres y bebés quemados por gente formada en escuelas, liceos y universidades. ... Por eso, querido profesor, dudo de la educación y le formulo un pedido: ayude a sus estudiantes a volverse humanos. Su esfuerzo, profesor, nunca debe producir monstruos eruditos y cultos, psicópatas y Eichmans educados. Leer y escribir son importantes solamente si están al servicio de hacer a nuestros jóvenes seres más humanos".

Desde el CONFEDI hemos tomado nota de los desafíos que debe asumir la Ingeniería, para aportar al Desarrollo Sostenible e iniciamos el proceso de transformar nuestras Instituciones, para sostener el liderazgo en la región y formar los profesionales capaces de ser la palanca que rompe el molde, tecnológicamente competentes, innovadores, emprendedores, comprometidos con la sociedad a la que sirven, con la paz y con el ambiente.

Por otra parte, en este número de RADI se produce el ingreso de un nuevo Director de la misma, que ya estuvo vinculado a la revista, como integrante y luego Presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología de CONFEDI. Aprovechamos la oportunidad para agradecerle al Dr. Ing. Jorge Pilar, Director saliente de RADI, todo el trabajo y responsabilidad que puso en

los años que estuvo a cargo de la misma, aún después de haber finalizado su mandato como Decano. Seguramente, el vínculo con RADI se mantendrá y continuará colaborando, no solo con la revista, sino también con el CONFEDI.

Al igual que en la mayoría de los números anteriores, en éste se presentan algunos trabajos seleccionados de CoNaIISI 2016 - Congreso Nacional de Ingeniería Informática - Sistemas de Información, en tanto que la mayoría de los artículos que se publican han sido seleccionados del Congreso Latinoamericano de Ingeniería - CLADI 2017. Cabe acotar que para la publicación en la revista se permitió a los autores ampliar la publicación, de las 4 págs. como máximo permitidas por el CLADI a 8 págs., con el fin de presentar con mayor profundidad su trabajo. Ello habilitó también a modificar el título del artículo para su publicación en RADI.

Por su parte, las secciones permanentes de la RADI dan cuenta del presente y futuro de la Ingeniería y sobre la formación de las próximas generaciones de ingenieros en Argentina e Iberoamérica.

Nos interesa ratificar que nuestro desafío es que RADI continúe creciendo, con la misma o más fuerza que tuvo en sus primeras 10 ediciones. Este es el compromiso de todo el equipo que trabaja en RADI, como medio de difusión de CONFEDI y de la Ingeniería Argentina.

Estimados amigos y colegas, con gusto y orgullo presentamos a ustedes el número 10 de la RADI. Esperamos que esta nueva edición de nuestra revista, que es un humilde aporte de CONFEDI, les sea de utilidad, al igual que los números anteriores y los que vendrán.

Néstor F. Ortega
Director de RADI

Liliana Cuenca Pletsch
Decana UTN. Facultad Regional Resistencia.
Presidente del CONFEDI

OPINIÓN

La ingeniería y los ingenieros de hoy

Alejandro Ceccatto

Presidente del CONICET
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

Está claro que no puedo arrogarme el derecho de hablar de la Ingeniería como si fuese un miembro pleno de la comunidad, ya que no soy ingeniero. Mi primer acercamiento al área fue como profesor de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario (soy docente allí desde que era estudiante, hace casi 40 años ya). También en el CIFASIS (Centro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas), Centro CONICET-UNR que dirigí, hay ingenieros electrónicos que trabajan en cuestiones de informática -multimedia, control y ese tipo de temas, es decir que siempre he tenido un acercamiento a la ingeniería.

Yo creo que el nivel de la ingeniería en la Argentina es muy bueno. Y puedo contar una anécdota que refleja eso: a principios de los años 2000 mi grupo de investigación integraba una Red Alfa de la Unión Europea, que es una red donde participan normalmente tres países europeos y tres países latinoamericanos que presentan un proyecto y se financian intercambios, se hacen reuniones periódicas de los distintos grupos centradas en algún proyecto de investigación, etc. En este caso, era una red más bien de ingeniería porque participaban, entre otras, la Universidad Politécnica de Madrid, el Instituto de Mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Clausthal, Alemania, etc. En razón de esa proximidad hice venir a Rosario a un ingeniero alemán a dar un curso sobre alguna cuestión tecnológica. El curso duró dos semanas, y recuerdo que al finalizar le pedí al profesor visitante una

opinión de lo que había observado en la ingeniería argentina a través de esa experiencia. Y su opinión creo que es muy contundente; me dijo: “los chicos que estuvieron cursando, cuando uno les pide calcular una transformada de Fourier son mejores que un ingeniero alemán; ahora, cuando uno les da un voltímetro ya se empiezan a complicar”. Esa fue su opinión. Yo creo que nuestros ingenieros tienen una formación teórica excelente, muy buena, pero les falta práctica.

Más allá de esto, son excelentes y mi visión respecto a la ingeniería no difiere mucho respecto a la que tengo de cualquier otra disciplina. Creo que debemos generar un compromiso: quien llega a un nivel de capacitación tan alto a través de fondos públicos tiene que sentir un compromiso social por lo que ha recibido, pero no creo que los ingenieros difieran en esto de un físico o un químico.

No obstante, cuando pienso en las particularidades de la ingeniería, yo identificaría una cuestión de responsabilidad del ingeniero que creo la tiene un poco abandonada. El ingeniero debería haber sido el profesional por excelencia que genere empresas de base tecnológica y dé trabajo de calidad, y esto en nuestro país no ocurre. Estas empresas las hacen los contadores, los abogados, etc. Los ingenieros abandonaron el emprendedorismo. Los iniciadores de las empresas de base tecnológica no son ingenieros, aun cuando estos son los profesionales más capacitados para hacerlo.

Mi visión desde hace mucho tiempo atrás cuando empecé como docente en la Facul-

tad es la visión de alguien de fines de los '70, donde todavía los ingenieros que se formaban tenían una cierta pasión por la ingeniería. Después hubo un período que no sé si fue en los '90 o cuándo, donde los chicos que iban a ingeniería tenían más interés por vestirse de "cuello blanco" y ser gerentes que por ser ingenieros de desarrollo. La aspiración en alguna época era crear su propia empresita; mi suegro, por ejemplo, creó una empresa de ingeniería civil; el que era ingeniero electrónico se ponía un taller, y cada uno trataba de armar su pequeño emprendimiento. En los últimos años, en cambio, parece que quieren ser empleados y si es posible de una empresa multinacional. La ingeniería es lo más débil que tiene el Conicet en estos momentos, pero las dos cosas van de la mano: para poder generar un espíritu emprendedor del ingeniero uno debería tratar durante la carrera de recuperar esa pasión por la ingeniería. En ese sentido, es distinto lo que ocurre en informática, en computación, los chicos que salen de ingenierías en sistemas o licenciaturas salen con la pasión de la computación y muchos de ellos, aún dentro de empresas, resignan puestos de dirección de personal para seguir haciendo lo que les gusta. En cambio el ingeniero me da la sensación que lo que quiere es ser jefe de sección, gerente o que los asciendan lo más rápido posible y no meter más la manos en la "masa". Yo no sé si esto es así o es sólo una percepción mía; si sé que al generalizar seguro estoy ofendiendo a muchos jóvenes ingenieros y les pido disculpas por ello.

PROYECTOS

EL CONFEDI y las Redes de Carreras de Ingeniería

Pablo Recabarren¹

Omar Berardi²

Roberto Giordano Lerena³

Uriel Cukierman⁴

¹Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba

²Decano de la UTN - Facultad Regional Paraná

³Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad FASTA

⁴Director del Centro de Investigación e Innovación Educativa de la UTN - Facultad Regional Buenos Aires

UN POCO DE HISTORIA

En 1855, en la Universidad de Buenos Aires, se aprueba la creación de la primera carrera de ingeniería de Argentina. Su dictado comenzó en 1865 y en 1870 se graduó el primer grupo de ingenieros civiles, entre los que se destacó Luis Huergo. Se los conoce familiarmente como los “doce apóstoles de la ingeniería”. La carrera por entonces abarcaba en su campo disciplinar, conocimientos que posteriormente identificaron carreras que surgieron como escisiones de aquella, como agrimensura y arquitectura.

Desde entonces a la actualidad, con el crecimiento y la diversificación, la ingeniería experimentó una rápida evolución, en función de la necesidad de aportar soluciones a nuevos campos disciplinares, producto del desarrollo tecnológico. Así, la Ingeniería tuvo una importante expansión epistémica, incorporando saberes propios de una gran cantidad de espacios de conocimiento, con sus

respectivas actividades profesionales, típicamente productivas y de servicios.

Actualmente se reconocen más de 40 carreras de ingeniería en nuestro país, aunque son 28 las incluidas en la nómina de carreras reguladas por el estado, o “del artículo 43” de la Ley de Educación Superior. De entre ellas, 24 son dictadas por facultades miembros del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI.

Como consecuencia de la sanción en 1995 de la Ley 24521, ó Ley de Educación Superior, en adelante simplemente LES, surgió la necesidad de que algunas carreras debían ser reguladas por el Estado y cumplir con estándares de calidad, los que se evaluarían mediante procesos de acreditación a cargo de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria ó CONEAU.

Ante la necesidad de establecer tales estándares, se homogenizaron las titulaciones, primero, y luego, se elaboraron documentos

como el Libro Verde de CONFEDI, debiendo apelarse a la participación de expertos de las diferentes carreras de ingeniería. Este trabajo, que viera la luz en 2001, fue la base para diferentes Resoluciones Ministeriales, como la ME 1232/01, por mencionar la que más carreras de ingeniería abarca, y otras, que rigen hasta la actualidad, los procesos de acreditación de las carreras de ingeniería.

Se revela así la necesidad de contar con bancos de expertos en las áreas disciplinares propias de las diferentes carreras de ingeniería. La agrupación de referentes de carreras de diferentes unidades académicas ha ido conformando naturalmente, lo que hoy llamamos *redes de carreras*. Estas estructuras se generalizaron, existiendo hoy redes de una gran cantidad de carreras, además de las de ingeniería, aunque nos referiremos particularmente a estas últimas.

Las motivaciones para conformar redes son diversas, aunque siempre de índole académica. De allí que se cuente con redes propias de cada terminal y con redes temáticas, orientadas a problemáticas disciplinares más específicas, como es el caso de la Red Universitaria de Sistemas Embebidos RUSE, de conformación transversal a carreras que incorporan en su currícula saberes de electrónica digital, software, etc., o la recientemente creada Red Universitaria de Informática Forense – Red UNIF, enfocada en problemáticas vinculadas a la forensia digital, ciberseguridad y cibercrimen.

UN ANTECEDENTE IMPORTANTE

A partir del año 2013, el Consejo Interuniversitario Nacional, se abocó a la revisión de las *actividades reservadas* de las carreras incluidas en la nómina del artículo 43, aprobando en 2016, la Res. CIN CE 1131/16, en la que se proponen las actividades reservadas de 48 terminales de grado, entre las que se incluyen Ingeniería Aeronáutica, Ambiental, Automotriz, Biomédica o Bioingeniería, Civil, Eléctrica/Electricista, Electromecánica, Mecánica, Electrónica, en Telecomunicaciones, en Alimentos, en Agrimensura, en Computa-

ción, en Materiales, en Minas, en Petróleo, en Sistemas de Información/Informáticos, Ferroviaria, Hidráulica e Hídrica, Industrial, Mecatrónica, Metalúrgica, Nuclear y Química, las que son de alcance del CONFEDI, además de otras terminales como las Ingenierías Agronómica, Zootecnista, Forestal, Medicina, Contador, y muchas más.

En esa oportunidad, el CIN trabajó solamente con algunos referentes de las diferentes universidades de gestión pública, nucleados en el denominado Grupo de Construcciones e Industria, de carácter asesor, el cual no contaba con expertos de la totalidad de las diferentes carreras de ingeniería, evidenciándose la necesidad de contar con espacios de consulta específicos de las diferentes carreras.

La experiencia demostró tal debilidad, y los miembros de la comisión debieron realizar numerosas consultas, no institucionales, y en forma particular, para poder llevar adelante la tarea encomendada.

Es importante subrayar que el CIN está conformado por los rectores de las universidades de gestión pública, siendo un cuerpo no conformado desde lo epistémico. El trabajo del CIN suele ser llevado adelante por los secretarios académicos de las universidades, con idéntica debilidad desde lo disciplinar. El universo de secretarios académicos de universidades de gestión pública no incluye representantes de todas las disciplinas, teniendo la ingeniería, en su conjunto, muy pocos miembros en tal espacio.

Debe señalarse, además, que no todas las universidades dictan las mismas carreras de ingeniería, por lo que un trabajo de experticia conformado a partir de las estructuras de las universidades, implicaría una organización con excesiva cantidad de actores y sin la adecuada representación disciplinar. Basta mencionar como ejemplo, que la cantidad de carreras dictadas en instituciones asociadas a CONFEDI suman más de 400. Las redes de carrera dan respuesta a la necesidad de una adecuada organización, legitimada por su representatividad y experticia.

REDES DE CARRERAS

CONFEDI reconoce a las redes de carrera, como agrupaciones de referentes de diversas unidades académicas, de una misma terminal, o de terminales afines, agrupados en un espacio de discusión, coordinación y articulación de problemáticas propias de tal terminal. Se reconoce, además, a redes cuyas agrupaciones no obedecen a terminales específicas, sino a campos de conocimiento o de aplicaciones particulares, a veces transversales, como las ya mencionadas RUSE y Red UNIF.

En referencia a las redes de carreras, o sea aquellas conformadas en torno a una terminal específica, es deseable que como organización cumplan con una serie de características, a efectos de ser consideradas por CONFEDI como actoras fundamentales, cuyos aportes coadyuven a la toma de decisiones al más alto nivel académico, como ser expresiones de representatividad y legitimidad, disponer de mecanismos democráticos y abiertos de decisión, inclusión, experticia en su área disciplinar, representantes de gestión de las carreras avalados por sus decanos y alineadas siempre con uno de los objetivos de CONFEDI: la mejora permanente de la enseñanza de la ingeniería.

Se advierte la existencia de más de una decena de redes que, desde hace más de una década, contribuyeron de un modo fundamental a la elaboración de terminales, estándares, planes de estudio, adecuaciones, etc. Algunas de ellas cuentan con reconocimiento de CONFEDI, desde hace varios años. Algunas se conformaron a partir de actividades específicas, como congresos de cierta periodicidad, y otras, como espacios fundamentalmente de colaboración y concertación académica.

Justo es decir que las redes de carreras se muestran como ámbitos fuertemente corporativos, lo cual no debería ni sorprender ni generar suspicacias, ya que es propio de la naturaleza de su conformación. Tal actitud justifica adecuados mecanismos de moderación y articulación, cuando se trate de trabajar en cooperación con otras redes análogas.

EL DESAFIO DE LOS NUEVOS ESTÁNDARES

La tendencia internacional en el diseño de planes de estudio es el uso de competencias como horizonte formativo.

Hay un generalizado consenso en que el ingeniero no sólo debe saber, sino también, saber hacer, desarrollando aquellas competencias que debería poseer al momento de la graduación, como nivel de desarrollo propio del inicio de su trayectoria profesional.

CONFEDI tomó la importante y valiente decisión de elaborar nuevos proyectos de estándares, para las carreras de ingeniería, considerando el concepto de competencias, como pauta pedagógica para esos nuevos estándares, lo que implica una tarea difícil, de envergadura y no exenta de importantes discusiones, propias de la diversidad de opiniones, siempre enriquecedoras.

El primer paso fue la creación de una Comisión ad hoc, para la elaboración de los nuevos estándares, la que puso a consideración del Plenario de CONFEDI reunido en Oro Verde, en mayo de 2017, el documento "Marco Conceptual y Estándares de Acreditación de las Carreras de Ingeniería", en el que se incluyen las Competencias Genéricas de las ingenierías y una serie de aspectos o dimensiones a contemplar para el desarrollo institucional y de las carreras.

El documento fue presentado, discutido, consensuado y posteriormente aprobado, en esa histórica Sesión Plenaria, bajo la presidencia de la Ing. Liliana Cuenca Pletsch, lográndose el acuerdo de unas 70 unidades académicas presentes.

La etapa siguiente es la de la elaboración de los estándares específicos de cada terminal. Para esto, el CONFEDI convocó a participar a las redes de carreras, reconociendo así su experticia en referencia a cada terminal.

RELEVAMIENTO DE REDES

Al efecto de un relevamiento previo, el Comité Ejecutivo de CONFEDI constituyó una Comisión ad hoc. A partir del relevamiento,

se pretendió articular la conformación de redes de carrera para la totalidad de las terminales, que estarán incluidas en los nuevos estándares.

Se procedió así a organizar grupos de representantes de las diferentes unidades académicas, para cada terminal, vincularlos entre sí, e instarlos a comenzar el trabajo en red, con miras a disponer de las redacciones de las competencias específicas para su aprobación, en el segundo plenario de 2017, para fines de octubre, en la ciudad de Mar del Plata.

Alrededor de 60 unidades académicas, con 240 representantes de las universidades de 26 terminales respondieron a la convocatoria a organizarse en redes de carreras, identificándose un total de 11 redes, incluyendo el FODAMI (Foro Docente de Área Mecánica de las Ingenierías). La mayoría de éstas están activas, algunas reconocidas por CONFEDI y otras recientemente creadas.

Se observaron diferentes situaciones como la identificación de 11 terminales sin red, como las Ingenierías Eléctrica/Electricista, en Telecomunicaciones, Metalúrgica, en Minas, en Petróleo, Nuclear, en Recursos Hídricos ó Hidráulica/Hídrica, en Materiales, en Automatización y Control Industrial, en Energía, en Transporte, Ferroviaria, Naval, Azucarera y Automotriz. En este último listado hay terminales que no están en la nómina del artículo 43 de la LES, como Ingeniería Azucarera, en Automatización, Ferroviaria y Naval. Algunas de estas terminales tienen su aprobación ministerial en trámite de reconocimiento, otras aún no han comenzado tal tramitación y algunas de ellas están en la nómina, pero todavía no han constituido red.

El hecho más auspicioso, derivado del llamado a conformar redes, es la importante cantidad de redes que se están constituyendo. A la fecha, se han conformado 12 nuevas redes de carreras, y se espera que, en un breve plazo, todas las terminales de unidades académicas asociadas al CONFEDI tengan su red específica.

Por otra parte, algunas carreras que se

nucleaban alrededor de redes activas de carreras afines decidieron conformar redes propias, como es el caso de FODAMI, que incluía Ingeniería Mecánica y Electromecánica, pero que posteriormente decidieron conformar dos redes específicas para cada terminal. Ingeniería Mecánica conformó la red FoDAMEC e Ingeniería Electromecánica, la RIEM, exclusivas de cada terminal.

Existen situaciones particulares, con terminales dictadas en pocas unidades académicas, como Ing. Nuclear, Automotriz, Metalúrgica, Azucarera y Ferroviaria y otras que a pesar de no estar en la lista de terminales de la Res. CIN 1131/16, han decidido avanzar en la definición de proyectos de estándares en vistas a la futura finalización de las tramitaciones de reconocimientos ministeriales como es el caso de Ing. Naval, e Ing. en Transporte.

A la fecha de realización de la reunión de Comité Ejecutivo de CONFEDI del mes de septiembre de 2017, la situación de las diferentes redes puede resumirse en el siguiente listado. Del mismo se desprende que existían 11 redes previas a la convocatoria para el trabajo de elaboración de proyectos de estándares, incluyendo a FoDAMI, y se crearon 12 redes nuevas, de terminales del listado de la resolución CIN 1131/16, las que están trabajando en sus competencias específicas respectivas.

Tabla 1. Redes/Asociaciones de carreras, existentes y recientemente creadas.

	Terminal	Red	
Existentes:			
1	Ing. Aeronáutica	RUIA	Red Univ. de Ing. Aeronáutica
2	Ing. Biomédica Bioingeniería	BioRed	
3	Ing. Civil	CODIC	Consejo de Directores de Carreras de Ing. Civil
4	Ing. Electrónica	RUIE	Red Universitaria de Ingeniería Electrónica
5	Ing. en Agrimensura	CONEA	Consejo de Escuelas de Agrimensura
6	Ing. en Alimentos	AUSAL	Asociación Univ. del Sector Alimentario
7	Ing. Industrial	AACINI	Asociación Argentina de Carreras de Ing. Industrial
8	Ing. Química	CODIQ	Consejo de Directivos de carreras de Ing. Química
9	Ing. Informática/ en Sistemas de Información	RIISIC	Red de carreras de Ing. en Informática y en Sistemas de Información del CONFEDI
10	Ing. en Computación	RUNIC	Red Universitaria Nacional de Ingeniería en Computación
Recientemente creadas o en proceso de creación:			
11	Ing. Ambiental	RUDIA	Red Universitaria de Ing. Ambiental
12	Ing. Eléctrica/ Electricista	RedEL	Red de Ing. Eléctrica/Electricista
13	Ing. Electromecánica	RIEM	Red de Ing. Electro-Mecánica
14	Ing. en Materiales	RiMat	Red de Ing. en Materiales

15	Ing. Mecánica	FoDAMI	Foro Docente del Área Mecánica de las Ingenierías
16	Ing. Mecatrónica	RADIM	Red Argentina de Ing. Mecatrónica
17	Ing. en Minas	RedMin	Red de Ing. en Minas
18	Ing. en Petróleo	RUP	Red de Universidades Petroleras
19	Ing. Hídrica/ Hidráulica	RADHIR-HI	Red Argentina de Ing. Hidráulica y Recursos Hídricos
20	Ing. Ferroviaria	RAIF	Red Argentina de Ing. Ferroviaria
21	Ing. Nuclear	*	
22	Ing. en Telecomunicaciones	*	

(*) *En proceso de creación al cierre de esta edición*

CONCLUSIONES

La existencia de las redes de carreras trasciende la circunstancia de la convocatoria a trabajar en la elaboración de los nuevos proyectos de estándares de ingeniería, demostración de lo cual, es la existencia previa e importante actividad desarrollada de un número importante de ellas. Debe destacarse la relevancia del rol de las mismas, como asesoras y generadoras de insumos necesarios para la toma de decisiones relacionadas con las terminales de ingeniería.

No menos importante es el vínculo que las redes mantienen con CONFEDI, el que puede tener diferentes características.

Independientemente del formato de este vínculo, la existencia de las redes asegura contar con ámbitos de discusión, imprescindibles para avanzar en muchos de los procesos de transformación decididos por el Consejo, en vistas a la actualización y mejora de los diferentes aspectos de la enseñanza de la ingeniería en el país, como objetivo fundamental del CONFEDI.

TEMAS DE INGENIERÍA

La formación de ingenieros: Nuevos estándares de acreditación de carreras

Gustavo Lores

Decano de la Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Jujuy

EL PLAN ESTRATÉGICO DE FORMACIÓN DE INGENIEROS 2012-2016 (PEFI)

El PEFI fue un plan estratégico diseñado para potenciar la formación de ingenieros impulsado por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación y tuvo como objetivo central incrementar la cantidad de graduados.

Tomando como referencia los datos el año 2009, se fijaron metas de incremento en el número de nuevos ingenieros por año de un 50% para 2016 y de un 100% para 2021. En términos de habitantes por cada nuevo Ingeniero se buscó llegar a 4800 para 2016.

Si bien las tendencias durante los tres primeros años del proyecto (2012-2013) indicaban que se estarían alcanzando los objetivos, desde hace dos años no se publican los datos de Estadísticas Universitarias desde el Ministerio de Educación y Deportes, lo cual impide consolidar los valores nacionales.

En la mayoría de las Facultades de Ingeniería del país impactó positivamente, el programa, observándose un aumento sensible de la cantidad de egresados por año en cada una de las unidades académicas.

En el caso de Jujuy, se han superado las metas previstas para 2016, en cuanto al incremento de la cantidad de nuevos Ingenieros recibidos por año y, de mantenerse la tendencia, también se superará el objetivo en el 2021.

18



Total carreras de ingeniería en Argentina

Año	Habitantes	Habitantes por cada nuevo Ingeniero		Total de nuevos Ingenieros por año	
		Real	Objetivo PEFI	Real	Objetivo PEFI
2009	40.134.000	6.615	-	6.067	-
2012	41.733.000	6.323	-	6.600	-
2013	42.203.000	6.355	-	6.641	-
2014	42.980.026	5.346	-	8.040	-
2015	43.416.755	N/D	-	N/D	-
2016	43.847.000	N/D	4.818	N/D	9.101
2021	45.000.000	-	3.709	-	12.134

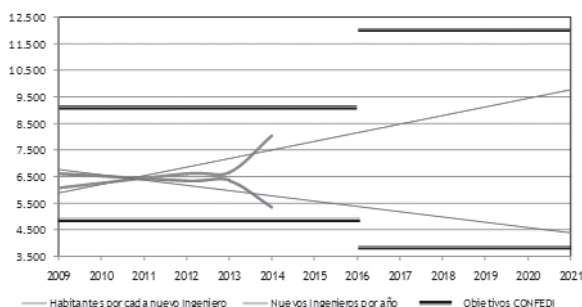
Total carreras de ingeniería en Jujuy

Año	Objetivo PEFI	Total de nuevos Ingenieros por año	
		Real	Incremento
2009	Base	17	-
2016	+ 50 %	35	+ 59 %
2021	+ 100 %	51 (*)	+ 200 %

(*) Estimado

Habitantes por cada nuevo ingeniero

Total nuevos ingenieros por año



La mejora de la tasa de graduación se logró como resultado de proponer y realizar acciones conjuntas y colaborativas, entre las Facultades de Ingeniería y la Secretaría de Políticas Universitarias.

A partir de 2016, se suspendieron todos los programas con financiamiento nacional, para la mejora en la enseñanza de las Carreras de

Ingeniería. El CONFEDI elevó a la Secretaría de Políticas Universitarias un pormenorizado informe de la aplicación de todos y cada uno de los programas específicos, convocados entre 2005 y 2015 y planteó la necesidad de sostener una política activa, en este sentido.

LA NORMATIVA VIGENTE: LOS ESTÁNDARES DE ACREDITACIÓN DE CARRERAS

El Ministerio de Educación y Deportes determina, en acuerdo con el Consejo de Universidades (CU), la nómina de títulos cuyo ejercicio profesional pudiera poner en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes (artículo 43° de la Ley de Educación Superior N° 24.521).

La acreditación de carreras de grado, por parte del único organismo de control nacional, la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), requiere de la aprobación previa de Estándares de Acreditación por parte del Ministerio de Educación y Deportes, en acuerdo con el Consejo de Universidades.

El lanzamiento de un proceso de acreditación de una determinada carrera, por parte de la CONEAU, requiere que el Ministerio de Educación y Deportes, en acuerdo con el Consejo de Universidades, establezca las actividades reservadas al título, al menos una, las cuales debe resultar declarada de interés público, la carga horaria mínima, los contenidos curriculares básicos, los criterios de intensidad sobre la formación práctica y los estándares de acreditación. La Resolución Ministerial que fija estos elementos, es la norma central para la acreditación de cada carrera.

A las Provincias, les concierne el poder de policía sobre el ejercicio de la respectiva profesión, aunque pueden delegarlo en Colegios Profesionales, lo que conlleva el control de que quienes pretendan acceder al ejercicio profesional, cuenten con el título universitario habilitante y, posteriormente, durante el ejercicio de la profesión, que se realice según las reglas propias de la misma.

Los títulos académicos acreditan conocimientos, capacidades y habilitan al ejercicio profesional y son otorgados de manera exclusiva y excluyente por las Universidades, según mandato constitucional (Art. 75° inc. 19).

Esos títulos habilitan a los profesionales a realizar actividades cuyos alcances son fijados por las propias Universidades, ya que éstas establecen los Planes de Estudio respectivos y, además, son las instituciones que tienen que velar por estar a la vanguardia del conocimiento científico. Esas actividades surgen de la competencia dada a las Universidades por el texto constitucional (Art. 75° inc. 19) y por la propia LES en sus arts. 26°, 27°, 29° y 42°, siendo el género que comprende a todas las titulaciones.

Sin embargo, dentro de las actividades profesionales, es posible identificar ciertas y determinadas actividades que, por involucrar riesgo directo, son consideradas actividades reservadas (art. 43° LES). No hay, en realidad, carreras o títulos de riesgo, sino que hay actividades de riesgo según establece la LES, siendo una especie dentro del género de actividades que los profesionales pueden realizar según su titulación.

Las únicas condicionalidades impuestas a las Universidades, a las atribuciones antes señaladas, son los contenidos curriculares básicos, carga horaria mínima y criterios de intensidad de la formación práctica y la acreditación periódica para las titulaciones que contengan actividades reservadas, pero no en razón del título, sino precisamente para resguardar los riesgos directos que involucran tales actividades.

LA ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE ACREDITACIÓN PARA CARRERAS DE INGENIERÍA

Los estándares vigentes para la mayor parte de las Carreras de Ingeniería datan de 2001. Desde hace un año, el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) ha decidido intervenir en forma directa, sobre la definición de los estándares de acreditación estableciendo las

actividades reservadas, para cada profesión.

Por ejemplo, en el caso de Ingeniería Civil, se aprobó la siguiente nómina (excluyente) de actividades reservadas, aprobadas por Resolución del Comité Ejecutivo del CIN N° CE 1131-16:

Comisión de Asuntos Académicos DOCUMENTO REVISIÓN DE ACTIVIDADES RESERVADAS

Resolución CE N° 1131/16 Buenos aires, 15 de marzo de 2016

INGENIERO CIVIL

1, Diseñar, calcular y proyectar estructuras, edificios, obras;

a) civiles y puentes, y sus obras complementarias e instalaciones concernientes al ámbito de su competencia;

b) de regulación, almacenamiento, captación, conducción y distribución de sólidos, líquidos y gases, riego, desagüe y drenaje, de corrección y regulación fluvial y marítima, de saneamiento urbano y rural, estructuras geotécnicas, obras viales, ferroviarias, portuarias y aeroportuarias.

2. Proyectar, dirigir y controlar la construcción, rehabilitación, demolición y mantenimiento de las obras arriba indicadas.

3. Dirigir y certificar estudios geotécnicos para la fundación de obras civiles.

4. Proyectar y dirigir lo concerniente a la higiene y seguridad en las actividades mencionadas.

5. Certificar al funcionamiento y/o condición de uso ca estado de lo mencionado anteriormente.

Partiendo de estas actividades reservadas, se deben determinar las competencias específicas que se deben formar en el graduado al momento de recibirse y, consecuentemente, producir el respectivo diseño curricular.

El 19 de mayo de 2017, el Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería de la República Argentina (CONFEDI) aprobó el Documento "Marco conceptual y definición de

estándares de acreditación de las carreras de ingeniería" en la 61° Asamblea Plenaria realizada en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Entre Ríos, en la ciudad de Oro Verde.

Se buscó consolidar un "Modelo de Aprendizaje Centrado en el Estudiante", definir un "Modelo de educación basado en competencias, contenidos, intensidad de formación práctica" y un sistema de transferencia de créditos. Además, se avanzó en fijar las "competencias de ingreso" a las carreras de Ingeniería.

Se acordaron cuatro dimensiones en la formación del Ingeniero, de modo de alcanzar las competencias buscadas en cada una de ellas.

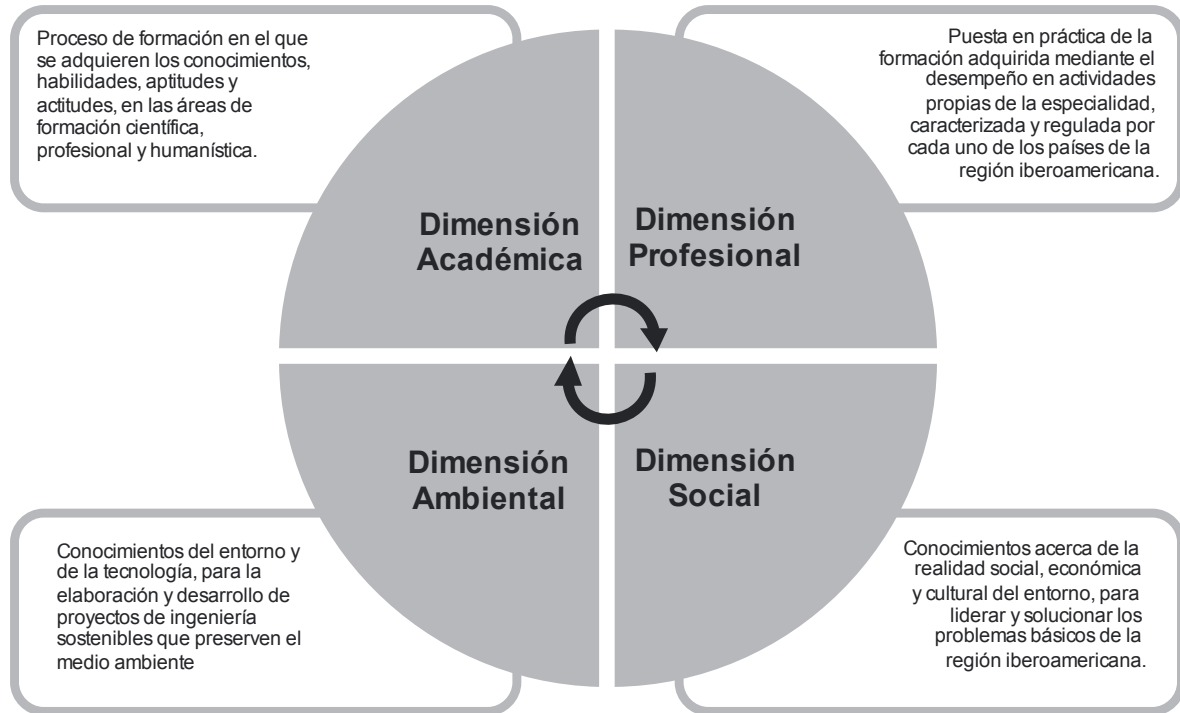
Se definieron las competencias requeridas para el ingreso a estudios universitarios de Ingeniería.

El núcleo del trabajo consistió en definir las competencias de egreso del Ingeniero Argentino, que finalmente fueron clasificadas en Genéricas (Tecnológicas y Sociales), Específicas y Laborales.

Estas competencias deben desarrollarse a lo largo de todas las carreras de ingeniería, en todas las terminales. Cada Facultad, en su marco institucional y del proyecto académico individual, determinará para sus carreras, la estrategia de desarrollo de las mismas.

Las competencias tecnológicas de egreso son: 1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; 2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería; 3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería; 4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería y 5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Las competencias sociales, políticas y actitudinales de egreso son: 1. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo; 2. Comunicarse con efectividad; 3. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el



contexto local y global; 4. Aprender en forma continua y autónoma y 5. Actuar con espíritu emprendedor.

Con relación a las competencias específicas, se debe lograr que el graduado posea los conocimientos especializados, las aptitudes y las actitudes necesarias para realizar labores concretas propias de una terminal.

Las instituciones deben garantizar el aprendizaje, para cada una de las actividades reservadas definidas para la terminal y verificar el cumplimiento, además, de la formación en el proyecto académico de la carrera, de los alcances de título que defina la institución, con la profundidad y calidad propia de un título de Ingeniero.

Las competencias específicas para cada carrera son las actividades reservadas aprobadas por el Ministerio de Educación y Deportes.

Entre las competencias laborales se incluyen aquellas que son la articulación de conocimientos, aptitudes y actitudes para el mundo del trabajo. Forman parte de la dimensión profesional definida en el perfil de ingeniero iberoamericano. Estas competencias refieren a la capacidad de una persona para aplicar

sus conocimientos a la resolución de problemas relacionados con situaciones del mundo laboral, a su destreza para manejar ciertas tecnologías y para trabajar con información, así como relacionarse con otros, trabajar en equipo, y a aspectos tales como responsabilidad, adaptabilidad, honestidad, creatividad.

Obtención de combustible por cracking térmico de plásticos

Lilian Cejas¹

Héctor Beck²

Alejandro Torres³

Gabriel Cerda⁴

Raúl Espinosa⁵

Daiana Lizarrondo⁶

Gabriela Shell⁷

Daniela Vázquez⁸

¹E-mail: lcejass@frn.utn.edu.ar

²E-mail: hbeck74@gmail.com

³E-mail: leoneltorres@copelnet.com.ar

⁴E-mail: gabrielfernandocerda@gmail.com

⁵E-mail: spinozautn@gmail.com

⁶E-mail: day.l_19@hotmail.com

⁷E-mail: gas0882@gmail.com

⁸E-mail: danielavazquez91@gmail.com

Universidad Tecnológica Nacional . Facultad Regional del Neuquén

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación se desarrolla en el ámbito de la Facultad Regional del Neuquén (FRN) de la Universidad Tecnológica Nacional, (UTN) sito en la ciudad de Plaza Huinca de la provincia del Neuquén, bajo la dirección de la Mg. Ingeniera Química Lilian Cejas y un equipo investigativo constituido por docentes investigadores, estudiantes y becarios.

Se apunta a la obtención de energía por la reconversión de residuos plásticos; específicamente combustibles (nafta y gasoil) promoviendo la diversificación de la matriz energética del país e impulsando el uso del cracking

térmico de polímeros de alto peso molecular. Lo que le confiere un alto valor agregado a los residuos, con una visión hacia un país industrializado, con profesionales que poseen responsabilidad social y ambiental. El proceso implica el reciclado de polímeros sintéticos, formados por largas cadenas de moléculas derivados del petróleo. Su desecho es una de las mayores amenazas para el medio ambiente debido a su baja degradabilidad y al hecho de que anualmente se producen cientos de toneladas que no tienen un fin específico. Se ha tomado como antecedente, el proceso desarrollado por la empresa japone-

sa Blest Company que ha implementado una máquina denominada la Caja Mágica con una conversión aproximada de 1 kilogramo de plástico por litro de combustible, reduciendo en un 80% las emisiones de dióxido de carbono.

DESARROLLO

En el presente trabajo investigativo se aborda un proceso de obtención de combustible, mediante craqueo térmico en el cual se plantean una serie de reacciones, a las que serán sometidos los residuos plásticos. Se plantean como principales variables operativas el control de la temperatura y el tiempo de residencia. Se diseñaron e implementaron reacciones químicas que tienen lugar a través de un mecanismo en cadena, en las que interviene los radicales libres - grupos de átomos que tienen electrones desapareados - que además sufren procesos en simultáneo de 3 tipos de a saber: reacciones de iniciación de cadena, de propagación de cadena, de terminación de cadena. Se conoce que los enlaces C-H presentan mayor energía de enlace (95, 89 y 85 cal/mol), según como sea el átomo de carbono.

Por otro lado, existen otras reacciones en cadena, donde se promueven por la presencia de los radicales libres muy reactivos que dan lugar a las reacciones de propagación, de activación, donde una especie radicalaria puede crear además otro radical libre distinto. En otro sentido, se presentan las reacciones de fisión β , son aquellas en las que el enlace C-C que se encuentra en posición β respecto al radical libre, el cual es un enlace débil y fácil de romper. La ruptura produce una olefina más un radical libre nuevo (que se estabiliza produciendo otra olefina). En las reacciones de terminación de cadena, se estabilizan las especies radicalarias mediante diferentes reacciones: reacciones de saturación con hidrógeno, reacciones de saturación mutua, reacciones de desproporción. Además se producen, en menor, la extensión de reacciones de deshidrogenación, que

producen naftenos insaturados y reacciones secundarias, donde se obtienen compuestos bencénicos. El resultado global del craqueo térmico es la obtención de compuestos de menor peso molecular, que muestran gran insaturación y donde se aumenta la proporción de aromáticos.

El equipo investigativo, logró en el transcurso del año 2016, el montaje y la puesta en marcha, a escala de planta piloto, donde se realizaron distintas pruebas, empleando los plásticos de tipo 1 y 2, según la clasificación estandarizada de los termoplásticos. Posteriormente, las muestras de combustible obtenidas fueron analizadas en el laboratorio de la FRN de UTN, de acuerdo a las normas estándar de destilación a presión atmosférica ASTM, planificándose análisis cromatográficos de los líquidos y los gases producidos. Se pudo constatar que los cortes obtenidos de gasoil y nafta, se asemejan a un gasoil convencional y la nafta a un complemento de moto naftas. Esto se determinó mediante la realización de destilaciones de la muestra bruta. A los cortes se le realizaron los análisis de laboratorio siguiendo la metodología planificada.

Actualmente, el grupo de investigación se encuentra trabajando en el re-diseño de los equipos a fin de reconvertirlos a un proceso continuo y en paralelo, con un reactor a escala de laboratorio, para posteriormente diseñar y calcular todo el proceso a escala industrial.

OBJETIVO GENERAL

Generar conocimientos que permitan abordar la problemática de la contaminación por plásticos, convirtiéndolo en combustible. Se propone una alternativa válida a través de un proceso de cracking térmico continuo, para la conversión de residuos en una nueva fuente energética y su correspondiente valor agregado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este trabajo de investigación y desarrollo

propone los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar los diversos tipos de plásticos por espectrofotometría infrarrojo.
- Diseño, implementación y puesta a punto del reactor de laboratorio que permita en una primera fase, trabajar a pequeña escala.
- Evaluar el comportamiento reactivo del polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno tereftalato (PET) en el reactor a escala laboratorio.
- Identificar los productos de reacción para cada caso, separar los componentes producidos e identificarlos mediante cromatografía gaseosa.
- Utilizar el combustible obtenido para abastecer un quemador de combustible líquido y un generador diesel.
- Analizar la magnitud y la aplicabilidad de los residuos del proceso.
- Otorgar valor agregado a los residuos convirtiéndolos en otros productos, de acuerdo a lo establecido por la Gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU).

alta densidad, en la segunda y tercer carga se trató de una mezcla de polietileno de alta densidad y polietileno tereftalato, mientras que la última carga fue de polietileno tereftalato. Se utilizó un reactor batch con agitador a una temperatura de 350°C y 500 g/cm² de presión. El calentamiento del plástico se llevó a cabo por medio de gases de combustión generados por un quemador de combustible líquido. Es importante destacar que dicho quemador se abasteció, posteriormente, con el mismo combustible generado durante el proceso de cracking térmico. El aumento de temperatura, provocó la fundición del plástico y posterior, ruptura de los enlaces químicos, produciéndose gases y líquidos; los gases ingresaron a un condensador y luego a un separador líquido-vapor; allí se separaron por la parte superior los gases incondensables, que fueron tomados por una bomba de vacío, con descarga a la atmósfera; mientras que por la parte inferior se recogió el producto, combustible líquido, que se bombeo hacia un tanque para su recolección y posterior, almacenamiento.

Las muestras de combustible obtenidas, se sometieron a una destilación ASTM (Método de prueba estándar para la destilación de productos del petróleo a presión atmosférica) en donde se separaron los cortes de nafta, gasoil y un fondo reducido. Los análisis que se le realizaron al gasoil fueron: determinación de curva de destilación ASTM D-86, determinación del punto de inflamación ASTM D-93, determinación de la densidad a 15°C ASTM D-1298, determinación del punto de escurrimiento ASTM D-97, determinación del punto de enturbiamiento ASTM D-975, determinación del índice de cetanos ASTM D-613, y determinación de la viscosidad ASTM D-445. Los análisis realizados a la nafta fueron: PIONA, determinación de la densidad a 15°C ASTM D-1298, determinación de curva de destilación ASTM D-86. De acuerdo a los resultados que se han obtenido en el laboratorio, se puede concluir que el gasoil se asemeja a un gasoil de tipo comercial y la nafta a

METODOLOGÍA

La metodología de trabajo apunta a promover la obtención de combustible a través del cracking térmico eficaz de los desechos plásticos. Es un proceso químico que consiste en la ruptura molecular de un compuesto de alto peso molecular por acción del calor, produciendo uno más simple y liviano. El resultado global es la obtención de compuestos de menor peso molecular que muestran gran insaturación y donde se aumenta la proporción de aromáticos. Las variables involucradas en el proceso son el tiempo de residencia, la temperatura y la presión.

En el presente proceso de construcción de conocimiento del equipo investigativo se pueden diferenciar tres fases sucesivas a saber: de laboratorio, de planta piloto y etapa industrial. Sin embargo, en algunas instancias de planificación e implementación, en las dos etapas iniciales, se han dado en paralelo. Se procesaron 200 kg de plástico, en la primera carga se utilizó polietileno de

un complemento de una moto nafta.

En base a los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación, en las fases de laboratorio y/o planta piloto, los pasos subsiguientes de desarrollo, consisten en optimizar los procesos de las reacciones, determinar el rendimiento de cada tipo de plástico y trabajar con el reactor a escala, lo que permitirá obtener la información necesaria para retoolimentar, optimizar y desarrollar un proceso continuo y eficiente para la fase de planta piloto con el objetivo posterior de poder pasar a la fase industrial, en la cual ya se está trabajando de forma paralela en el diseño y cálculo del flow sheet correspondiente.

CONCLUSIONES

Con este proyecto se busca, por un lado, reducir la contaminación ocasionada por los desechos plásticos y por otro, la diversificación de la matriz energética del país, dado que se promueve y favorece la obtención de combustibles a través de un desarrollo sustentable, partir de otras fuentes de energía. Dado la importancia que tiene el reciclado, a fin de preservar las materias primas que se emplean para la obtención de los plásticos, se puede observar que también se logra reducir la energía primaria necesaria para su fabricación.

Los principales beneficios de este trabajo investigativo es el desarrollo de nuevas tecnologías para la obtención de combustibles, el cual puede ser utilizado dentro del mismo proceso, ya que se encuentra libre de azufre, porque este elemento no forma parte de la composición molecular de los plásticos con los que se trabaja. Por otro lado, se logra la apertura de nuevas fuentes de energía, donde el 85% proviene de petróleo, mientras que el resto proviene de energías renovables. Con respecto del reciclado de los polímeros, se produce la disminución de los volúmenes de desechos plásticos, con la consecuente reducción de la contaminación. Además, es importante destacar que uno de los subproductos del presente proyecto es el

ácido tereftálico, que en el proceso diseñado se captura con un solvente adecuado, esto permite una posterior comercialización apuntando a la sustitución de su importación.

En síntesis, se sabe que todas las actividades humanas tienen inevitablemente incidencias positivas y/o negativas, lo que afecta indefectiblemente a todo el ecosistema. Los conceptos de diversificación de la matriz energética y el de reciclado de residuos urbanos son temas de suma importancia para el medio ambiente, para los recursos naturales renovables y no renovables, que favorecen el desarrollo de un país. Por lo tanto, es primordial para la obtención de combustible a través de los residuos plásticos, tomarlos como un recurso valioso, que permiten el desarrollo de una actividad sustentable beneficiosa para la sociedad toda.

REFERENCIAS

- Froment, G.; Bischoff, K.; De Wilde, J. (2011). *Chemical Reactor Analysis and Design*. Wiley.
- Nobuyuki, M.; Takahari, T.; Shigeru, H.; Hideo, N. (1996). *Research in Thermal Cracking Properties of Waste Plastics*.
- Organización Panamericana de la Salud. (2011). Obtenido de Análisis sectorial de residuos sólidos Ecuador: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsars/e/fulltext/analisis/ecuador.pdf>
- Perry, R. (1999). *Manual del Ingeniero Químico*, sexta edición. Mc Graw-Hill.
- Quirola, A.; Saltos, V.; Centeno, V. (2010). Proyecto de producción y comercialización de perfiles plásticos a base de materia prima reciclada para compañías exportadoras de banano en la ciudad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.cladea.org/bitstream/123456789/242/1/D-43080.pdf>
- Rpp.pe, (2015). Científicos logran convertir desechos plásticos en combustible. [online] Available at: <http://rpp.pe/tecnologia/mas-tecnologia/cientificos-logran-converter-desechos-plasticos-en-combustible-noticia-788732>

Sedrán, U. (2016). Revista Petroquímica. Obtenido de Reciclado energético de plásticos: con-procesamiento en refinerías y craqueo térmico: <http://revistapetroquimica.com/reciclado-energetico-de-plasticos-co-procesamiento-en-refinerias-y-craqueo-termico/>



Doctorados en ingeniería

Alejandro Ceccatto

Presidente del CONICET
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

A partir de la inquietud de los miembros del CONFEDI, quienes sostenían que los Doctorados en Ingeniería se habían tornado “Doctorados en Ciencias de la Ingeniería”, es que firmamos el mismo CONFEDI, la CONEAU y el CONICET, en forma conjunta, un acta donde se explicitan las normas y particularidades de estos Doctorados, que aspiran a recuperar la esencia de la ingeniería, esto es, desarrollar productos y procesos innovadores.

El antecedente a esa acta con el CONFEDI es de muchos años atrás, cuando yo me desempeñaba como Secretario de Articulación Científico Tecnológica del MinCyT. En 2009 fui invitado a una reunión del CONFEDI, donde se me hizo un “reclamo”. Allí se planteó que la ingeniería había sido, de alguna manera, colonizada por las pautas más científicas del CONICET, y que esta colonización cultural había sido tan efectiva que los propios jurados de los concursos docentes de ingeniería aplicaban pautas bibliométricas al estilo del CONICET, lo cual iba deteriorando el sentido de la ingeniería dentro de las universidades. Ese fue el reclamo que me hizo el CONFEDI; yo prometí trabajar para ir corrigiendo ese tipo de cosas y a consecuencia de ello surgieron primero los PDTS (Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social) y después el acta mencionada. A partir de los PDTS se cuenta con un instrumento que permite que los ingenieros que están dentro del CONICET no tengan necesariamente que publicar; pueden hacer tecnología sin publicar y no por eso van a ser expulsados de la Carrera del Investigador.

Pero más allá de esta “legitimidad” concedida a los PDTS para poder doctorarse aun sin publicar, era importante llegar a un acuerdo tripartito entre el CONICET, que es quien financia las becas, las escuelas de posgrado en ingeniería, que forman a los Doctores en Ingeniería, y la CONEAU que audita el sistema. Las tres partes debíamos ponernos de acuerdo en que CONICET iba a financiar tesis que no necesariamente tengan publicaciones, que las escuelas de ingeniería iban a aceptar que se presenten tesis sin publicaciones mientras tuvieran algún grado de desarrollo tecnológico inherente, y que la CONEAU iba a aceptar que los Doctorados en Ingeniería tuvieran ese objetivo y que no necesariamente fueran acreditados por sumar un número de publicaciones generadas en la tesis como un indicador máximo.

Es claro que no estoy diciendo que un ingeniero que se doctora con tres buenas publicaciones en una revista no está bien. Lo que estamos diciendo es que no puede ser la única forma en llegar a tener un título máximo en ingeniería, porque eso es una distorsión del propio concepto de ingeniería.

El PDTS es primero y principal un “paraguas” para que todo el grupo de trabajo, que puede ser del CONICET o de otras instituciones, no pueda ser juzgado en su desempeño exclusivamente en términos de la existencia de publicaciones o su ausencia. Su trabajo debe ser juzgado, satisfactorio o no, principalmente en términos de una evaluación objetiva de la tecnología que está desarrollando.

REQUISITOS FORMALES PARA LA PRESENTACIÓN DE UN PPTS

Ahora bien, ¿Quién puede dirigir un PPTS? La noción de “mérito equivalente” que aparece expresada en los formularios para postularse a beca doctoral PPTS y a becas posdoctorales, alude a una persona que cumpla con todos los requisitos para que las escuelas de posgrado y las facultades de ingeniería lo acepten como director de una tesis doctoral o posdoctoral en ingeniería. Por lo general, para dirigir una tesis doctoral uno debe ser doctor. Además, si quien se va a doctorar lo va a hacer mediante un PPTS, su director tendrá que tener aquilatado alguna historia de desarrollo tecnológico, que justifique sus capacidades para dirigir una tesis con características tecnológicas. Caso contrario, será muy difícil que el postulante gane la beca. Pero no más que eso. E incluso, en universidades de escaso desarrollo en I+D, porque son nuevas, porque están en lugares donde todavía no se ha desarrollado una cultura de investigación, siempre el CONICET está abierto a la posibilidad de aceptar un Director y un co-Director, es decir, alguien que asuma la dirección del día a día en el lugar de trabajo concreto, y si esa persona no tiene los antecedentes suficientes que haya un director formal que desde otra institución garantice que todo el proceso va a llegar a buen término. En estos casos figuran los dos, Director y Co-Director, en la beca.

Es importante dejar en claro que el CONICET tiene una política interna de dotar con becarios a los proyectos PPTS que lo requieran como una alternativa posible pero no obligatoria.

LOS INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

El sistema de evaluación está integrado por Comisiones Asesoras disciplinares, que normalmente tienen entre 10 y 20 personas y que evalúan convocatorias de becas, ingreso a la carrera de investigador u otras cuestiones; y la Junta de Calificación, que es la que toma los resultados de las evaluaciones de las distintas Comisiones Asesoras y trata

de que no haya diferencias muy grandes en exigencia entre una disciplina y otra. Eso genera una recomendación al Directorio, donde puede haber coincidencia entre la Comisión Asesora y Junta, en cuyo caso el Directorio generalmente avala directamente este dictamen coincidente, o puede haber discrepancia: la Comisión Asesora dice sí, la Junta dice no, o viceversa, y en ese caso el directorio decide cuál de las dos instancias prevalece. El órgano que toma las decisiones en todos los casos es el Directorio.

No obstante, en la actualidad estamos introduciendo un Consejo de Gran Área adicional, de alrededor de 6 personas, por cada una de las grandes áreas en las que está dividido CONICET. Estos Consejos actuarán sugiriendo al Directorio miembros para integrar las Comisiones Asesoras, discutiendo pautas de evaluación con dichas Comisiones, y atendiendo en primera instancia los pedidos de reconsideración que presenten investigadores y becarios. Van a tener una visión más amplia, balanceando disciplinas, distribuciones geográficas y en algunos casos compensando representaciones de distintas escuelas de pensamiento dentro de una misma disciplina. Esperamos que integren las Comisiones Asesoras de manera más diversa, con más variedad de pensamiento, más visión, y que generen un balance distinto entre gente de investigación básica y de investigación aplicada. Además, van a tener el mandato de revisar, junto con las Comisiones Asesoras, los criterios de evaluación; y escribir esos criterios para que tengamos mayor claridad en cómo trabajan las Comisiones.

Es dable aclarar que, en el caso de los PPTS, los proyectos van directamente al MinCyT y es allí donde se les da, o no, la categoría de PPTS. Y no es el estudiante que va a hacer la tesis o el grupo de investigación que llevará adelante el proyecto los que elevan el PPTS, sino las Universidades o los Organismos Nacionales, con la firma del Rector o autoridad máxima que garantiza que se cumplan a priori los requisitos necesarios para que ese proyecto sea un PPTS. Posterior-

mente, la aceptación del mismo como PPTS queda en manos de la Comisión Acreditadora que está en la órbita de la Secretaría de Articulación Científico Tecnológica del MinCyT, la que evaluará si hay un desarrollo completo de tecnología, si el grupo tiene mínimos antecedentes que permitan validar que van a hacer ese desarrollo, etc.

Este año la convocatoria que hemos lanzado para ingresos a la Carrera del Investigador tiene un 50% de los cargos concursados para ingreso en temas libres, es decir, temas más científicos, más básicos digamos, y 50% de los cargos para temas estratégicos y tecnología, que se van a juzgar de manera independiente. Entonces, un doctorando hoy tiene tres opciones: va a poder tildar la casilla "Temas Estratégicos" si trabaja en temas estratégicos desde un punto de vista básico -uno puede trabajar en un problema estratégico pero lo puede hacer desde un punto de vista muy básico. Alternativamente, puede trabajar en un tema tecnológico que no esté en los temas estratégicos, entonces tilda la otra casilla ("Tecnología"); y la tercera opción es que trabaje en tecnología aplicada a un tema estratégico, con lo cual debería tildar ambas casillas.

En cuanto a la ponderación utilizada es absolutamente innovadora, porque la planilla de evaluación que tiene la comisión que está juzgando los temas estratégicos y tecnológicos otorga menos puntos de lo habitual a los antecedentes del candidato, mientras que se aumenta considerablemente la importancia del plan de trabajo. Hasta hoy, los antecedentes del candidato condicionaban fuertemente la calificación y el plan de trabajo era "menos importante", mientras planteara algo coherente. Aquí es la visión inversa, es decir: lo que se hizo durante la tesis de doctorado importa, pero importa de manera limitada. Lo que se propone hacer es lo que se analiza en más detalle, para establecer la pertinencia y factibilidad y su contribución a los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Los nuevos instrumentos están así delinea-

dos, pero todo es nuevo, todo está en discusión y todo es perfectible de mejora. Esto es la primera vez que se hace y está en proceso. Todavía no tenemos los resultados.

INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA: LOS PPTS COMO CAMINO

Los PPTS pueden ser un "paréntesis" en la carrera de cualquier investigador. Alguien que viene publicando regularmente, de repente puede encontrarse con la necesidad de trabajar en un proyecto durante un par de años para ver si lo puede transferir a la sociedad y no por ello pasa a ser un "tecnólogo", es un investigador del CONICET siempre. Sólo que durante el tiempo que esté dedicado a ver si esa idea que descubrió en el laboratorio puede generar un desarrollo tecnológico que termine en un producto innovador, invertirá dos años de su tiempo, donde se suspende su evaluación mediante publicaciones como es tradicional en su anterior actividad haciendo ciencia básica, y se lo juzgará por el desarrollo de tecnología que haga. Todo ello con una ponderación que no va a tener más en cuenta las publicaciones, por lo menos no en forma preferencial, sino la calidad de la tecnología que desarrolle. Al finalizar el PPTS podrá volver a hacer ciencia básica o no, sin que el paréntesis de dos años afecte su valoración dentro de la Carrera.

Hay además una herramienta muy interesante que es el Programa de "Investigador en Empresa" y que puede utilizarse, también, en los casos en que un doctor haya hecho su tesis de manera tradicional con publicaciones e ingresado a la Carrera del Investigador, y en determinado momento decide que hay algo que descubrió que le gustaría continuarlo en una empresa. Estar como "investigador en empresa" garantiza hasta 6 años en los cuales CONICET mantiene el cargo de investigador, pagando los primeros 4 años del sueldo y donde la empresa, a su vez, debe pagar al menos el 50% de sobresueldo. Finalizados estos primeros 4 años, durante 2 años más si el investigador quiere se puede quedar trabajando en la empresa sin el sueldo de CO-

NICET. Al cabo de los 6 años se debe decidir si se queda en la empresa permanentemente o vuelve a la carrera del CONICET. En estos casos, al igual que los PDTs, es simplemente establecer un paréntesis en la carrera de un investigador convencional, que publica habitualmente, y establecer que en ese período de tiempo, con una fecha de inicio y una fecha de finalización, hace centralmente I+D y entonces no se lo evalúa más analizando sus publicaciones, sino por la calidad del desarrollo tecnológico y transferencia que está haciendo.

Parte de estas “libertades” son para que la gente visualice que después del doctorado y aún del ingreso a Carrera hay otro mundo, que puede ser igual o más excitante, y que no es la única opción quedarse en el CONICET.

Hay otra opción que nos han propuesto y que estamos considerando, y es la posibilidad de tener investigadores de CONICET en la Carrera pero que sean empleados de una empresa. Que CONICET les dé un “sello de calidad”, sin otorgarle un sueldo adicional ni ningún otro beneficio. Creo que podríamos hacerlo porque tenemos ya el instrumento, por ejemplo en el caso de los investigadores en salud. Los médicos que empiezan con una residencia y después tienen un cargo en un hospital o en una clínica, o tienen su propio consultorio, no se incorporan naturalmente a la carrera. Un médico en general no va a bloquear su título siendo investigador del CONICET, hay muy pocos que lo hacen. Entonces, tenemos médicos investigadores en salud que tienen prácticas profesionales habituales en clínicas o sanatorios importantes y a esa gente también se la reconoce como investigador de CONICET. Tienen todas las obligaciones, pero no les paga el CONICET. Lo único que hace es evaluarle el informe cada dos años, extendiéndole un “sello de calidad” por el trabajo de investigación que haga fuera de la práctica profesional habitual.

Ya se nos han presentado casos de investigadores que tienen la intención de trabajar en una empresa pero no querrían abandonar el “sello de calidad de CONICET”, por eso esta-

mos pensando en una nueva figura que sea “Investigador Correspondiente” o algo por el estilo, que sea considerado con las mismas exigencias que un investigador común, a través de la misma comisión que evalúa a los miembros regulares de la Carrera. La persona va a ser paga por la empresa donde esté. Yo creo que es más que nada una decisión del Directorio lo que se necesita, porque no hay ninguna diferencia con el investigador en salud. Si el investigador en salud es una persona que trabaja en un hospital atendiendo pacientes, hace medicina traslacional y después, de allí, genera alguna cuestión técnica que puede justificar su trabajo de investigación, no veo diferencia con un ingeniero que quiere trabajar en una empresa.

VII Encuentro del Capítulo Latinoamericano del Global Engineering Deans Council (GEDC-LATAM) 2017

Miguel A. Sosa¹

Adriana V. Fea²

¹ Decano
Presidente del GEDC LATAM

² Subsecretaria de Vinculación Tecnológica
y Transferencia

UTN - Facultad Regional Delta

ANTECEDENTES

El Capítulo Latinoamericano del Global Engineering Deans Council (GEDC-LATAM) se constituyó en el año 2011 en la ciudad de Barranquilla, Colombia, en el marco del Primer Encuentro de Decanos de Ingeniería de Latinoamérica, dentro del Consejo Global de Decanos de Ingeniería – GEDC. Esta última es una organización fundada en 2008 en París, Francia, que actualmente congrega a más de 200 Decanos de Ingeniería de los cinco continentes.

El GEDC LATAM reúne a decanos y otros directivos de facultades, escuelas, universidades e institutos tecnológicos de América Latina y el Caribe que integran el GEDC. Tiene como misión facilitar la colaboración entre los decanos de ingeniería de la Región, representarlos en GEDC y promover el avance de la educación en ingeniería, la investigación y el servicio a la comunidad.

Sus actividades principales se centran en proveer un foro regional para el intercambio de información, experiencias, desafíos y buenas

prácticas en la dirección de programas de ingeniería; facilitar la cooperación entre decanos de la Región para el desarrollo e innovación del currículo y la colaboración con la industria y otros actores vinculados con la ingeniería; formar una red que permita a los decanos de ingeniería desempeñar un papel de liderazgo en el desarrollo de políticas regionales, nacionales e internacionales; y participar activamente en el desarrollo y mantenimiento de un sistema regional de estándares de calidad en la educación en ingeniería.

OBJETIVOS DEL VII ENCUENTRO

En el encuentro realizado en Cartagena de Indias, Colombia, en 2016, se renovó el compromiso del GEDC LATAM de “[...] *contribuir al avance de la educación en ingeniería, fortalecer la investigación y transferencia tecnológica, intensificar la vinculación con la industria, y proponer políticas regionales que faciliten el desarrollo de la ingeniería*”, lo cual, en conjunto con los objetivos del GEDC y del GEDC LATAM, el análisis de la síntesis

de los debates de discusión del Plan Estratégico del GEDC en su última reunión en 2016 en Seúl – Corea del Sur, los Global Challenge Scholar Program (GCSP) de la National Academic Engineering de Estados Unidos (NAE), los Objetivos de Desarrollo del Milenio, los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, y algunos documentos de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI), tales como “Perfil del Ingeniero Iberoamericano” y “Competencias de Egreso del Ingeniero Iberoamericano”, permitieron establecer el lema al VII Encuentro: “Desafíos de la Ingeniería en América Latina”.

En este sentido, el objetivo del VII Encuentro fue dar respuesta a los Desafíos de la Ingeniería en general, y lo que deben afrontar las Facultades de Ingeniería para contribuir a la consecución de los mismos.

Además, se propuso como meta establecer proyectos de colaboración en Investigación y Desarrollo; Desarrollo Curricular; Desarrollo Tecnológico y Transferencia; y Planeamiento de Políticas de Integración Regional.

32



DESARROLLO DEL VII ENCUENTRO

El Encuentro se llevó a cabo los días 11 y 12 de septiembre de 2017 en la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional, y se organizó en torno a sesiones donde los Decanos tuvieron la oportunidad de intercambiar visiones y experiencias focalizados en concretar el acuerdo de Cartagena de Indias.

Estuvieron presentes más de 80 participantes de 17 países, 50 decanos, rectores y vicerrectores de facultades de ingeniería, organizaciones internacionales, en su mayoría dedicadas a la enseñanza de ingeniería, y empresas como Nucleoeléctrica Argentina SA y Quanser, siendo estas últimas los patrocinadores del evento.

Se contó con 30 especialistas internacionales, 20 de ellos extranjeros, que brindaron conferencias, y participaron de paneles de discusión.

Con el citado lema “Desafíos de la Ingeniería en América Latina”, se desarrollaron tres paneles integrados por especialistas de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Paraguay y Perú. También bajo el formato panel, se analizó el tema “Nuevos Estándares de la Ingeniería - Competencias en la Formación del Ingeniero”, con disertantes de Argentina, Colombia y Uruguay; y “La Innovación y Emprendimientos en América Latina”, con expositores de Argentina y EEUU.

Por otro lado, representantes de universidades de Canadá, EEUU e Italia expusieron sobre los “Desafíos de la Ingeniería” a nivel mundial, y desde el Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) se planteó la dimensión “Ética en la Ingeniería”, desde el punto de vista del profesional graduado y de las instituciones educativas que lo forman.

La Organización de los Estados Americanos (OEA) participó del encuentro a través de la Sección de Competitividad, Innovación y Tecnología de su Departamento de Desarrollo Económico. Su representante expuso acerca de las actividades de la Red Interamericana de Competitividad (RIAC), la Comisión Interamericana de Ciencia y Tecnología (COMCYT), y las posibilidades de articulación con el GEDC LATAM.

También se presentó la III Conferencia Regional de Educación Superior (CRES) 2018, impulsada por el Instituto Internacional de la Educación Superior para América Latina y el Caribe (IELSAC), de la UNESCO. El evento se llevará a cabo del 11 al 15 de junio en Córdoba, Argentina, con el propósito de “Concertar una declaración final y un plan de acción en la perspectiva del desarrollo humano sostenible y el compromiso con sociedades más justas e igualitarias, ratificando la responsabilidad de los Estados de garantizar la Educación Superior como bien público, derecho humano y social”.

CONCLUSIONES

En base a las presentaciones, los debates realizados y las conclusiones expuestas se acordaron Desafíos Prioritarios para la Ingeniería en América Latina, y áreas de intervención de las Facultades de Ingeniería en cada uno de ellos.

Muchos de estos desafíos coinciden con aquellos enunciados para la ingeniería a nivel mundial, no obstante, algunos de los analizados no resultan prioritarios, pertinentes o atendibles en la actualidad para nuestra región. El consenso general fue la necesidad de tener en cuenta los avances tecnológicos y tendencias a nivel mundial, sin perder el foco de aquellos desafíos que atiendan a las necesidades, los recursos disponibles y las ventajas comparativas de cada país y región.

El resultado de esta discusión arrojó como conclusión los siguientes desafíos, junto al rol de las facultades de ingeniería en su abordaje:

1- Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad; y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos, promoviendo la inclusión social, la reducción de la pobreza y la mejora del empleo

Áreas de intervención:

Primer compromiso de las universidades en general y de las escuelas de ingeniería en particular: *transformarse a sí mismas, para poder formar profesionales emprendedores que transformen el mundo.*

2- El Desarrollo de la Infraestructura General y Urbana

Áreas de intervención:

Planificación y desarrollo de Planes Maestros o Planes Directores que ayuden a establecer políticas de desarrollo a largo plazo.

Identificación y coordinación de la infraestructura transnacional, que permita la interacción y cooperación para el desarrollo de América Latina.

Inclusión en la formación de los ingenieros de la región.

3- La Energía

Áreas de intervención:

Elaboración de Planes Directores para articular la generación y provisión de energía de diferentes fuentes, desarrollo de la industria y acceso por parte de los sectores más vulnerables de la población.

Impulso del desarrollo de tecnología asociada a las energías renovables, y el crecimiento de proveedores locales.

Promoción de una mayor sensibilidad en el cuidado del ambiente.

Inclusión en la formación de los ingenieros de la región.

4- La Minería

Áreas de intervención:

Desarrollo de nuevas tecnologías y operaciones más seguras para la minería subterránea.

Desarrollo de mejores prácticas en mantenimiento y confiabilidad de los sistemas productivos, cada vez más automatizados.

Promoción de desarrollo de proyectos con mayor énfasis en la sustentabilidad y la gestión de riesgos.

Desarrollo de tecnologías y procesos para la gestión de desechos (relaves y escombros, aguas industriales y de escurrimiento entre otros).

5- El Manejo y la Disponibilidad del Agua

Áreas de intervención:

Generación de insumos e involucramiento para la generación de políticas públicas que garanticen la sustentabilidad en el manejo del agua, el acceso a la misma por parte de la población más vulnerable y el saneamiento.

Educación para el cuidado del agua.

Apoyo a las cooperativas.

Inclusión en la formación de grado y posgrado en ingeniería.

6- La Sustentabilidad de los Procesos Productivos y el Cuidado del Ambiente

Áreas de intervención:

Formación de profesionales con valores,

comprometidos con el desarrollo de la humanidad, y el cuidado del ambiente.

Programas que permitan a sus estudiantes el acceso a las nuevas tecnologías en materia de producción y cuidado del medioambiente.

7- El análisis y la prevención de riesgos y catástrofes, mejorando la resiliencia de la infraestructura en general y las ciudades en particular

Áreas de intervención:

Inclusión del abordaje de estos problemas en el diseño curricular de grado, en proyectos finales de la especialidad y en prácticas supervisadas.

Programas de investigación y desarrollo, posgrados y asistencia al medio.

8- Protección del Ciberespacio

Áreas de intervención:

Aporte de conocimientos sobre procesos industriales cada vez más seguros y maduros.

Patrocinio de estándares de ciberseguridad confiables.

Educación en el uso de la tecnología destinada a la protección de los bienes y servicios esenciales para los habitantes de un país, región o sociedad (transporte, salud, sistema financiero, etc).

Formación para la mejora de las capacidades de recuperación resiliente de las organizaciones públicas y privadas, con el fin de afrontar contingencias por fallas sistémicas o por acciones humanas dañinas.

Inclusión de la temática en el diseño curricular de grado y de posgrado, programas de innovación, investigación y desarrollo, centros de prospectiva y vigilancia tecnológica, apoyo a procesos de concientización en ciberseguridad, transferencia de conocimientos aplicados a la resolución de problemas cibernéticos del sector público y privado, asistencia técnica y cooperación científica, entre otras acciones de impacto social.

9- La Provisión de Alimentos y la Agroindustria

Áreas de intervención:

Impulso al desarrollo de tecnología asociada a las bioenergías renovables, y al crecimiento de proveedores locales.

Difusión de conocimientos y del avance tecnológico disponible, adaptación y desarrollo de nuevas tecnologías para agregar valor a los productos del agro y del sector forestal, así como para el aprovechamiento de residuos.

Mejora en la calificación de la fuerza de trabajo y la capacidad innovadora de los emprendedores del sector.

10- La Mejora Continua de la Productividad y la Competitividad de las PYMES de la Región

Áreas de intervención:

Consolidación de mecanismos dirigidos a la capacitación de nuevos emprendedores y pymes.

Difusión y promoción de teorías del desarrollo tecnológico.

Impulso de innovaciones organizacionales y del establecimiento de sistemas de innovación

Diseño de estructuras orgánicas intrauniversitarias que contemplen estos aspectos con el fin de facilitar, promover y profundizar los procesos de transferencia de conocimientos tecnológicos.

Apoyo a la investigación de sus procesos internos y a sus relaciones con el medio productivo.

Consolidación de los modos de transferencia y asistencia tecnológica.

Promoción de mecanismos de capacitación interna relacionados con la problemática de la vinculación con el medio y la transferencia de tecnología.

Inclusión del abordaje de estos problemas en diseños curriculares de grado y posgrado.

11- La integración regional en sus distintos aspectos, en particular en cadenas de valor

regionales y mundiales, articulando la producción y el comercio, en cierta medida motores del desarrollo

Áreas de intervención:

Transformación de la educación en ingeniería para el desarrollo de estrategias que atiendan los futuros escenarios, y las necesidades sociales de cada país dentro de la región.

Articulación entre las competencias tecnológicas, sociales, políticas y actitudinales de los estudiantes.

Un tema fundamental del encuentro fue la definición de las dimensiones del Ingeniero Latinoamericano, destacándose la necesidad de un profesional ético, crítico, emprendedor, innovador, y social y ambientalmente responsable. Respecto del ejercicio de su profesión, se espera que busque resolver los problemas de las comunidades y de las regiones a las que pertenece, con ajuste a la realidad local, imaginación, visión de futuro, y capacidad de ejecución.

Para lograrlo, se planteó la importancia del desarrollo desde las instituciones académicas, de estándares por competencias que aseguren alineamiento entre Competencias, Aprendizaje y Evaluación. Se consensuó además, la necesidad de implementar modelos de acreditación pertinentes, que aseguren la calidad en la formación de los ingenieros, y la vinculación y trabajo conjunto con los niveles previos al universitario.

Por otro lado, con el fin de consolidar el trabajo en red de los miembros del GECD LATAM entre encuentros, se aprobó la conformación de cuatro Comités para trabajar en Proyectos de Colaboración: “Investigación y Desarrollo Conjuntos”, “Desarrollo Curricular y Acreditación de Carreras de Ingeniería”, “Desarrollo Tecnológico y Transferencia” y “Políticas de Integración Regional, incluyendo Movilidad de Estudiantes y Profesores”.

Durante el encuentro, GEDC LATAM, ASI-BEI, LACCEI, el Consorcio Iberoamericano para la Educación en Ciencia y Tecnología

– (ISTEC) y la Sección de Competitividad, Innovación y Tecnología de la Organización de los Estados Americanos (OEA), -cuyas actividades y objetivos son complementarios-, firmaron una Carta de Intención expresando su voluntad de articulación y trabajo conjunto, tanto en lo que respecta a sus programas como a los eventos que organizan.

Finalizando el VII Encuentro, se llevó a cabo la asamblea anual con elección de Autoridades y del Comité Ejecutivo para el período 2017-2018, asumiendo la función de Presidente del GECD LATAM el Ingeniero Miguel Angel Sosa, Decano de la Facultad Regional Delta de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina; Presidente Electo: la Ingeniera Jessenia Cárdenas Cobo, Decana de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal de Milagro, Ecuador; y como Presidente Inmediato Pasado en Ing. Alejandro Jadresic de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Adolfo Ibáñez, Chile.

El Comité Ejecutivo quedó conformado por los siguientes miembros de GEDC-LATAM: Pedro Aguilar, Decano Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala; Jaime Bonilla Ríos, Decano de Asuntos Internacionales, Escuela Nacional de Ingeniería y Ciencias, Instituto Tecnológico de Monterrey, México; Carlos Costa Posada, Decano Facultad de Ingeniería, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia; Juan Espinoza Ramírez, Decano Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile; Roberto Giordano Larena, Decano Facultad de Ingeniería, Universidad FASTA, Argentina; Alcides Martínez, Decano de la Facultad Politécnica, Universidad Nacional del Este, Paraguay; Luis Paulino Méndez Badilla, Vicerrector de Docencia, Instituto Tecnológico de Costa Rica; Claudio Ruibal, Decano Facultad de Ingeniería, Universidad de Montevideo, Uruguay; Gloria Valdivia Camacho, Decana Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú; Vanderli Fava de Oliveira, Universidade Federal de Juiz

de Fora, Pte. Associação Brasileira de Educação em Engenharia – ABENGE, Brasil; y Hans Hoyer, Secretario Ejecutivo de GEDC.

Continuando con la práctica adoptada respecto de realizar los encuentros del GEDC LATAM en el país al que pertenezca el Presidente Electo, el VIII Encuentro tendrá como sede la ciudad de Milagro, en Ecuador, y será organizado por la Decana de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal de Milagro, Ingeniera Jessenia Cárdenas Cobo.

AGENDA DE INGENIERÍA

La ciencia geomática presente y futuro

María Cristina Pacino

Directora Escuela de Posgrado y Educación Continua
Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agronomía - UNR

El advenimiento de la tecnología satelital en combinación con el estallido informático, marcaron en la última década del siglo pasado un verdadero punto de quiebre en la Ciencias de la Tierra. Disciplinas hasta entonces independientes, con criterios y recursos propios, comenzaron a converger rápidamente en tecnologías unificadas, comunes, coparticipativas y complementarias.

Esa fusión lógica y acelerada derivó en una ciencia común que recibió el nombre de Geomática, que como su nombre lo indica, expresa nada menos que la comunidad entre los recursos de la Informática y las múltiples ramas de las especialidades que abordan las problemáticas de la Tierra. Desde la localización de puntos sobre la superficie hasta el desarrollo sustentable, desde la explotación de los recursos hasta las obras de Ingeniería, desde el cuidado del medio ambiente hasta las mensuras catastrales. El trabajo superpone tareas, comparte técnicas, información y conocimientos. El desafío es la integración y la cooperación basada en la optimización de los recursos y los esfuerzos.

La Geomática es un campo emergente, como consecuencia de los avances en Informática, comunicaciones y medición, así como en el campo de la de teledetección espacial y cuya formación es apenas incipiente en muchos planes de estudio de las Ingenierías. El resultado es que el egresado carece de aptitudes y competencias ante la solución de problemas basados en herramientas, con un uso profundo de dichas técnicas geomáticas. Muchos de los nuevos planes de estudio buscan

dar una respuesta para algunos de estos retos que se plantean a la sociedad actual, tanto en el ámbito nacional, como en el ámbito internacional. Es evidente que el nacimiento de nuevos retos, expectativas y oportunidades, requiere la adaptación de las enseñanzas y los conocimientos que se han venido aplicando, por lo que es necesario el planteamiento de procesos educativos que den respuesta a dicha realidad, y es precisamente este hecho el que motiva la organización docente e investigadora de cualquier centro de formación superior a todos los niveles.

Para el ingeniero civil futuro, por ejemplo, será cada vez más necesario alcanzar objetivos de conocimiento dentro del ámbito de la Geomática, así como discernir e iniciar pasos en diferentes líneas de investigación que pretenden potenciar las capacidades y competencias de los futuros egresados, en aquellos aspectos en que realmente son de utilidad y en los que existe una demanda evidente.

En la actualidad, es esencial ofrecer formación en tecnologías de la información en la educación superior, pues los alumnos van a necesitarlas tanto en el curso de sus estudios universitarios, como muy especialmente, en su ejercicio profesional.

En efecto, las técnicas geomáticas aplicadas a la Geofísica, las mediciones de precisión en la construcción y explotación de infraestructuras, la aplicación de Sistemas de Información Geográfica a modelos de logística, cualesquiera de las aplicaciones fotogramétricas de interpretación geológica, geomorfológica o hidrológica, los sistemas de posicionamiento

to global para obras de infraestructuras de explotación y construcción complejas o en zonas de actividad geológica extrema y riesgos naturales, las actuaciones derivadas de la ordenación territorial, medioambiental o hidrológica, suponen suficientes campos de actuación profesional actual y futura que hacen pensar sobre la conveniencia de la formación en Geomática del Ingeniero.

CAMPOS DE ACCIÓN

La Geomática es multidisciplinar por naturaleza. Topografía y cartografía, teledetección, fotogrametría, geodesia, sistemas de información geográfica (SIG) y sistemas de posicionamiento global (GNSS y GPS) componen la Geomática y estas disciplinas, a su vez, se extienden a una amplia variedad de campos y tecnologías, incluyendo geometría digital, gráficos por computadora, procesamiento digital de imágenes, realidad virtual, CAD, sistemas de gestión de bases de datos, estadísticas espacio temporales, inteligencia artificial y tecnologías de Internet, entre otros.

Gracias a la Geomática, los agricultores pueden, entre otras muchas posibilidades, adaptar sus métodos de cultivo, teniendo en cuenta la variabilidad interna de la misma parcela de tierra, mediante el uso de tecnologías y técnicas geomáticas como GPS, topografía, fotogrametría, teledetección o los Sistemas de Información Geográfica (SIG), LIDAR. Algunos de los ámbitos de actuación son: Control de plagas, control de producción, delimitación de cultivos, gestión de PAC.

En minería es necesario, por ejemplo, diseñar, mantener y manipular datos geográficos mediante el uso del software especializado con el propósito de crear mapas y modelos en 2D y 3D. Con la ayuda de tecnologías geomáticas como el láser 3D, se pueden actualizar los mapas de estado de la mina, monitorizar taludes o mapear las grietas de las rocas, una información indispensable en la prevención de accidentes. Sondeos, control geométrico y control de la explotación minera, son tareas que atañen a la persona experta en Geomática y Topografía.

La persona experta en Geomática forma parte de los equipos multidisciplinares que ejecutan y controlan, entre otros, instalaciones, maquinarias y vehículos terrestres, aéreos y marinos. Con la ayuda del escaneado láser 3D, por ejemplo, se pueden documentar y modificar las instalaciones de las plantas de fabricación y líneas de montaje. Las técnicas de fotogrametría y medición láser tienen también un importante papel en los procesos de control de calidad.

Los crecimientos de la población hacen que sea necesario reemplazar los sistemas de transmisión eléctrica tradicionales. Los trazados de nuevas líneas eléctricas requieren de soluciones geomáticas tanto en la fase de planificación y diseño como en la de construcción. Trabajos en infraestructuras energéticas, tanto tradicionales como renovables, requieren de los conocimientos de una persona que estudie Geomática para analizar la ubicación idónea de parques eólicos o estaciones solares.

Con el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) es posible manejar simultáneamente datos topográficos, urbanísticos y catastrales, información sobre los sistemas de los servicios principales (saneamiento, agua, gas, electricidad, etc.) y fotografías aéreas, lo que permite un análisis esencial en la toma de decisiones. Los levantamientos hidrográficos son estudios necesarios para determinar y medir la profundidad, la anchura y el curso de las corrientes o la ubicación y profundidad de los pozos.

Los conocimientos y las habilidades de una persona experta en Geomática son requeridos en todo tipo de proyectos de construcción desde proyectos comerciales e industriales a carreteras y puentes. La persona formada en Geomática aporta información cartográfica y geodésica necesaria para llevar a cabo levantamientos, replanteos, mediciones, seguimientos o controles geométricos, entre otros.

Algo tan esencial como conocer la afluencia de gente que pasa por una zona puede resultar vital a la hora de elegir la ubicación un nuevo establecimiento. Existen soluciones

geomáticas para saber con precisión cuántas personas pasan al día por un lugar determinado. En el desarrollo de las ciudades inteligentes, la Geomática participa con un papel transversal. En ellas, los tradicionales planos turísticos en papel dejan paso a recorridos y recreaciones virtuales.

Los sistemas de control y planificación del tráfico urbano requieren de herramientas y soluciones geomáticas. Los especialistas geomáticos utilizan aplicaciones avanzadas de GPS en tierra, mar o aire para una variedad de aplicaciones de posicionamiento y navegación.

La Geomática contribuye a realizar estudios de marketing basados en criterios internacionales, nacionales o locales para ayudar a entender mejor los comportamientos de los clientes, la identificación de áreas de venta, los análisis y optimización de las campañas de publicidad. La comercialización de herramientas, instrumentos y aplicaciones informáticas específicas de la disciplina es otra de las labores que puede realizar un experto en Geomática.

Los trabajos arqueológicos usan la Geomática para cartografiar digitalmente y analizar las cosas y lugares que han sido cubiertos a lo largo de los siglos. La utilización de recursos geomáticos como la teledetección proporcionan a los trabajos arqueológicos soluciones no invasivas y que dan una información más detallada de los yacimientos.

Recopilar información sobre zonas de mayor riesgo de desastres naturales como inundaciones, sequías o terremotos requiere de un experto en Geomática que capture esos datos y los presente con detalle.

Una persona experta en Geomática está capacitada para emitir certificados de eficiencia energética y gestionar y administrar propiedades inmobiliarias, además de ser el experto que captura la información sobre el terreno y todos los objetos geográficos que están en, sobre o bajo él, mediante todas las técnicas disponibles (Topografía y GPS, Fotogrametría, Teledetección, LIDAR, etc)

En un equipo multidisciplinar formado por

Ingenieros y/o Arquitectos, el especialista en Geomática aporta un completo conjunto de soluciones técnicas avanzadas, incluyendo topografía, agrimensura, tecnologías de posicionamiento global, sistemas de información geográfica, cartografía digital y teledetección, el escaneo láser 3D, etc.

Los datos e información capturada por un experto Geomático resultan indispensables para toma de decisiones, que afectan a la ciudadanía. Una administración pública de cualquier ámbito que aporta soluciones geomáticas a los problemas de una comunidad es garantía de que los recursos públicos se administran de manera eficiente y cabal. El trabajo de los Ingenieros Geomáticos, en el seno de las instituciones públicas, comprende desde la gestión cartográfica y catastral a la delimitación del territorio pasando por la gestión urbanística y de servicios, el control, gestión y mantenimiento de inventarios, infraestructuras y equipamientos y el asesoramiento técnico en la elaboración de normativas.

En el Ejército, las personas expertas en Geomática recogen datos geoespaciales, utilizando dispositivos de imágenes y GNSS y equipos topográficos. Capturan, analizan, procesan, presentan, difunden y gestionan esos datos para apoyar las operaciones. Producen mapas digitales y en papel, tablas o visualizaciones tridimensionales que ayudan a los mandos a tomar decisiones de estrategia militar.

En medicina, la Geomática interviene en el análisis, representación, visualización y modelización de imágenes y datos para generar información de alta precisión en diagnósticos y supervisión de la evolución de determinadas patologías. Ayudar además a prevenir y detectar con antelación enfermedades, así como planificar los servicios de atención médica.

Una rápida y seguramente incompleta enumeración de los campos de acción de la Geomática incluye hoy:

- **Geodesia y Topografía aplicada:** Sistemas de Posicionamiento y comunicaciones. Sistemas de geoprocesamiento y levanta-

miento topográfico con GPS y Estaciones Totales. Desarrollo de Redes Geodésicas y especiales. Generación y empleo de los Modelos Digitales de Terreno.

- **Cartografía y Bases de Datos Geoespaciales:** Tecnologías y organización de la producción cartográfica nacional. Bases de datos geoespaciales. Modelos de integración de datos y metadatos. Plataformas de código abierto. Comercio electrónico y geomática. Normas técnicas para la calidad del producto cartográfico.

- **Fotogrametría, percepción remota e imágenes satelitales:** Tecnología para la captura de datos geoespaciales con cámaras digitales. Desarrollo de tecnologías de procesamiento de imágenes aéreas y satelitales para la creación y actualización de mapas topográficos digitales. Captura y procesamiento de imágenes con sensores térmicos. Aplicaciones, metodologías y proyectos. Catastro, Sistemas de Información, mapeos del medio ambiente.

- **Soluciones Geomáticas interdisciplinarias:** Aplicaciones integradas y desarrollos para la solución de problemas en Transporte y Geoestadística, Recursos Naturales, Ingeniería en hidrocarburos, agricultura y defensa.

- **Tecnología para la creación de Bases Cartográficas Catastrales:** Tecnologías web para la publicación de información catastral. Sistemas de información del catastro. Sistemas de información geográfica aplicados al medio ambiente. Catastro urbano y delimitación territorial.

- **Infraestructura de datos espaciales:** IDEs Gobierno, Industria y desarrollo nacional. Parámetros técnicos, legales, institucionales y económicos en la construcción de la IDE. Investigaciones básicas y aplicadas. Experiencias de IDE y casos de estudio.

GEODATA 2017

GEODATA 2017 se constituyó en el Primer Simposio Internacional sobre Geomática Aplicada y Soluciones Geoespaciales llevado a cabo en la República Argentina. Fue organizado por la Facultad de Ciencias Exactas,

Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, en conjunto con el Colegio de Profesionales de la Agrimensura, contó con el auspicio del Instituto Geográfico Nacional, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales y numerosas instituciones gubernamentales y científicas, así como con el respaldo de empresas, del país y del exterior.

La Geomática es una Ciencia moderna que integra la aplicación de las Tecnologías Informáticas y Satelitales con las disciplinas de la Geodesia, Topografía, Sistemas de Información Geográfica, Teledetección, Cartografía y Fotogrametría para la captura, tratamiento análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geográfica y espacial o geoespacial con propósito multidisciplinario. Las soluciones que ofrece son múltiples, precisas, eficientes y económicas.

Se organizó con la finalidad de promover la actualización científica y tecnológica de los profesionales, empresas e instituciones en el campo de las ciencias geoespaciales donde se vienen produciendo innovaciones profundas y permanentes en el mundo y cuyo conocimiento y aplicación se han tornado decisivos para el progreso y desarrollo sostenible de las naciones.

En la República Argentina, acompañando su sostenido avance a nivel global, se vienen aplicando importantes reformas a partir del desarrollo de nuevas técnicas que trascienden los límites de las propias áreas de interés y que se aplican a la mejora y optimización de productos y servicios que ofrecen tanto la actividad pública como privada.

GEODATA 2017 contó con el apoyo y participación de expertos del país y del extranjero y de las instituciones y empresas que investigan, aplican, desarrollan y proveen equipos y servicios en ciencias geoespaciales.

Con más de 300 asistentes, la reunión tuvo lugar en la ciudad de Rosario y se organizó de acuerdo al siguiente esquema:

- 1.- Simposio Científico sobre la base de presentaciones orales y pósters de profesionales e investigadores nacionales y extranjeros.
- 2.- Tres cursos de capacitación de dos jor-

nadas de duración cada uno dictados por destacados y reconocidos profesionales, nacionales e internacionales de cada una de las disciplinas, en las siguientes temáticas

- Geodesia
- Sistemas de Información Geográfica
- Sensores Remotos y Teledetección

3.- Siete conferencias invitadas, cuyos disertantes constituyen verdaderos referentes a nivel nacional e internacional en cada una de sus especialidades y a lo largo de las cuales se abordaron las temáticas más candentes y actuales vinculadas a las Ciencias de la Tierra.

4.- Siete exposiciones institucionales, para las cuales fueron invitadas las autoridades de los principales Organismos Nacionales vinculados a la Geomática y a través de las cuales expusieron el estado de avance, integración, perspectivas y posibles contribuciones de trabajo mancomunado.

CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se arribó en GEODATA 2017, son:

- Consolidar las relaciones, las interactividades, los aportes individuales y colectivos, para avanzar en objetivos integradores que han de ser, seguramente, los objetivos de corto plazo, que requerirán de acciones concretas que permitan materializar rápidamente los logros alcanzados.

- En la inteligencia de que las Ciencias de la Tierra convergen necesariamente hacia objetivos, técnicas, procedimientos y desarrollos comunes, este simposio internacional ha constituido apenas un primer paso para la integración de nuestros profesionales, de las tareas compartidas y la optimización de recursos.

- Sin dudas, los profesionales de la Ingeniería, en general, y los de la Agrimensura, en particular, encontraran en esta nueva Ciencia innumerables posibilidades de acción. No existe especialidad que no tenga algún vínculo con la Geomática. Desde la necesaria geolocalización para el desarrollo de sus actividades, hasta los impactos que generan

sus productos en el medio ambiente, pasando por todo el amplio espectro de estudio, todas ellas recurren directa o indirectamente a los recursos de esta nueva y apasionante ciencia.

- La nueva edición de GEODATA, prevista para el año 2019, deberá fijarse entre sus objetivos, una etapa superadora y ampliada. Deberá apuntar, sin dudas, a la consolidación de objetivos y a la concreción de todas aquellas manifestaciones de intención, que con buen criterio e iniciativa fueran formuladas en este primer Simposio.

- Formar nuevos profesionales capacitados, a través de especializaciones para la aplicación de los recursos geomáticos, en sus respectivas áreas de trabajo, es una necesidad ya instalada y un desafío, que pronto han de tener que abordar las instituciones educativas, para dar respuesta a una creciente y cada vez más exigente demanda.

Agenda RADI 2017-2018

Roberto Giordano

Facultad de Ingeniería - UFASTA
E-mail: roberto@giordanolarena.com

XXI CONGRESO ARGENTINO DE BIOINGENIERÍA Y X JORNADAS DE INGENIERÍA CLÍNICA - SABI 2017
25 al 27 de octubre de 2017.
Córdoba, Argentina

CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA INFORMÁTICA - SISTEMAS DE INFORMACIÓN - CONAIISI 2017
2 al 3 de noviembre de 2017.
Santa Fe, Argentina

CONGRESO POST COMPAT 2017
10 de noviembre de 2017
Córdoba, Argentina

XII LATIN-AMERICAN CONFERENCE ON ELECTRICITY GENERATION AND TRANSMISSION - CLAGTEE 2017
12 al 15 de noviembre de 2017.
Mar del Plata, Argentina

WORLD ENGINEERING EDUCATION FORUM - WEEF 2017
13 al 16 de noviembre de 2017
Kuala Lumpur, Malasia.

IX JORNADAS ARGENTINAS DE ROBÓTICA - JAR 2017
15 al 17 de noviembre de 2017.
Córdoba, Argentina

ENCUENTRO DE INVESTIGADORES Y DOCENTES DE INGENIERÍA - ENIDI 2017
22 al 24 de noviembre de 2017
Mendoza, Argentina

XXXV CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA - CASEIB 2017
29, 30 de noviembre y 1 de diciembre de 2017
Bizkaia Aretoa, País Vasco, España

11 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTIVE MOBILE COMMUNICATION, TECHNOLOGIES AND LEARNING - IMCL2017
30 de noviembre al 1 de diciembre de 2017
Thessaloniki, Grecia

28TH AUSTRALASIAN ASSOCIATION FOR ENGINEERING EDUCATION CONFERENCE - AAEE2017
10 al 13 de diciembre de 2017
Manly, Australia

CONGRESO UNIVERSIDAD 2018
12 al 16 de febrero de 2018
La Habana, Cuba

INNOVATED IGIP CERTIFICATION PROGRAM IN SPANISH
19 al 23 de febrero de 2018
Buenos Aires, Argentina

FERIA INTERNACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR
27 de febrero al 2 de marzo 2018
Mendoza. Argentina

CONGRESO MUNDIAL DE EDUCACIÓN, INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EDUCATIVA
22 al 24 de febrero 2018
A Coruña. España

2ª CONFERENCIA NACIONAL DE INFORMÁTICA FORENSE - INFO-CONF 2018
12 al 13 de abril de 2018
Mar del Plata, Argentina

VIII CONGRESO IBEROAMERICANO DE DOCENTES E INVESTIGADORES EN DERECHO E INFORMÁTICA - CIIDI 2018
10 y 11 de mayo de 2018
Salta, Argentina

VI JORNADAS NACIONALES Y II LATINOAMERICANAS DE INGRESO Y PERMANENCIA EN CARRERAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS - IPECYT 2018
16 al 18 de mayo de 2018
Olavarría, Argentina

VI CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA MECÁNICA - CAIM 2018
10 al 12 de Octubre de 2018
San Miguel de Tucumán, Argentina

VIII CONGRESO INTERNACIONAL Y XXII REUNIÓN TÉCNICA DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN
5 al 9 de Noviembre de 2018
Olavarría, Argentina

HISTORIAS Y ANÉCDOTAS DEL CONFEDI

El nacimiento de la práctica profesional supervisada (PPS)

Edgardo Fabian Irassar

*Decano de la Facultad de Ingeniería de la
UN Centro de la Provincia de Buenos Aires
(1992-2000) – (2004-2012)
Presidente del CONFEDI (2007-2008)*

A mediados de la década del '90, la acreditación de carreras de interés público definido por el Art. 43 de la Ley de Educación Superior (LES), sancionada en 1995, requería de la fijación de estándares para la evaluación por la Comisión Nacional de Acreditación y Evaluación Universitaria (CONEAU). La LES estuvo dirigida fundamentalmente a regular el sistema universitario, y no contaba con el consenso de gran parte de la comunidad universitaria. Su vigencia implicó largas discusiones, que llevaron al convencimiento de los integrantes del CONFEDI que debíamos incidir directamente sobre las decisiones ministeriales, en el campo de la ingeniería.

En 1996, el CONFEDI había publicado el documento *“Unificación Curricular en la Enseñanza de las Ingenierías en la República Argentina”*, más conocido como *Libro Azul*, como resultado del proyecto de *“Modernización de la Enseñanza de las Ingenierías”*, con la colaboración del Instituto de Cooperación Iberoamericana (ICI), de la Agencia Española de Cooperación Internacional. El documento aprobado fue presentado en el Palacio Pizurno a la Ministra de Educación de la Nación, luego del Plenario en la UN Lujan (1996). Por que como dice el dicho popular, uno se encomienda a la Virgen de Luján, pero Dios atiende en Buenos Aires.

Este documento no era suficiente para cu-

brir los distintos aspectos surgidos de las comisiones que trabajan en la SPU, para establecer las pautas para acreditación de carreras de grado. Corría el año 1998, la comisión del MEyC-SPU 28, con la participación del Ing Jorge González (U.N. Córdoba) redactaba el documento “Estándares para la acreditación de carreras de ingeniería”. En el frío junio porteño, la CONEAU se realizaba el Taller sobre acreditación de carreras de grado en el área de Ingeniería, y todos leíamos distintas experiencias internacionales sobre acreditación, como las ABET-2000, el documento con una buena dosis latina de criterios desarrollado por la CONAEVA (el organismo de acreditación mexicano), titulado “Lineamientos generales y estrategia para evaluar la Educación Superior”, y cuanto documento de experiencia europea o latinoamericana a la que teníamos acceso. Como cuestión de época, los documentos al comienzo se repartían en los Talleres anillados o en diskettes de 3.5” y luego irrumpió el mundo mágico de www que había sido incorporando en Argentina, a partir de 1995.

Finalmente, los acuerdos de estas discusiones se trataron en la XXVII Reunión Plenaria del CONFEDI, realizada en Mayo del 2000 en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA), donde se aprobó el documento titulado *“Propuesta de Acreditación de Carreras de Grado de Ingeniería en la República Argen-*

tina”, hoy conocido como el *Libro Verde*. La redacción estuvo a cargo de Daniel Morano y quien relata. Su finalidad era constituirse en el documento base para los estándares de acreditación de las carreras de Ingeniería. Muchos creímos que este documento sería tomado por el Ministerio, la SPU y el Consejo de Universidades, para convertirse en las resoluciones de acreditación.

Contemporáneamente, la CONEAU había emitido en noviembre de 1999, su ordenanza 005/99 de *“Procedimientos y pautas para la acreditación de carreras de grado”* y fue necesario acomodar los estándares de ingeniería, con esta resolución. También aparecían los estándares para la acreditación de las carreras de Medicina, que influirán en la estructura y redacción de todos los documentos para las carreras que posteriormente fuesen incluidas en el Art. 43.

Eran momentos de negociación y se conformó una Comisión designada en la Reunión Plenaria de Resistencia integrada por Luis De Marco, Horacio Albina, Osvaldo Micheloud, Daniel Morano y quien relata. Con la presidencia de Roberto Aguirre en el CONFEDI, la comisión se reunió varias veces por el mes mayo de 2000, con los representantes de la CONEAU. El objetivo era obtener un documento para proponer al Ministerio de Educación y que éste fuera aprobado por el Consejo de Universidades. Para ello como se imponía en las normativas debía justificarse la nómina de los títulos de ingeniería afectados, establecer el alcance de cada título, la carga horaria mínima, los contenidos curriculares básicos, la intensidad de la formación práctica y los estándares de acreditación. El documento indicaba que:

“Los sistemas técnicos objeto de tratamiento por parte de la ingeniería conciernen a la salvaguardia de la vida, la tierra, la propiedad, los intereses económicos, el bienestar público y el medio ambiente y su ejercicio es en general susceptible originar riesgos como los enunciados en el artículo 43 de la Ley N° 24.521. Una de las más importantes misiones de la ingeniería consiste en mantener

estos riesgos acotados por límites aceptables para los individuos y la sociedad. Ingeniería es, por lo tanto, una profesión en la que se dan los supuestos previstos en la ley para ser incluida entre los títulos de interés público”.

La **nómina de títulos** se correspondía al proceso de unificación curricular realizado por el CONFEDI, incluyendo las carreras de Ingeniería en Aeronáutica, Ambiental, en Alimentos, Civil, Eléctrica, Electromecánica, Electrónica, Industrial, Mecánica, en Sistemas de Información o Informática, Química, en Petróleo, en Agrimensura y en Minas. La carga horaria mínima y los contenidos curriculares básicos, estaban incluidos en los documentos del CONFEDI que fueron transcritos, y gran parte de los estándares surgían de la propuesta de acreditación. Pero nada teníamos acordado, en lo referido a la intensidad de la formación práctica.

Así fue que a partir de un breve documento (no más de 6 carillas), se resumió la propuesta basada en las palabras claves que definen los alcances de cualquier carrera de ingeniería y que son indispensables para obtener capacidades y habilidades propias del ejercicio profesional. La intensidad de la formación práctica debía estar estrechamente relacionada a las actividades que formarían las competencias indispensables para el ejercicio profesional. Estas competencias incluían las actitudes y habilidades propias de la ingeniería resumida en las palabras claves: *Planificar y Conducir experimentos, Resolver problemas, Diseñar y Proyectar*. Pero había otras habilidades surgidas del perfil de ingeniero (*ejercer en la sociedad, comunicarse, evaluar el impacto en la sociedad, reconocer el ambiente multidisciplinario, reconocer los límites de su conocimiento, actuar profesionalmente*), que estaban íntimamente relacionadas con el ambiente socioeconómico-laboral en el que actuaría el futuro profesional. Para ello, se planeó que sería necesaria una pasantía del estudiante de media jornada con una duración aproximada de tres meses, en un ambiente socio-productivo o en proyectos

de la carrera, vinculados con ese ambiente.

Finalmente, se propusieron cuatro componentes para la formación práctica de ingeniería:

A. Resolución de Problemas de ingeniería en papel o simulación

B. Experiencias de Laboratorios, especialmente diseñadas para el rol que cumplen los ingenieros (diseño o solicitud de experimentos para probar materiales equipos, etc. y análisis de resultados.

C. Prácticas de diseño en Ingeniería, incluyendo proyectos

D. Relación con el medio laboral que se llamará Práctica Profesional Supervisada (PPS)

Este documento con modificaciones se aprobó el 22 de mayo de 2000, en la reunión del Comité Ejecutivo del CONFEDI y al día siguiente, con los integrantes de CONEAU, esto dio lugar al documento "*Acreditación de carreras de grado de Ingeniería: requisitos previstos en los artículos 42 y 43 de la ley 24.521*", donde nacieron las PPS.

Luego con modificaciones, especialmente, la omisión de las carreras Sistemas e Informática, el documento se aprobó en el Consejo de Universidades, originando las resoluciones **Ministerial 1232/01** y 1054/02. Finalmente, la CONEAU elaboró los instrumentos de acreditación, sobre estas pautas. Pero ésta corresponde a otra historia que tuvo la dicha de protagonizar.

El tiempo ha transcurrido, y de esta historia resalto nuestro gran compromiso por incidir y contribuir con la formación de ingenieros aptos para su desarrollo profesional en Argentina, un poco alejados de aquellos programas que sólo perseguían la formación de técnicos, con una baja relación con el entorno socio-económico que tendría que modificar, para mejorar la calidad de vida de nuestro pueblo.

Gracias amigos del CONFEDI, por compartir este recuerdo con todos Uds. Los saludo con el afecto de siempre. Un abrazo.

Herramienta para el desarrollo de habilidades de programación en estudiantes no videntes

María Julia Blas¹

Diego García Lozano²

Marta Castellaro³

¹ E-mail: mariajuliablas@santafe-conicet.gov.ar
INGAR Instituto de Desarrollo y Diseño
CONICET – UTN Facultad Regional Santa Fe

² E-mail: diegogarcialozano95@gmail.com
UTN Facultad Regional Santa Fe

³ E-mail: mcastell@frsf.utn.edu.ar
UTN Facultad Regional Santa Fe



RESUMEN

En el ámbito universitario, la accesibilidad es un área de investigación y atención. La existencia de herramientas de software que contribuyen al aprendizaje de personas no videntes ha crecido, pero su aplicación y grado de apoyo varían según las disciplinas y habilidades requeridas. No siempre es posible encontrar aplicaciones que cumplan los objetivos específicos de una cátedra. En este trabajo, se presenta una herramienta de soporte a la enseñanza de programación basada en experiencias obtenidas a lo largo del cursado de un alumno no vidente. Las dificultades detectadas junto con las soluciones adoptadas, constituyen las bases de la herramienta propuesta.

ABSTRACT

Accessibility is an important research area at university level. The amount of software tools that helps blind people to learn has grown, but their application and support vary according to the disciplines and skills required. It is not always possible to find applications that meet all the objectives of a class. In this paper, we present a teaching support tool that helps blind students to program. The functions included in tool are based on the experiences of a blind student in the algorithms class, including the problems detected and the adopted solutions.

PALABRAS CLAVE:

Accesibilidad, programación no vidente, herramienta de soporte, aplicación de software.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de habilidades de programación es un tema prioritario en la enseñanza de ciencias de la computación. Son muchos los autores que a lo largo de los años han realizado numerosos esfuerzos para facilitar esta tarea. Desde la programación por demostración [1-2] hasta la programación visual [3] (pasando por programación mediante ejemplos [4], programación gráfica [5] y programación física [6]), el número de herramientas de programación preparadas para cubrir las necesidades específicas se ha incrementado.

En la actualidad, las herramientas de desarrollo facilitan el aprendizaje de técnicas de programación en base al análisis de diferentes aspectos y/o propiedades. Esto ha dado lugar a usuarios finales con mejores habilidades para programar, ya que cada usuario puede buscar el conjunto de herramientas que mejor se adapte a sus necesidades sin incurrir en un gran esfuerzo y/o costo. Sin embargo, la mayoría de estas herramientas utiliza interfaces de usuario centradas en la visualización (colores, secciones, indentación, resaltado, imágenes, íconos) para enfatizar aquellos aspectos relevantes que deben ser tenidos en cuenta durante el aprendizaje. Es evidente entonces, que estas herramientas no se encuentran orientadas al aprendizaje de programación para personas no videntes.

En este contexto, múltiples trabajos han detallado diferentes estrategias y soluciones aplicables a esta problemática [7-14]. Sin embargo, el proceso de enseñanza que da lugar al aprendizaje inicial, no es sencillo de llevar a cabo. Aunque existen muchas herramientas disponibles, la mayoría de ellas apunta a brindar soporte al proceso posterior al aprendizaje inicial (dando por sentado que el usuario -en este caso, estudiante- tiene conocimientos previos en el área). Estas soluciones (o combinaciones de ellas) son aplicables en un contexto controlado, pero la realidad cambia cuando uno de los alumnos del curso tiene dificultades para leer el material proporcionado y/o para resolver los ejercicios propuestos de la misma forma que sus compañeros. Esta

situación se evidenció en 1º año de Ingeniería en Sistemas de Información a inicios del ciclo lectivo 2016, llevando a que los docentes de las diferentes cátedras busquen nuevas estrategias de enseñanza aplicables al caso.

Específicamente, dentro de la cátedra Algoritmos y Estructuras de Datos (AEDD), la particularidad de enseñar programación en C++ a un alumno no vidente no pareció presentar un obstáculo. Dada la cantidad de herramientas disponibles, parecía factible utilizar una combinación de las mismas a fin de llevar a cabo las clases teórico-prácticas sin afectar el desempeño del alumno. En este punto, es importante destacar que alumno no poseía conocimientos de programación previos al ingreso universitario, por lo que todas las herramientas a utilizar constituían nuevas experiencias dentro del proceso de aprendizaje.

Aunque la utilización de las herramientas disponibles sentó una base sólida para el trabajo cotidiano, muchos aspectos importantes quedaban relegados al entendimiento y accionar del alumno. Dentro del aula, estos aspectos podían ser solucionados con una explicación del docente, pero el problema se acrecentaba cuando estas dificultades se presentaban por fuera de la clase. Además, al profundizar los temas curriculares y plantear el desarrollo de programas más extensos de forma colaborativa, la lectura de códigos desarrollados por otros compañeros constituía para el alumno no vidente una tarea altamente difícil y tediosa. Por estos motivos, desde la cátedra se impulsó el diseño e implementación de una herramienta de soporte a la tarea de programación que facilite el tratamiento de los problemas ya detectados y, al mismo tiempo, posibilite la incorporación de nuevas características a partir de problemas futuros. La herramienta propuesta posibilita al usuario incorporar marcas y sugerencias dentro de un código ya desarrollado; permitiéndole al alumno leer e interpretar desarrollos realizados por otras personas, como así también depurar sus propios códigos. Este trabajo se presenta a fin de difundir la propuesta en la comunidad educativa no sólo para divulgar

la herramienta sino también para enriquecer los aspectos trabajados con nuevas perspectivas.

El resto del artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera. La sección 2 presenta el conjunto de herramientas que comúnmente utilizan los programadores no videntes. Un alumno con discapacidad visual que quiere aprender a programar tiene a su disposición múltiples herramientas, por lo que esta sección resume y analiza las aplicaciones básicas requeridas [15]. La sección 3 detalla el contexto de la propuesta, poniendo énfasis en los problemas detectados en el alumno no vidente durante el cursado del primer cuatrimestre. La sección 4 conceptualiza el diseño de la herramienta a fin de sentar las bases necesarias para solucionar de forma automática los problemas previamente identificados. La sección 5 introduce los resultados obtenidos hasta el momento. Finalmente las secciones 6 y 7 sintetizan, respectivamente, los trabajos futuros y las conclusiones del trabajo desarrollado.

48



HERRAMIENTAS DE UTILIDAD PARA DESARROLLADORES NO VIDENTES SISTEMA OPERATIVO (SO)

En la actualidad, existe una innumerable cantidad de SO disponibles. Sin embargo, su nivel de adecuación para personas no videntes es bajo, ya que no existen suficientes usuarios como para garantizar una mejor accesibilidad.

Sólo el 1% de las personas ciegas utiliza Linux. Esto se debe a que, entre otras cosas, los lectores de pantalla disponibles no son lo suficientemente avanzados como en otros SO y el manejo del escritorio no es simple e intuitivo. Aunque en un principio puede parecer el SO más apropiado (debido a que es sólo texto), una de sus principales desventajas es la dificultad de trabajo con navegadores ya que el cambio de perspectiva (de escritorio a Internet) complejiza el entendimiento del contenido.

Por su parte, el mayor inconveniente que posee Mac OS X para con los usuarios cie-

gos es que es cerrado. Mientras que en Linux y Windows existen múltiples herramientas de accesibilidad para ser instaladas (por ejemplo, lectores de pantalla y sintetizadores de voz), en este SO sólo pueden instalarse herramientas propietarias. De esta manera, la falta de libertad en los usuarios para elegir las herramientas de accesibilidad más convenientes de acuerdo a sus necesidades se transforma en su principal desventaja.

Desde este punto de vista, Windows es uno de los SO más simples de manipular por personas ciegas ya que flexibiliza la mayoría de los aspectos mencionados. Sin embargo, es importante destacar que cualquier SO puede ser utilizado por usuarios no videntes. Todo depende del objetivo que se tenga en mente al momento de instalarlo en el equipo.

LECTOR DE PANTALLA (LP)

Múltiples estudios demuestran que al utilizar aplicaciones basadas en audio las personas ciegas desarrollan y estimulan su cognición [16–18]. Los LP utilizan esta estrategia de forma tal de reproducir la información visualizada en un monitor como una lectura textual de contenido. En términos generales, estas herramientas constituyen un programa de software que provee una interfaz entre el SO, las aplicaciones y el usuario [19].

Comúnmente, el usuario indica comandos con diferentes combinaciones de teclas a fin de solicitar al lector que informe los cambios de texto que tienen lugar dentro de la pantalla. Cada comando refiere a diferentes acciones, a saber: deletrear una palabra, leer una línea completa, leer un texto completo, encontrar una cadena de caracteres dentro del texto, localizar el cursor o seleccionar un ítem. Lectores más avanzados poseen mayor cantidad de funciones, como ser: localizar texto de un color específico, leer partes preseleccionadas, leer únicamente texto resaltado, identificar la opción activa dentro de un menú, entre otras.

Entre los LP más populares se destacan JAWS (Job Access WithSpeech) [20], NVDA (NonVisual Desktop Access) [21], Win-

dow-Eyes [22], VoiceOver [23], Orca [24], Speakup Project [25], Google Talkback y ChromeVox [26].

ENTORNO DE DESARROLLO INTEGRADO (INTEGRATED DEVELOPMENT ENVIRONMENT – IDE)

Un IDE es una herramienta informática que proporciona servicios integrales para el desarrollo de software [27]. Generalmente, incluye un editor de código fuente, herramientas de construcción automática y un depurador. Además, suele incluir compilador y/o intérprete.

La mayoría de las características incluidas en los IDE actuales son de utilidad para los desarrolladores ciegos. Esto les facilita la tarea de programación, ya sea por el auto-completado inteligente de código y/o por la navegación por bloques. Sin embargo, una de las características más requeridas (y que no todos los IDE presentan), es el uso de comandos de teclado para acceder a las operaciones. Esta particularidad es altamente deseable para los usuarios no videntes ya que les permite prescindir del LP.

ENSEÑANZA DE PROGRAMACIÓN A ALUMNOS NO VIDENTES: DIFICULTADES

A lo largo del 1º cuatrimestre, el programa de la cátedra AEDD propone desarrollar un conjunto de contenidos que buscan introducir al alumno en las nociones básicas de programación. En una primera instancia, se utiliza un pseudo-intérprete en lenguaje natural (que posibilita la adaptación del alumno al pensamiento algorítmico), para luego pasar al paradigma de programación estructurada en C++. De esta manera, los alumnos realizan una transición paulatina entre el lenguaje natural y los lenguajes de programación.

En las clases de teoría los docentes utilizan ejemplos motivadores como parte del proceso de enseñanza. Así, mientras el docente desarrolla los conceptos teóricos, el alumno puede asimilar tales conceptos dentro de un caso práctico específico. Por su parte, las clases de práctica se dividen en dos tipos de actividades basadas en guías de trabajo: actividades en aula y actividades en laboratorio. En el

ámbito del aula, las prácticas se llevan a cabo en papel a fin de que el alumno plasme sus ideas de forma individual. De esta manera, se fomenta el desarrollo de estrategias de solución y no la construcción de soluciones por prueba y error. En el ámbito del laboratorio, los alumnos trabajan de forma cooperativa y colaborativa haciendo uso de herramientas de software que les facilitan la codificación de las soluciones. Además del IDE propuesto por la cátedra [28] utilizan URI Online Judge [29] como mecanismo de auto-evaluación para verificar la correctitud de las soluciones propuestas (para un conjunto de ejercicios previamente identificados por los docentes).

DIFICULTADES Y PROBLEMAS IDENTIFICADOS

Durante el desarrollo de las clases teóricas, la utilización del lector JAWS [20] permitió al alumno no vidente acceder al material bibliográfico (tanto libros como transparencias) proporcionado por la cátedra. La lectura de los códigos de ejemplo se desarrolló combinando el lector con la visualización del código fuente en el IDE, lo que facilitó el seguimiento de las estrategias de solución aplicadas.

En contraposición, durante las clases prácticas se evidenció una mayor cantidad de inconvenientes para comprender las soluciones de los ejercicios. Estas dificultades se relacionaron con aspectos propios de ubicación, localización y especificación de los códigos desarrollados y no con la elaboración de los algoritmos. Al iniciar el cursado, la habilidad del alumno para codificar ejercicios simples en C++ (20-30 líneas) era similar a la de sus compañeros. Sin embargo, al avanzar en los contenidos y dirigir la programación hacia ejercicios más complejos y extensos, se evidenció la falta de mecanismos de soporte para ubicar al usuario dentro de un archivo fuente y poder ayudarlo a comprender la estructura del programa. Se detallan a continuación las dificultades detectadas hasta el momento.

1. Ubicación en el código fuente. La identificación por número de línea es una de las principales formas de ubicación dentro del có-

digo fuente de un programa. Esta localización es de utilidad al momento de corregir errores de sintaxis y/o depurar el código en busca de otro tipo de errores. Sin embargo, en el caso de los programadores ciegos, sirve además como soporte para entender el programa, permitiéndoles analizar las expresiones utilizadas línea a línea y contextualizarlas dentro del desarrollo remanente. Esta característica es de utilidad en códigos reducidos, pero en códigos extensos la simple numeración de las líneas puede no aportar información acerca del contenido del programa.

Tómese como ejemplo la expresión (1), la cual muestra textualmente el contenido que obtendrá un programador ciego del LP al posicionarse con el cursor del IDE en la línea 10 de un código fuente cualquiera. Como puede observarse, es difícil determinar la correctitud de la línea sin conocer el contexto dentro del cual se encuentra inserta. Claro está que este problema no se limita a programadores no videntes, ya que para comprender cualquier expresión es necesario analizar su contexto. Sin embargo, en el caso de personas no videntes, esta lectura es una tarea altamente costosa ya que implica desplazar el cursor hacia las líneas precedentes y consecuentes en espera de que el LP las traduzca. En estos casos, proveer (al menos) la información asociada al método, función o estructura dentro del cual se encuentra una línea de código es información de valor para los usuarios ciegos.

```
10 if(cordenadax>0 &&cordenaday>0){ (1)
```

2. Delimitación de bloques. Muchos lenguajes de programación utilizan llaves para delimitar bloques de código. Cuando los estudiantes aprenden a programar, frecuentemente confunden la delimitación de bloques por medio de llaves con otro tipo de estrategias (por ejemplo, el uso de sangrías). Aún más, es común que los alumnos de los niveles iniciales no tengan en claro los objetivos de los bloques que definen, por lo que suelen trabajar cerrando llaves en lugares incorrectos. Esta situación da lugar a bloques de códigos mal definidos.

Para facilitar la delimitación de bloques, los IDE suelen utilizar colores. La Figura 1 presenta un código C++ desarrollado en Zinjal [28], dentro del cual se visualiza esta particularidad. Como puede observarse, el cursor se encuentra posicionado en una de las llaves de cierre ubicada en la línea 23. Este posicionamiento da como consecuencia que el par de llaves involucradas en el bloque definido sea resaltado en color rojo (llaves de las líneas 12 y 23). Aunque esta información es útil para la mayoría de los programadores, las personas ciegas no poseen ningún mecanismo de soporte que les permita evidenciar este comportamiento.

3. Separación de líneas. En un programa C++ todas las sentencias que no se corresponden con estructuras de control deben finalizar con punto y coma. En un caso ideal, cada línea de un archivo debería contener una (y solo una) sentencia. Sin embargo, los lenguajes de programación no suelen restringir la estructuración de sus códigos a un formato específico, ya que esto depende del editor utilizado para dar soporte al lenguaje y no del lenguaje en sí. Por este motivo, es común encontrar códigos C++ con líneas que siguen el esquema presentado en la expresión (2), donde se visualizan dos sentencias diferentes (una de salida estándar y otra de entrada estándar) dentro de una misma línea (la línea 5).

```
5 cout<<"Ingrese un dato"; cin>>x; (2)
```

Para las personas ciegas, la lectura organizada del código es de mucha utilidad. Este tipo de lectura les posibilita analizar el contenido de un programa de forma sectorizada, permitiéndoles comprender con mayor nivel de certeza las instrucciones, ya que focalizan su atención en la lectura de una sentencia por vez (es decir, una traducción del LP por línea). Además, les facilita la lectura carácter a carácter debido a que pueden reconocer cada punto y coma como la marca de fin de una sentencia. En este contexto, la individualización de sentencias en una única línea constituye un problema a trabajar.

```

1  #include <iostream>
2  using namespace std;
3
4  int main(int argc, char *argv[]) {
5      float cordenadax, cordenaday;
6      cout<<"ingrese el punto en el plano carteciano"<<endl;
7      cin>>cordenadax;
8      cin>>cordenaday;
9
10     if (cordenadax>0 && cordenaday>0) {
11         cout<<"el punto está en el primer cuadrante"<<endl;}
12     else {
13         if (cordenadax<0 && cordenaday>0) {
14             cout<<"el punto está en el segundo cuadrante"<<endl;}
15         else {
16             if (cordenadax<0 && cordenaday<0) {
17                 cout<<"el punto está en el tercer cuadrante"<<endl;}
18             else {
19                 if (cordenadax>0 && cordenaday<0) {
20                     cout<<"El punto está en el cuarto cuadrante"<<endl;}
21                 else {
22                     cout<<"es el origen"<<endl;
23                 }
24             }
25         }
26     }
27     return 0;
28 }

```

Figura 1: Ejemplo C++ del mecanismo de delimitación de bloques que utiliza el IDE Zinjal.

4. *Uso de acentos y distinción entre letras mayúsculas y minúsculas.* Habitualmente los lenguajes de programación estructurados son case sensitive. Esto quiere decir que, dado un texto, se da importancia tanto a las mayúsculas como a las minúsculas para expresar unidad. Lo mismo ocurre, en algunos lenguajes que utilizan codificaciones modernas, con el uso de caracteres acentuados.

En general, los alumnos que inician cátedras de programación utilizan únicamente letras minúsculas (en la mayoría de los casos, sin incluir acentos) para realizar sus definiciones. Como resultado, no evidencian las características del lenguaje hasta encontrarse en etapas avanzadas del aprendizaje. Sin embargo, en el caso de programadores no videntes, su propia formación los lleva a programar códigos de acuerdo a las normas de escritura tradicionales (como ser las reglas de ortografía). Esta situación se pone en evidencia al dar los primeros pasos en programación, dando como resultado la aparición de múltiples errores de sintaxis al compilar los códigos desarrollados. Ante la ocurrencia de estos errores, el LP no brinda una ayuda simple y clara. Mientras que la lectura palabra por palabra omite la distinción de caracteres

especiales, la lectura carácter a carácter (en su forma estándar) no suele estar configurada para detectar esta diferencia. Entonces, la búsqueda de estrategias que ayuden a evitar la ocurrencia de estos errores constituye un problema de interés.

DIFICULTADES Y PROBLEMAS A SER DETECTADOS EN EL FUTURO

Es probable que, al avanzar con los contenidos, se evidencien nuevas dificultades en relación a la codificación de soluciones. Tales dificultades deberán ser afrontadas tanto por el alumno no vidente como por los docentes a cargo de su comisión. Esta situación implica que, al momento de plantear una solución automatizada para los problemas ya identificados, es importante conceptualizar una estrategia de solución que permita incorporar nuevas características a fin de dar solución a eventuales problemas futuros.

AUTOMATIZACIÓN: HERRAMIENTA PARA “HACER EXPLÍCITO LO IMPLÍCITO”

Dadas las dificultades identificadas y considerando la posibilidad de identificar dificultades a futuro, desde la cátedra de AEDD se impulsó la idea colaborativa de desarrollar una herramienta de software que permita re-

resolver estos problemas de forma automática.

Conceptualmente, la herramienta se encuentra diseñada como software de soporte al programador no vidente a fin de simplificar las tareas de lectura y análisis de código fuente. Para esto, el programador deberá elegir un código C++ implementado en un IDE cualquiera y, luego, haciendo uso de la herramienta propuesta generará un código equivalente que mantendrá el contenido original incorporando un conjunto de marcas a fin de agilizar su interpretación. Cada tipo de marca actuará como mecanismo de resolución de una o más de las dificultades identificadas. El código resultante de este proceso de marcado no será más que un nuevo código fuente C++ que podrá abrirse y editarse con cualquier IDE. De esta manera, no se pierden las bondades de los IDE ni se imposibilita el uso de herramientas complementarias por parte de los usuarios no videntes (como por ejemplo el LP).

DESARROLLO BASADO EN PROTOTIPOS EVOLUTIVOS

El desarrollo basado en prototipos posibilita la construcción de modelos de aplicaciones de software sobre los cuales es posible analizar las funcionalidades básicas requeridas sin necesidad de incluir toda la lógica y/o características del modelo final. Así, permite al cliente evaluar en forma temprana el producto e interactuar con diseñadores y desarrolladores para determinar si el desarrollo actual cumple con las expectativas [30].

El modelo basado en prototipos pertenece al conjunto de modelos de desarrollo evolutivos, ya que cada prototipo es evaluado por el cliente a fin de lograr una retroalimentación con la que se refinan los requisitos del software y se ajusta el prototipo actual. Esto permite que, al mismo tiempo, el desarrollador entienda que es lo que se debe construir y el cliente tenga resultados a corto plazo. Si sobre el modelo evolutivo se incorpora una estrategia de desarrollo incremental, se da lugar a un modelo de desarrollo evolutivo e incremental. Este tipo de modelos brinda la posibilidad de

controlar la complejidad y los riesgos, desarrollando una parte del producto software en una etapa y reservando el resto de los aspectos requeridos para el desarrollo futuro. De esta manera, los prototipos desarrollados son mecanismos de prueba de un conjunto de funcionalidades que condensan la idea principal del sistema en desarrollo, aumentando su funcionalidad con el paso del tiempo.

Para la herramienta propuesta, las ventajas de utilizar un desarrollo basado en prototipos son evidentes. No solo permitirá evaluar la adecuación de las soluciones propuestas para cada una de las dificultades identificadas, sino que además posibilitará la incorporación de nuevas funcionalidades a medida que avance el desarrollo. Teniendo en cuenta que existe un único usuario con la capacidad de evaluar las soluciones propuestas, es altamente provechoso lograr una retroalimentación inmediata de forma tal que se agilice el proceso de desarrollo en base a un esquema de mejora continua del producto de software resultante.

ESTILO ARQUITECTÓNICO: PIPELINE

Los sistemas de flujo de datos se caracterizan por la forma en la cual se mueve la información a través del sistema. En general, su arquitectura tiene dos o más componentes de procesamiento (CP) que mapean de diferente forma los datos de entrada en datos de salida. La naturaleza de estos datos no queda restringida por el estilo arquitectónico [31]. Si los vínculos entre componentes se dan de forma secuencial, la arquitectura corresponde a un modelo pipeline. En este modelo, el flujo de datos de salida de un componente se transforma en el flujo de datos de entrada del siguiente.

Si se piensa que existe un CP por cada dificultad identificada y que cada CP trabaja en la automatización de la solución propuesta para tal dificultad, es posible plantear el diseño de la herramienta como una arquitectura pipeline (Figura 2). De acuerdo con este esquema, cada CP actúa sobre una versión del código fuente a fin de modificarla (por medio de incorporación de marcas) y retransmitirla

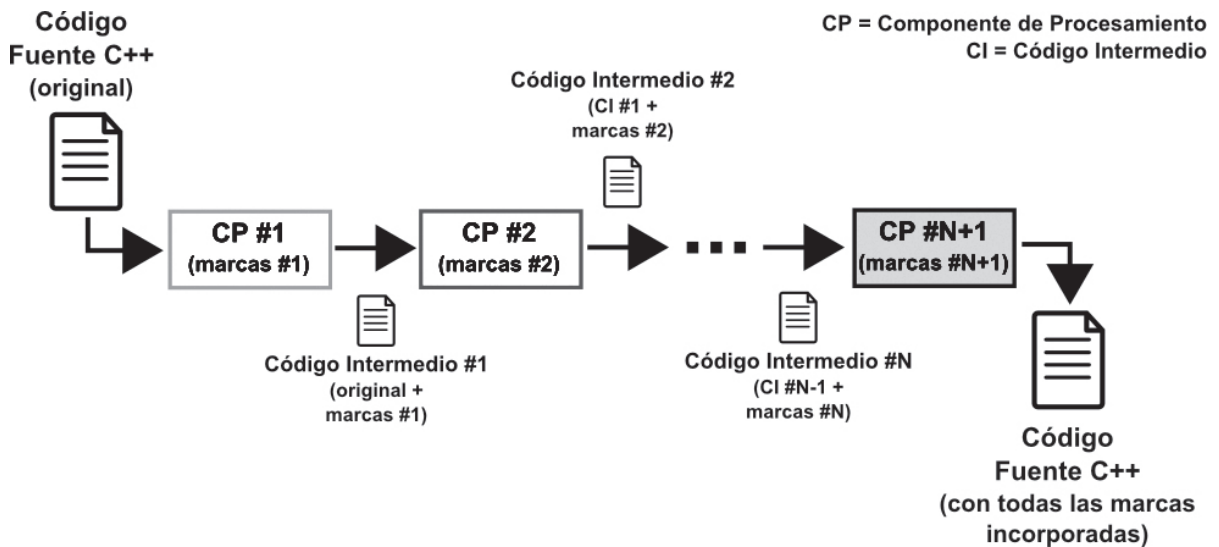


Figura 2: Arquitectura pipeline de la herramienta propuesta.

como flujo de salida hacia otro componente.

Tomando como base a las dificultades previamente enunciadas, se planteó un conjunto de soluciones automatizadas a ser implementadas en los primeros cuatro CP. Estas soluciones se detallan en los siguientes apartados. Por su parte, las responsabilidades de los CP restantes deberán detallarse a medida que se detecten nuevas dificultades y/o problemas.

CP #1 - Formato legible del código fuente: Aunque la legibilidad es una propiedad del código fuente a nivel visual, la organización de la información resultante es de mucha ayuda para los programadores no videntes. Por este motivo, se propone como objetivo del primer CP dar un formato comprensible a un código fuente cualquiera a fin de garantizar la correcta legibilidad de su contenido. Teniendo en cuenta que existen múltiples herramientas desarrolladas específicamente para estos fines (embellecedores, beautifiers, formateadores, entre otros), se propone realizar un análisis de las aplicaciones de código abierto existentes a fin de seleccionar una de ellas y utilizarla como primer módulo del software bajo desarrollo. Es importante destacar que el formateador de código debe ser el primer módulo de la herramienta ya que la información resultante posee un patrón de formato,

simplificando el trabajo de procesamiento a realizar en los componentes restantes.

CP #2 - Comentarios descriptivos en el cierre de bloques: A fin de delimitar explícitamente los bloques de código, se propone la inserción de comentarios descriptivos luego de la llave de cierre asociada al bloque. Específicamente, el comentario a insertar deberá indicar el contexto en el cual está actuando el contenido del bloque. Esta responsabilidad estará asociada al objetivo del segundo CP de la herramienta.

CP #3 – Eliminación de caracteres alfabéticos con acentos y letras mayúsculas: A fin de solucionar los problemas asociados con los caracteres acentuados y letras mayúsculas, se propone modificar el código entrante reemplazando tales caracteres por los caracteres en minúsculas no acentuados equivalentes. Esta transformación será incorporada a la herramienta como objetivo del tercer CP.

CP #4 - Descriptor de cantidad de líneas por función: A fin de especificar un tamaño para cada función, se propone incorporar como parte del encabezado un comentario descriptivo que indique la cantidad de líneas involucradas y los números de línea de inicio y fin asociados. De esta manera, el lector puede (sin necesidad de conocer el desarrollo de la función) dimensionar su extensión. La im-

plementación de esta responsabilidad queda como objetivo asociado al cuarto CP de la herramienta.

RESULTADOS PRELIMINARES

Tal como se ha mencionado con anterioridad, la herramienta propuesta en este trabajo se encuentra actualmente en proceso de desarrollo. Un becario de grado ha sido asignado a esta tarea, trabajado en estrecha relación con los docentes y auxiliares de la cátedra. El lenguaje de programación Java fue elegido para la implementación debido a

sus ventajas en cuanto a portabilidad y accesibilidad.

Teniendo en cuenta la finalidad del primer CP, se realizó un estudio de los embellecedores existentes. Se decidió trabajar con Uncrustify [32] debido a que, además de ser una herramienta de código abierto, es lo suficientemente completa como para abarcar todos los posibles problemas de formato asociados a un código C++. Esta herramienta se ejecuta por consola y modifica el archivo fuente original, por lo que provee además las interfaces necesarias para trabajar en conjunto con

```

1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3
4 int main(int argc, char *argv[]) {
5     float cordenadax, cordenaday;
6     cout<<"ingrese el punto en el plano carteciano"<<endl;
7     cin>>cordenadax;
8     cin>>cordenaday;
9
10    if (cordenadax>0 && cordenaday>0) {
11        cout<<"el punto está en el primer cuadrante"<<endl;
12    }
13    else {
14        if (cordenadax<0 && cordenaday>0) {
15            cout<<"el punto está en el segundo cuadrante"<<endl;
16        }
17        else {
18            if (cordenadax<0 && cordenaday<0) {
19                cout<<"el punto está en el tercer cuadrante"<<endl;
20            }
21            else {
22                if (cordenadax>0 && cordenaday<0) {
23                    cout<<"El punto está en el cuarto cuadrante"<<endl;
24                }
25            }
26        }
27    }
28    cout<<"es el origen"<<endl;
29    return 0;
30 }
31

```

```

1 #include <iostream>
2 using namespace std;
3 int main(int argc, char *argv[]) {
4     float cordenadax, cordenaday;
5     cout<<"ingrese el punto en el plano carteciano"<<endl;
6     cin>>cordenadax;
7     cin>>cordenaday;
8     if (cordenadax>0 && cordenaday>0) {
9         cout<<"el punto está en el primer cuadrante"<<endl;
10    }//CIERRA EL BLOQUE DE if (cordenadax>0 && cordenaday>0)
11    else {
12        if (cordenadax<0 && cordenaday>0) {
13            cout<<"el punto está en el segundo cuadrante"<<endl;
14        }//CIERRA EL BLOQUE DE if (cordenadax<0 && cordenaday>0)
15        else {
16            if (cordenadax<0 && cordenaday<0) {
17                cout<<"el punto está en el tercer cuadrante"<<endl;
18            }//CIERRA EL BLOQUE DE if (cordenadax<0 && cordenaday<0)
19            else {
20                if (cordenadax>0 && cordenaday<0) {
21                    cout<<"El punto está en el cuarto cuadrante"<<endl;
22                }//CIERRA EL BLOQUE DE if (cordenadax>0 && cordenaday<0)
23            }
24        }
25        cout<<"es el origen"<<endl;
26    }//CIERRA EL BLOQUE DE else DE if (cordenadax>0 && cordenaday<0)
27    }//CIERRA EL BLOQUE DE else DE if (cordenadax<0 && cordenaday>0)
28    }//CIERRA EL BLOQUE DE else DE if (cordenadax<0 && cordenaday<0)
29    }//CIERRA EL BLOQUE DE else DE if (cordenadax>0 && cordenaday>0)
30    return 0;
31 }//CIERRA EL BLOQUE DE int main(int argc, char *argv[])

```

Figura 3: Prueba del prototipo: código original (izquierda) vs. código equivalente (derecha).

el resto de los componentes propuestos. De forma adicional se implementó una primera aproximación del segundo CP propuesto.

Con ambos CP implementados, se procedió a la prueba del primer prototipo. Para esto, se tomó un conjunto de códigos de ejemplo desarrollados por el alumno no vidente a lo largo del cursado. La Figura 3 visualiza el mismo código de ejemplo (implementado en Zinjal), en dos instancias diferentes: antes de la ejecución del prototipo (izquierda) y después de la ejecución del prototipo (derecha). Como puede observarse, además de tener mayor legibilidad, el código resultante incorpora un conjunto de comentarios descriptivos. Estos comentarios permiten al programador no vi-

dente interpretar su significado una vez que han sido traducidos por el LP. Existen dos aspectos importantes del código resultante a destacar. Primero: no posee indentaciones. Esto se debe a que los LP tienen únicamente la capacidad de leer contenido (es decir, no leen espacios en blanco y/o tabulaciones bajo el modo de lectura tradicional). En este contexto, la incorporación de indentaciones como parte del código sólo dificultaría su lectura. Segundo: la cantidad de líneas de código se ha incrementado (de 25 a 30) como resultado del proceso de transformación. Sin embargo, aunque el código es más extenso, su interpretación es mucho más sencilla.

TRABAJOS FUTUROS

En base a la estrategia propuesta, se espera completar el diseño y desarrollo de la herramienta incorporando los CP restantes junto con nuevos módulos que respondan a dificultades futuras. La arquitectura elegida facilita la adición de estos componentes en interacción con los ya implementados por medio del intercambio de información.

La construcción basada en prototipos evolutivos permitirá realizar una prueba en las diferentes etapas de desarrollo, lo que posibilitará mejorar cada uno de los módulos implementados de forma independiente. En consecuencia, al finalizar la construcción de la herramienta el proceso de pruebas estará concluido.

Dentro de la facultad, la herramienta quedará a disposición del alumno no vidente para que la utilice a lo largo del aprendizaje. Podrá ser mejorada por las cátedras que así lo requieran a medida que el alumno avance en la carrera. Se dejará disponible para su descarga una versión empaquetada que podrá ser utilizada por cualquier usuario que así lo desee.

Como extensión de este trabajo, existe la posibilidad de desarrollar un complemento para el IDE Zinjal [28] de forma tal que las marcas y sugerencias se incorporen al código fuente a medida que el programador no vidente se encuentra codificando sus archivos.

CONCLUSIONES

Se ha presentado una herramienta de soporte a la enseñanza de programación pensada para ser utilizada por alumnos no videntes. Tanto la incorporación de nuevas características como la mejora de las existentes, forman parte del proceso continuo de adaptación de la herramienta, no restringiendo su ámbito a la cátedra AEDD. Tal como se ha mencionado con anterioridad, la arquitectura definida posibilita la incorporación de nuevas características. Aunque los principales aspectos de la herramienta se encuentran aún bajo desarrollo, los resultados preliminares han demostrado ser de utilidad para el alumno.

En este contexto, es importante destacar que la accesibilidad es un tema que aún debe ser atendido y explorado a nivel universitario. A diferencia de la educación primaria y secundaria, donde se tienen asistentes especiales y talleres extracurriculares de apoyo, a nivel universitario existe una ausencia de mecanismos de contención que ayuden tanto al docente como al alumno a lograr un verdadero aprendizaje.

REFERENCIAS

- [1] Cypher, A.; Halbert, D.C. (1993). *Watch what I do: programming by demonstration*. MIT Press.
- [2] Mc Daniel, R.; Myers, B. (1999). *Getting more out of programming-by-demonstration*. Human factors in computing systems, ACM CHI'99 Proceeding, 1(1), 442-449.
- [3] Rosson, M.; Seals, Ch. (2001). *Teachers as simulation programmers: minimalist learning and reuse*. Human factors in computing systems, ACM CHI'01 Proceedings, 1 (2), 237-244.
- [4] Liberman, H. (2001). *Your wish is my command: Programming by example*. Morgan Kaufmann.
- [5] Travers, M. (1994). *Recursive interfaces for reactive objects*. Human factors computing systems, ACM CHI'94 Proceedings, 1(1), 379-385.
- [6] Montemayor, J. (2001). *Physical programming: Software you can touch*. Human factors in computing systems, ACM CHI'01 Extended abstracts, 1(1), 81-82.
- [7] Sánchez, J.; Aguayo, F. (2005). *APL: Un Lenguaje de Programación basado en Audio para Aprendices Ciegos*. IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa, 1(2005), 31-38.
- [8] Kopecek, I.; Jergová, A. (1997). *Programming and visually impaired people*. Proceedings of the XV. World Computer Congress ICCHP 1997, 365-372.
- [9] Frauenberger, Ch.; Noistering, M. (2003). *3D audio interfaces for blind*. Proceedings of international conference on auditory display, Boston, USA, 280-283.
- [10] Smith, A.C.; Francioni, J.M.; Matzek, S.D. (2000). *A Java programming to for*

- students with visual disabilities. 4th ACM conference on assistive technologies proceedings, 1(1), 142-148.
- [11] Siegfried, R.M. (2006). Visual programming and the blind: the challenge and the opportunity. ACM SIGCSE Bulletin, 38 (1), 275-278.
- [12] Kirchner, C.; Schmeidler, E. (2001). Adding audio description: Does't make a difference?. Journal of Visual Impairment & Blindness, 95 (4), 197-212.
- [13] Alistair, E. (1989). Soundtrack: An auditory interface for blind users. Human-computer interaction, 4(1), 45-66.
- [14] Sánchez, J.; Aguayo, F. (2005). Blind learners programming through audio. Human factors in computing systems, ACM CHI'05 Extended abstracts, 1, 1769-1772.
- [15] The Tools of a Blind Programmer. Disponible en <https://www.parhamdoustdar.com/2016/04/03/tools-of-blind-programmer/>. [Último acceso: 21-Jul-2016].
- [16] Mereu, S.W.; Kazman, R. (1996). Audio enhanced 3D interfaces for visually impaired users. Human factors in computing systems. ACM CHI '96 Proceedings, 1(1), 72-78.
- [17] Sánchez, J.; Lumbreras, M.; Cernuzzi, L. (2001). Interactive virtual acoustic environments for blind children: computing, usability, and cognition. Human factors in computing systems, ACM CHI'01 Extended abstracts, 1(1), 65-66.
- [18] Sánchez, J.; Baloian, N.; Hassler, T.; Hoppe U. (2003). Audio battleship: blind learners collaboration through sound. Human factors in computing systems, ACM CHI'03 Extended abstracts, 1(1), 798-799.
- [19] American Foundation for the Blind. Disponible en <http://www.afb.org/default.aspx>. [Último acceso: 21-Jul-2016].
- [20] Jaws Screen Reader - Best in Class. Disponible en <http://www.freedomscientific.com/Products/Blindness/JAWS>. [Último acceso: 21-Jul-2016].
- [21] NV Access. Disponible en <http://www.nvaccess.org/>. [Último acceso: 21-Jul-2016].
- [22] GW Micro - Window-Eyes. Disponible en <http://www.gwmicro.com/window-eyes/>. [Último acceso: 21-Jul-2016].
- [23] Accessibility - OS X – Voice Over - Apple. Disponible en <http://www.apple.com/accessibility/osx/voiceover/>. [Último acceso: 21-Jul-2016].
- [24] Orca. Disponible en <https://help.gnome.org/users/orca/stable/>. [Último acceso: 21-Jul-2016].
- [25] The Speakup Project. Disponible en <http://www.linux-speakup.org/>. [Último acceso: 21-Jul-2016].
- [26] Chrome Vox. Disponible en <http://www.chromevox.com/>. [Último acceso: 21-Jul-2016].
- [27] SALAVERT, Isidro Ramos y PÉREZ, María Dolores Lozano. (2000). Ingeniería del software y bases de datos: tendencias actuales. Universidad de Castilla La Mancha.
- [28] Zinjal. Disponible en <http://zinjai.sourceforge.net/>. [Último acceso: 21-Jul-2016].
- [29] URI Online Judge. Disponible en <https://www.urionlinejudge.com.br>. [Último acceso: 21-Jul-2016].
- [30] Pressman, R.S. (2010). Software Engineering: A Practitioner's Approach, 7th ed. McGraw-Hill.
- [31] Albin, S.T. (2003). The art of software architecture: design methods and techniques. John Wiley & Sons.
- [32] Uncrustify. Disponible en <http://uncrustify.sourceforge.net/>. [Último acceso: 21-Jul-2016].

Trabajo seleccionado del CoNalISI 2016

Clasificación automática de textos periodísticos usando SVM

C. Javier Izetta Riera¹Juan G. Salinas²¹E-mail: javierizetta@gmail.com²E-mail: juansalinas90@gmail.com

Universidad Nacional de Jujuy

RESUMEN

En los últimos años el periodismo pasó de su formato clásico de publicación al electrónico. Así, las webs de noticias están obligadas a mejorar sus prestaciones mediante una mejor organización de la información disponible para el lector. En este trabajo se propone abordar la clasificación automática de textos periodísticos digitales a través del Aprendizaje Automatizado. Se presentan dos clasificadores de textos periodísticos basados en Support Vector Machine junto con dos técnicas nuevas de reducción de dimensionalidad del espacio de características. Estos clasificadores fueron evaluados con distintas colecciones de noticias extraídas de páginas webs demostrando un buen desempeño.

ABSTRACT

Recently the journals have begun to publish their online versions. This new format requires better ways to organize and present the information to readers. This article introduces a new approach based on Machine Learning in order to classify online news. Two classifiers using the Support Vector Machine method and two new dimensionality reduction techniques are presented. A good performance has been obtained when both classifiers were evaluated on several news collections extracted from different newspaper websites.

PALABRAS CLAVES:

Clasificación Automática de Textos, Support Vector Machine

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos junto a la reducción del costo de almacenamiento provocaron un aumento en la disponibilidad de información en formato digital. Además, la información que circula por la web crece exponencialmente con el paso del tiempo y con ello surge la necesidad de organización y clasificación de la misma. Es de esta manera que la Cate-

gorización Automática de Texto (CAT) surge de la necesidad de desarrollar herramientas que faciliten la manipulación de un gran volumen de información y tiene como objetivo hallar una función óptima de clasificación de documentos a partir de atributos constituidos por palabras que describen cada categoría específica [1]. Ya durante los 80's tuvieron lugar soluciones basadas en reglas genera-

das manualmente por expertos, denominadas "Sistemas Basados en Conocimiento". Una solución sencilla pero que requería un gran esfuerzo humano a la hora de la generación de las reglas. Durante los 90's con otro tipo de perspectiva, se introducen soluciones que conducen a la CAT como un problema de clasificación supervisada, es decir, a partir de una muestra de documentos previamente etiquetados como pertenecientes a una clase o categoría, se procede a la extracción del conocimiento necesario para la clasificación automática de nuevos documentos. Los métodos computacionales desarrollados para tal fin forman parte de lo que se conoce como Aprendizaje Automatizado (AA). Con esta metodología se reduce considerablemente la intervención humana, la cual solo queda delegada a etapas de diseño. A partir de esta etapa diversos algoritmos de AA, fueron utilizados para dar solución a la problemática de CAT. Se pueden destacar aquellos con muy buenos resultados como Redes Neuronales Artificiales [2], Árboles de Decisión [3], Naive Bayes [4] y K-vecinos más cercanos [5]. Un método que alcanzó gran interés en los últimos años dentro del área de AA son las Máquinas de Vectores Soporte (SVM. por sus siglas en inglés Support Vector Machine) y es posible encontrar diversos trabajos que evidencian que constituyen una buena solución a una amplia gama de problemas de clasificación, demostrándose sobre todo buen desempeño [6] [7]. En este trabajo se propone utilizar el método SVM para la clasificación automática de textos periodísticos extraídos de webs del noroeste argentino. Para textos en español, en la literatura existen algunas propuestas que aplican SVM a CAT, entre ellas pueden mencionarse el trabajo de Varguez Moo y colaboradores [8] que destaca la robustez del método SVM en la clasificación de documentos, el trabajo de Villasana y colaboradores [9] que demuestra el excelente desempeño de SVM y el uso de un kernel de cadenas aplicado a la CAT y el trabajo de Hidalgo y colaboradores [10] que realiza una evaluación comparativa de distintos algorit-

mos de aprendizaje en CAT obteniendo los mejores resultados con SVM.

MÁQUINAS DE VECTORES SOPORTE

El concepto de Máquinas de Vectores Soporte (SVM) se introduce en los años 90's por Vapnik y colaboradores [11]. En sus principios solo se destinó a resolver problemas de clasificación del tipo binaria aunque posteriormente también ha llevado a la resolución problemas de multclasificación. Dentro de las técnicas y herramientas para los problemas de clasificación, SVM han ganado popularidad por su capacidad de generalización a la hora de clasificar nuevos elementos con un bajo costo computacional. Desde un punto de vista experimental e interpretativo, SVM busca construir un separador lineal de clases o un hiperplano en el espacio de características original. Así, el clasificador obtenido constituye un modelo que servirá para predecir la clase de nuevos casos. Cuando el conjunto de datos es separable linealmente (Figura 1a), una manera formal de describir el método SVM, es la siguiente:

Se parte de un conjunto de ejemplos muestrales $S=\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, todos pertenecientes a un espacio característico $S \subset X \subseteq R^m$, (m indica la dimensión del espacio muestral o espacio de características), de los cuales algunos pertenecen a la clase de muestras positivas (+1) y otros a la clase de muestras negativas (-1). Entonces cada ejemplo de entrenamiento se define a partir de un par (x_i, y_i) con $x_i \in R^m$ e $y_i \in \{+1, -1\}$, de manera que el conjunto de entrenamiento queda expresado como

$$L=\{(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\}.$$

El objetivo de SVM en la clasificación binaria consiste en construir un hiperplano de dimensión $(m-1)$ que separe los ejemplos etiquetados con -1 de los etiquetados con +1 con un margen máximo. Ya que, como se aprecia en la Figura 1b, podrían existir infinitos hiperplanos que separen los ejemplos, SVM buscará aquel que lo haga con un máximo margen geométrico.

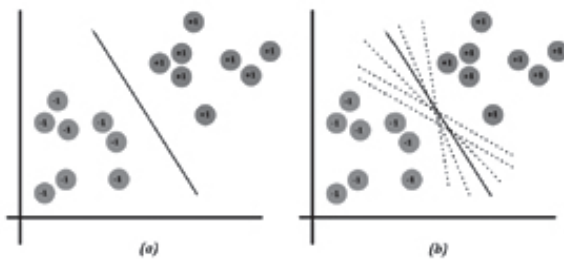


Figura 1: Hiperplanos de separación en un espacio bidimensional de un conjunto de ejemplos separables en dos clases.

SVM multiclase

En los últimos años se han desarrollado varios métodos para poder resolver problemas multiclase utilizando una combinación apropiada de clasificadores binarios. Las estrategias más utilizadas para poder aplicar SVM en problemas multiclase son: Uno Contra Uno (OVO-SVM) y Uno Contra Todos (OVA-SVM). Ambas consisten en convertir un problema de múltiples clases a varios problemas de dos clases, procediendo de la siguiente manera:

Uno Contra Todos (OVA-SVM): Para un problema con c clases, se construyen c clasificadores binarios SVM. El i -ésimo SVM es entrenado usando todos los ejemplos re-etiquetados de manera que la i -ésima clase es positiva y las demás clases son negativas.

Uno Contra Uno (OVO-SVM): En este caso, para un problema con c clases, se construye $(c-1)/2$ clasificadores binarios SVM, cada uno para discriminar un par de clases. Cada clasificador es entrenado solo con los ejemplos de las dos clases.

CLASIFICADORES PROPUESTOS

La construcción de los clasificadores propuestos en este trabajo se abordó a través de dos etapas claramente delimitadas. La primera etapa, a la que suele llamarse “etapa de entrenamiento”, se inicia con la recopilación manual de una serie de textos periodísticos de diarios digitales del noroeste argentino extraídos de la web (documentos de entrenamiento). Esta colección se procesa para lograr una representación adecuada para el entrenamiento de los clasificadores. Luego se realiza una reducción del conjunto de carac-

terísticas generado por la colección (reducción de dimensionalidad) con el fin de mejorar el rendimiento durante el aprendizaje de los clasificadores. Una vez que éstos fueron entrenados, tiene lugar la segunda etapa, llamada “etapa de prueba”, que consiste en la evaluación del desempeño de los clasificadores con nuevos documentos no considerados durante la etapa anterior. En la Figura 2 es posible observar con más detalle los pasos para la construcción de los clasificadores propuestos.

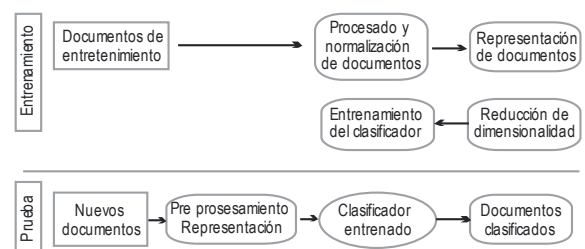


Figura 2: Esquema básico de la construcción de los clasificadores.

PREPROCESADO Y NORMALIZACIÓN DE DOCUMENTOS

En este paso se busca definir tokens o términos, para ello, en los clasificadores propuestos un token queda conformado por aquella cadena de caracteres delimitados por espacios en blanco. Además, en esta instancia, se descartan aquellos caracteres tales como símbolos y números ya que no aportan información alguna para la clasificación. Y también aquellos tokens o términos identificados como “palabras de parada” (stopwords), este conjunto de palabras está constituido por preposiciones, artículos, pronombres, conjunciones, contracciones y ciertos verbos y adverbios. En este trabajo se usó para tal fin el conjunto de stopwords para el español definido por el proyecto Snowball disponible en [12].

REPRESENTACIÓN DE DOCUMENTOS

Este paso consiste en la transformación de los documentos en una representación adecuada para que el algoritmo de aprendizaje sea capaz de procesarlos. En este trabajo



se propone utilizar para la representación de los textos periodísticos el modelo vectorial propuesto por Salton [13] y el esquema de pesado TF-IDF (Term Frequency - Inverse Document Frequency) [14]. En CAT este modelo de representación es uno de los más utilizados debido a sus altas prestaciones cuando se combina a esquemas de pesado y normalización de longitud de documentos [15]. En el modelo vectorial los documentos son formalmente representados a través de vectores cuya dimensión estará dada por la cantidad de términos del vocabulario generado por la colección de documentos. Cada componente del vector representa la importancia que tiene ese término en el documento y en la colección. Salton propone en [15] calcular los pesos mediante la combinación de la frecuencia relativa de los términos (TF) con la frecuencia inversa en los documentos (IDF), de manera que se tiene:

$$TF(t_j, d_i) = f_{ij} \times \log(N/df(t_j)) \quad (1)$$

Dónde t_j es el número de documentos en los que aparece el término, f_{ij} es la frecuencia del término t_j en el documento d_i y N es la cantidad de documentos en la colección.

REDUCCIÓN DE DIMENSIONALIDAD

Es importante aclarar que los dos pasos anteriores (preprocesado y representación documentos) se realizaron de la misma manera para la construcción de los dos clasificadores propuestos. En este paso se proponen dos variantes para la reducción de dimensionalidad. Una basada en la selección de un subconjunto del conjunto de términos originales, alternativa a la que denominaremos CATST. Y otra basada en la transformación del conjunto de términos originales a la que llamaremos CATLT. A continuación se exponen ambas alternativas:

PROPUESTA CATST

La ley del mínimo esfuerzo de Zipf [16], comprueba que en una colección de documentos coexisten términos muy pocos frecuentes y específicos para determinados documentos, junto con aquellos términos muy frecuentes

que representan la colección de documentos en general. En base a esta ley, Luhn [17] afirma que existe un rango de términos que son relevantes para un determinado documento, cuando la tarea es la recuperación de documentos a través de una consulta. Esta misma idea se puede aplicar a CAT, es decir, es posible hallar un rango de términos relevantes para cada categoría. En un problema de clasificación de texto lo que se pretende es encontrar términos que tengan el mayor poder de discriminación entre las categorías. Esto implica centrarnos en términos que sean característicos de cada grupo de documentos pertenecientes a cada categoría, es decir, términos de frecuencia media que no son exclusivamente específicos de uno o muy pocos documentos ni absolutamente generales a toda la colección de documentos. Para encontrar este rango de términos proponemos realizar los siguientes pasos:

1. Particionar el conjunto de términos originales ordenados de manera decreciente según su frecuencia, en 4 partes iguales.
2. Tomar como punto de partida para la determinación del rango, aquel término que se ubica en la parte media del primer cuarto tal como se puede apreciar en la Figura 3.

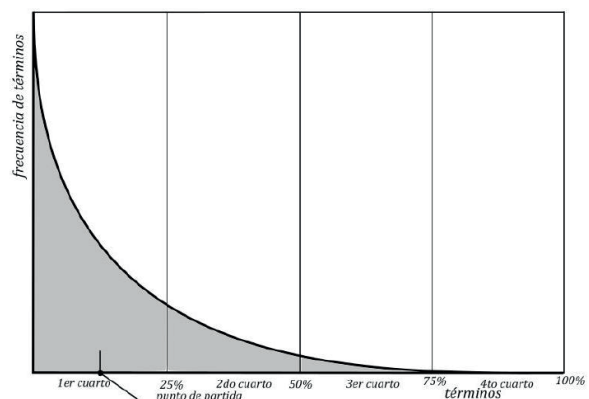


Figura 3: Punto de partida, propuesta CATST.

3. Tomar los términos correspondientes a 10, 20, 30 y sucesivamente hasta un 90% hacia la izquierda (cut-on) y derecha (cut-off) de este punto de partida, tal como se aprecia en la Figura 4 para formar nueve rangos candidatos de términos.

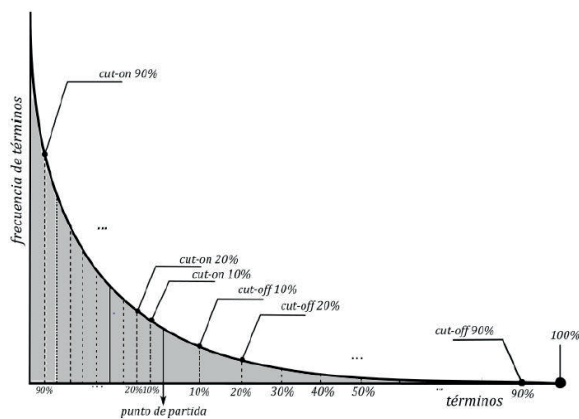


Figura 4: Cortes para los 9 rangos candidatos, propuesta CATST.

4. Entrenar una SVM utilizando cada rango candidato.
5. Evaluar y seleccionar el rango que mejor desempeño obtenga.

PROPUESTA CATLT

Otra alternativa que se propone en este trabajo, es utilizar una técnica de reducción de dimensionalidad basada en la transformación del conjunto de términos originales a través del concepto de lematización o por su terminología en inglés, stemming. Los algoritmos de lematización de términos son capaces de extraer prefijos y sufijos de palabras que son literalmente diferentes, pero que tienen una raíz en común y que pueden ser consideradas como un mismo término. Cada palabra es "truncada" a su lema o raíz equivalente.

Para tal fin en este trabajo se utilizó una adaptación al español del algoritmo de Porter [18] [19]. A pesar de que al transformar el espacio de términos en un espacio de raíces este conjunto se reduce notoriamente, se debería considerar solo aquellas raíces que tengan mayor poder de discriminación entre las categorías. A diferencia de los términos originales, cuando se trabaja con raíces, estas últimas tienen mayor poder de discriminación cuando su frecuencia es alta. Para ello proponemos encontrar un rango de raíces de la siguiente manera:

1. Ordenar las raíces en forma decreciente según su frecuencia de aparición.
2. Tomar las raíces correspondientes al 10, 20, 30 y sucesivamente hasta un 90% a partir

de aquella raíz cuya frecuencia de aparición sea máxima, para formar nueve rangos candidatos, como se muestra en la Figura 5.

3. Entrenar una SVM utilizando cada rango candidato.
4. Evaluar y seleccionar el rango que mejor desempeño obtenga.

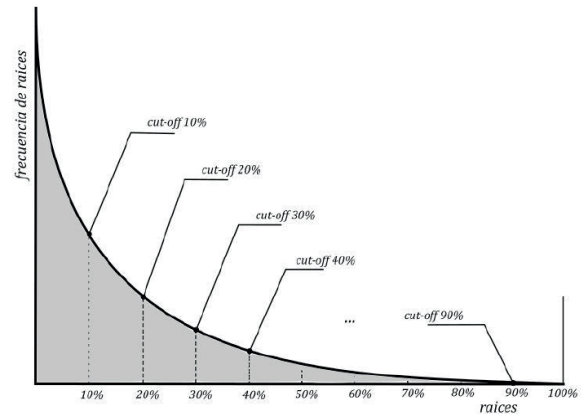


Figura 5: Cortes para los 9 rangos candidatos, propuesta CATLT.

ENTRENAMIENTO Y PRUEBA DEL CLASIFICADOR

El entrenamiento y prueba de los clasificadores se llevó a cabo mediante un proceso que realiza a partir de dos bucles anidados (Figura 6).

En el bucle externo (recuadro externo en líneas punteadas) se realiza 30 veces la partición de la colección de documentos en un subconjunto de documentos para entrenamiento, seleccionando aleatoriamente un 70% del total de documentos. El subconjunto de documentos restante (30% del total de documentos), es utilizado para prueba. De esta manera es posible obtener una mejor estimación del desempeño de los clasificadores propuestos. En el bucle interno (recuadro interno en líneas punteadas) se entrena una SVM por cada uno de los nueve rangos candidatos. Se evalúa el desempeño de cada rango a partir del subconjunto de documentos de prueba generado por el bucle externo. Al finalizar las iteraciones de ambos bucles se selecciona la SVM entrenada a partir del rango con tasa de error de clasificación más baja.

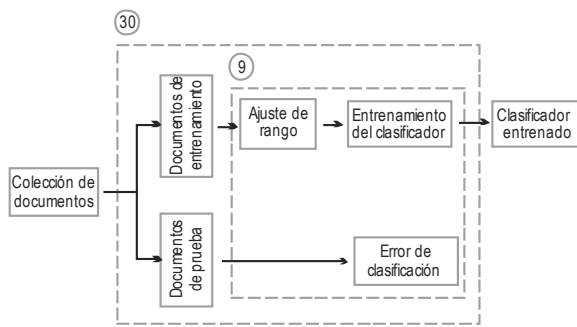


Figura 6: Entrenamiento y prueba de los clasificadores propuestos.

EXPERIMENTACIÓN MEDIDA DE DESEMPEÑO

Para determinar qué tan bueno es un clasificador es posible recurrir a una medida de precisión denominada tasa de error. Esta medida consiste en considerar un éxito cuando una instancia es clasificada correctamente, y como un error cuando ocurre lo contrario. Dado un conjunto de documentos

$D = \{d_1, \dots, d_i, \dots, d_n\}$ una estimación del error del clasificador f sería:

$$error(f) = N_e / N_t \quad (2)$$

Donde N_e representa el número de clasificaciones erróneas de f sobre D y N_t el número total de documentos clasificados.

COLECCIONES DE NOTICIAS

El entrenamiento y evaluación de los clasificadores propuestos se realizó a partir de colecciones de noticias confeccionadas manualmente. El motivo de esta decisión, se debe a la falta de disponibilidad de algún repositorio que contenga alguna con categorías explícitas y en idioma español. Además utilizando los textos originales extraídos de portales de noticias del NOA, se pretende que los clasificadores “aprendan” el estilo de redacción de la zona. Las noticias se obtuvieron a partir de los periódicos digitales más leídos de la región noreste de Argentina, como ser: Todo Jujuy; Jujuy al Momento; Jujuy al día; Notinor; Pregón; El Tribuno de Jujuy; El Tribuno de Salta; Informato Salta; Nuevo Diario de Salta; Que pasa Salta; El Intransigente; El Diario Noticias y La Gaceta [20]. Cada noticia seleccionada aleatoriamente corresponde

a un período comprendido entre Octubre de 2015 y Marzo de 2016. Se crearon cuatro colecciones de documentos, la Tabla 1 muestra los detalles de cada colección. La creación de las colecciones tiene la finalidad de evaluar el desempeño de cada clasificador propuesto en diferentes situaciones. Por un lado, el clasificador puede enfrentarse a un problema de clasificación binaria o multiclase, en esta última situación se aplicó la técnica Uno Contra Uno (OVO-SVM) para extender el método SVM a problemas multiclase. Por otro lado, las categorías podrían tener muchos términos en común, adicionando complejidad a la colección. Por ejemplo en la colección C3PES, que tiene textos informativos sobre Política y Economía, ambas categorías suelen utilizar un vocabulario muy similar. Términos tales como “gobierno”, “medidas”, “funcionarios”, “nacional”, “reunión”, etc.; podrían estar presentes tanto en textos políticos como económicos.

Tabla 1

Colecciones de noticias. N= cantidad total de noticias, T=cantidad total de términos y C=categorías.

Nombre	N	T	C
C2PD	200	9084	Policial – Deportes
C2PE	200	10611	Política – Economía
C3PDT	300	13029	Policial–Deportes Tecnología
C3PES	300	13696	Política – Economía – Salud

RESULTADOS Y EVALUACIÓN

Colecciones binarias (C2PD y C2PE): En la Tabla 2 se exponen los resultados obtenidos a partir de las experimentaciones realizadas sobre las colecciones C2PD y C2PE, en particular, se muestra el error medio de clasificación de 30 corridas de cada clasificador con el mejor rango de términos o raíces encontrado.

Tabla 2

Resultados de los clasificadores con el mejor rango de términos o raíces encontrado sobre las colecciones C2PD y C2PE.

Colección C2PD:	CATST	CATLT
Cantidad de características total	8733	5202
Error medio de clasificación	0.01	0.0083
Cant. de características mejor rango	7859	4161
Colección C2PE:	CATST	CATLT
Cantidad de características total	10194	5559
Error medio de clasificación	0.1589	0.0733
Cant. de características mejor rango	7136	5003

En primer lugar se puede observar que la propuesta CATLT al aplicar lematización de términos trabaja con una cantidad de características considerablemente menor que CATST. En segundo lugar al analizar el desempeño de los clasificadores (error medio de clasificación), se puede observar que CATLT (propuesta basada en lematización), obtiene una tasa de error menor a CATST (propuesta basada en la selección de un subconjunto de términos originales). La razón es que este último incluye en el mejor rango encontrado algunos términos con poco poder de discriminación entre las clases. Esto se debe a la dificultad de encontrar un rango que solo contenga términos altamente discriminativos. Para ello, lo que se busca son los términos con una frecuencia de aparición media, ya que éstos son los más informativos para cada clase. Aun así, no todos estos términos van a aportar buena información, llevando en algunos casos a un entrenamiento menos eficaz. Por el contrario en CATLT al trabajar con raíces en vez de términos, el proceso de ajuste del rango es más sencillo ya que solo se debe descartar las raíces con menor frecuencia de aparición. Este proceso lleva a encontrar un rango de raíces con un alto poder de discriminación entre las clases, favoreciendo el entrenamiento del clasificador. Este comportamiento se puede observar en ambas colecciones binarias a pesar que la diferencia entre ellas es que la colección C2PE es más compleja de clasificar debido a que contiene muchos términos en común en sus

categorías. En la Figura 7, se muestran para las colecciones C2PE y C2PD los errores de clasificación obtenidos de 30 corridas en un diagrama de cajas, que corresponden a los mejores rangos encontrados por cada clasificador. Se puede observar en la gráfica que CATLT produce los errores más bajos y esta diferencia es significativa.

Colecciones multiclase (C3PDT y C3PES): Por un lado, con la finalidad de observar si el desempeño de los clasificadores se ve afectado al aplicar la técnica OVO (técnica para extender SVM a problemas multiclase), se realizó una evaluación del comportamiento de los clasificadores propuestos en dos colecciones de tres categorías. Se puede observar en la Tabla 3 los resultados de los clasificadores con el mejor rango de términos o raíces encontrado, éstos sugieren que la técnica OVO-SVM no afecta en forma significativa el desempeño de SVM. Debido a que en las experiencias realizadas en estas colecciones ambos clasificadores muestran comportamientos muy similares a las experiencias realizadas en las colecciones binarias, en términos generales.

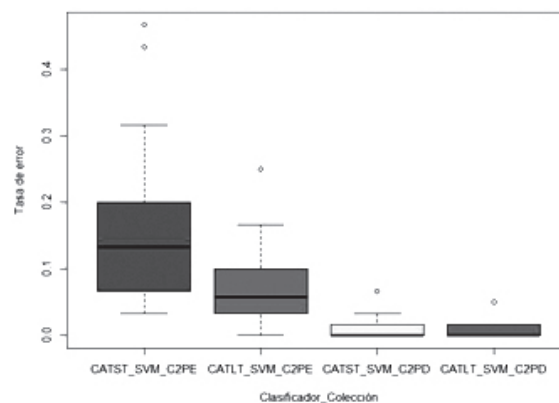


Figura 7: Errores de clasificación obtenidos de 30 corridas en colecciones C2PE y C2PD.

Se pudo comprobar que los clasificadores propuestos son robustos, ya que el desempeño de los mismos se mantiene en las distintas situaciones.

Tabla 3

Resultados de los clasificadores con el mejor rango de términos o raíces encontrado sobre las colecciones C3PDT y C3PES.

Colección C3PDT:	CATST	CATLT
Cantidad de características total	12634	7107
Error medio de clasificación	0.0192	0.0159
Cant. de características mejor rango	11371	5685
Colección C3PES:	CATST	CATLT
Cantidad de características total	13264	6961
Error medio de clasificación	0.1407	0.0707
Cant. de características mejor rango	11938	3480

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se presentó dos clasificadores automáticos de textos periodísticos del noroeste argentino usando SVM. Los clasificadores desarrollados implementan dos técnicas propuestas para la reducción de dimensionalidad del espacio de características, denominadas CATST (basada en la selección de un sub conjunto de características) y CATLT (basada en lematización).

Después de demostrar el buen desempeño de ambos clasificadores en las diferentes colecciones creadas, nuestros resultados sugieren que:

La propuesta CATLT produce tasas de errores más bajas que la propuesta CATST en todas las experimentaciones realizadas. Dado que el proceso de ajuste del rango de CATLT, al trabajar con raíces, resulta más sencillo que al trabajar con términos como en CATST. Esto se debe a que una raíz con frecuencia alta implica que aparece muchas veces en documentos pertenecientes a una determinada clase de la colección, siendo esa raíz representativa para esa clase. Entonces, para encontrar un rango óptimo solo se debe descartar las raíces con menor frecuencia de aparición. Por el contrario en CATST, encontrar un rango de términos informativos para la clasificación implica centrarse en términos de frecuencia media, que no son exclusivamente específicos de uno o muy pocos documentos

ni absolutamente generales a toda la colección de documentos, aun así, no todos estos términos van a aportar buena información haciendo más complicada la determinación de este rango.

La técnica OVO-SVM no afecta en forma significativa el desempeño de SVM en las colecciones multiclase.

Para concluir, se pudo comprobar la robustez de los prototipos propuestos al mantener el buen desempeño en las distintas colecciones.

Varias vías están abiertas para continuar este trabajo, por supuesto se necesita una evaluación más en profundidad de los clasificadores propuestos incluyendo más colecciones y un análisis comparativo con otras técnicas de reducción de dimensionalidad. Además se podrían analizar otros aspectos como por ejemplo el ajuste de parámetros del método SVM.

Se pueden nombrar algunas direcciones en las cuales extender los clasificadores presentados en este trabajo, tales como:

Emplear otros esquemas de pesado para la representación de relevancia de un término dentro de la colección.

Modificar los prototipos propuestos utilizando otros métodos de clasificación, tales como Redes Neuronales Artificiales.

Para finalizar se podría extender los prototipos propuestos a otros problemas de clasificación, como la clasificación de páginas web, o detección de correos no deseados.

REFERENCIAS

- [1] Sebastiani, F. (2002). Machine learning in automated text categorization. *ACM computing surveys (CSUR)*, 34(1), 1-47.
- [2] Hornik, K.; Stinchcombe, M.; White, H. (1989). Multilayer feedforward networks are universal approximators. *Neural networks*, 2(5), 359-366.
- [3] Quinlan, J.R. (1986). Induction of decision trees. *Machine learning*, 1(1), 81-106.
- [4] Lewis, D.D.; Ringuette, M. (1994). A comparison of two learning algorithms for text categorization. *In Third annual symposium on document analysis and informa-*

- tion retrieval*, 33, 81-93.
- [5] Yang, Y. (1999). An evaluation of statistical approaches to text categorization. *Information retrieval*, 1(1-2), 69-90.
- [6] Drucker, H.; Wu, D.; Vapnik, V.N. (1999). Support vector machines for spam categorization. *Neural Networks, IEEE Transactions*, 10(5), 1048-1054.
- [7] Osuna, E.; Freund, R.; Girosi, F. (1997). Training support vector machines: an application to face detection. In *Computer vision and pattern recognition. Proceedings., 1997 IEEE computer society conference*, 130-136.
- [8] Varguez-Moo, M.; Uc-Cetina, V.; Brito-Loeza, C. (2014). Clasificación de documentos usando Máquinas de Vectores de Apoyo. *Abstraction and Application Magazine*, 6.
- [9] Villasana, S.; Seijas, C.; Caralli, A.; Jiménez, J.; Pacheco, J. (2008). Categorización de documentos usando máquinas de vectores de soporte. *Revista Ingeniería UC*, 15(3), 45-52.
- [10] Hidalgo, J.G.; Sanz, E.P.; García, F.C.; de Buenaga Rodríguez, M. (2003). Categorización de texto sensible al coste para el filtrado de contenidos inapropiados en Internet. *Procesamiento del lenguaje natural*, 31, 13-20.
- [11] Vapnik, V.N., Vapnik, V. (1998) *Statistical learning theory*, New York: Wiley, 1.
- [12] Stopword Spanish Snowball. URL:<http://snowball.tartarus.org/algorithms/spanish/stop.txt>
- [13] Salton, G. (1971). The SMART retrieval system. *Experiments in automatic document processing*.
- [14] Salton, G. (1989). *Automatic text processing: The transformation, analysis, and retrieval*. Reading: Addison-Wesley.
- [15] Salton, G.; Buckley, C. (1988). Term-weighting approaches in automatic text retrieval. *Information processing & management*, 24(5), 513-523.
- [16] Zipf, G.K. (2016). *Human behavior and the principle of least effort: An introduction to human ecology*. Ravenio Books.
- [17] Luhn, H.P. (1958). The automatic creation of literature abstracts. *IBM Journal of research and development*, 2(2), 159-165.
- [18] Porter, M.F. (1980). An algorithm for suffix stripping. *Program*, 14(3), 130-137.
- [19] Bordignon, F.R.A.; Panessi, W. (2011). Procesamiento de variantes morfológicas en búsquedas de textos en castellano. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 24(1).
- [20] Todo Jujuy URL: <http://www.todojujuy.com/>, Jujuy al momento URL: <http://www.jujuyalmomento.com/>, Jujuy al día URL: <http://www.jujuyaldia.com.ar/>, Notinor URL: <http://notinor.com/ujujuy/>, Pregón URL: <http://www.pregon.com.ar/>, El Tribuno de Jujuy URL: <http://www.eltribuno.info/ujujuy/>, El Tribuno de Salta URL: <http://www.eltribuno.info/salta/>, Informato Salta URL: <http://informatosalta.com.ar/>, Nuevo Diario de Salta: URL: <http://www.nuevodiariodesalta.com.ar/>, Que Pasa Salta. URL: <http://www.quepasasalta.com.ar/>, El Intransigente. URL: <http://www.elintransigente.com/>, El Diario Noticias. URL: <http://www.eldiarionoticias.com.ar/>, La Gaceta: URL: <http://www.lagaceta.com.ar/>.

Modelado conceptual basado en ontologías de información geográfica. Estrategia basada en una meta-ontología geoespacial

Tolaba, Ana Carolina¹

Caliusco, María Laura²

Galli, María Rosa³

¹E-mail: atolaba@frsf.utn.edu.ar;
Facultad de Ingeniería UNJu – CIDISI

²E-mail: mcaliusco@frsf.utn.edu.ar
CONICET – CIDISI

³E-mail: mrgalli@santafe-conicet.gov.ar
INGAR – CONICET
UTN. Facultad Regional Santa Fe

66



RESUMEN

Un modelo de datos conceptual permite describir los elementos de la realidad que intervienen en un problema dado y la forma en que se relacionan entre sí. En el dominio geográfico es necesario que el modelo conceptual considere conceptos que permitan representar las características particulares de los datos espaciales, que no se satisfacen con el empleo de lenguajes de modelado conceptual de propósito general. Un enfoque empleado para mejorar la semántica de los lenguajes de modelado es el uso de principios ontológicos. En este trabajo, se propone una estrategia para el modelado conceptual de Información Geográfica, a partir de una MetaOntología creada para describir la información en el dominio geográfico.

ABSTRACT

A conceptual data model allows to describe the elements of reality that intervene in a given problem and how they relate to each other. In the geographic domain, it is necessary that the conceptual model considers concepts for representing the features of the spatial data that are not satisfied with the use of conceptual modeling languages for general purpose. An approach used to improve the semantics of modeling languages is the use of ontological principles. In this paper, we propose a strategy for the conceptual modelling of Geographic Information, based on a MetaOntology created to describe the information in the geographic domain.

PALABRAS CLAVE:

Modelo de Datos Conceptual, MetaOntología, Información Geográfica, Semántica.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del modelado conceptual es capturar las características de la realidad, de un dominio en particular, con el fin de mejorar la comprensión y la comunicación. En el enfoque tradicional de modelado de sistemas, se requiere de un modelador para capturar el punto de vista del usuario del mundo real en un modelo conceptual formal. Este enfoque obliga al modelador mapear mentalmente los conceptos adquiridos del mundo real a instancias de abstracciones disponibles en el paradigma empleado para realizar el modelado. Esta asignación se realiza de manera informal lo que puede causar la introducción de incoherencias e imprecisiones que inevitablemente conduzcan a conflictos entre los conceptos del usuario y las abstracciones reflejados en el modelo conceptual [1]

En el caso de la información geográfica, o datos espaciales, es necesario que el modelo conceptual considere conceptos que permitan representar sus características particulares que hacen que su gestión constituya una especialidad diferente a la de la gestión de sistemas de información tradicionales. El modelado de datos espaciales mediante métodos tradicionales, como el lenguaje unificado de modelado (UML) o el modelo de Entidad Relación (ER) no ofrecen los constructores adecuados para representar datos espaciales con los detalles necesarios [2]

Por ejemplo, el modelo ER suele ser utilizado para modelar la información geográfica en una base de datos espacial, al emplear este modelo la semántica de las entidades y de las relaciones es implícita y depende tanto del usuario que realiza el modelado de los datos como del programa de aplicación utilizado [3]

Un enfoque que se utiliza para mejorar la semántica de los lenguajes de modelado conceptual consiste en el uso de los principios ontológicos. Las ontologías permiten compartir conocimiento común sobre la estructura de conocimiento, explicitar suposiciones sobre el dominio, separar el conocimiento del dominio del conocimiento operacional y posibilitar el análisis del conocimiento del dominio [4]

En [5] se presentó una MetaOntología Geoespacial que sirve como lenguaje de modelado de la información geográfica. El propósito del presente trabajo es presentar una estrategia para la obtención del modelo conceptual de la información geográfica basándose en el empleo de ésta MetaOntología. El resto del trabajo se estructura como sigue. En la Sección siguiente se describen las principales características del modelado conceptual y de la MetaOntología Geoespacial. Luego se presenta la estrategia para el modelado de información geográfica mediante la MetaOntología Geoespacial. Además, se muestra un caso de estudio. Finalmente, se presentan las conclusiones.

MODELADO CONCEPTUAL DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Un modelo conceptual describe el contenido del universo de discurso. En el caso de la información geográfica el universo de discurso incluye todas las entidades del mundo real que se pueden asociar con ubicaciones relativas a la Tierra. Por consiguiente, un modelo conceptual con capacidad de representar datos espaciales debe proveer constructores para representar atributos, con valores de datos espaciales, que no pueden definirse directamente con tipos de datos tradicionales.

LENGUAJES BASADOS EN UML (UNIFIED MODELING LANGUAGE)

En los últimos años, se han estudiado diferentes propuestas para representar y gestionar datos espaciales, principalmente aplicaciones geográficas con diferentes propósitos y en diferentes campos de aplicación [6]

OMT-G (Object Modeling Technique para aplicaciones geográficas) [7] es un modelo de datos que adopta el enfoque de los conceptos y notación UML para modelar aplicaciones geográficas. Proporciona constructores conceptuales que permiten modelar las relaciones espaciales incluyendo la agregación espacial. Este modelo ofrece primitivas que proporcionan los medios para el modelado de la geometría y topología de datos geográficos. Por lo tanto, supera las limitaciones de

los modelos tales como ER. Sin embargo, algunas propiedades espaciales y restricciones de integridad de los datos no se pueden modelar utilizando OMT-G, por ejemplo, la agregación y la conectividad.

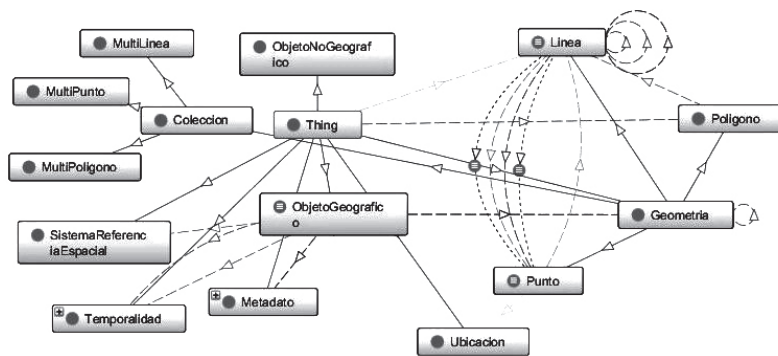
GeoUML [8] fue desarrollado para modelar conceptualmente el dominio geográfico y adhiere a la norma ISO relacionada a la información geográfica (ISO TC211) [9] GeoUML proporciona un conjunto de constructores que representan las restricciones de integridad espacial y conjuntos predefinidos de clases que mejoran la comprensibilidad de los diagramas.

GEOPROFILE [10] fue propuesto para el modelado conceptual de datos del dominio geográfico, considera los principales requisitos para aplicaciones geográficas y utiliza la función actual de los modelos de datos con-

ceptuales. Sin embargo, no se consideran los requisitos relacionados con metadatos.

METAONTOLOGÍA GEOESPACIAL

La MetaOntología Geoespacial mostrada en la Figura 1, fue propuesta para dar semántica a la información geográfica [5]. Como lenguaje de representación ayuda a explicitar en un modelo conceptual los elementos del dominio geográfico. La MetaOntología Geoespacial proporciona un conjunto de elementos para la representación de las características particulares de los objetos geográficos. Entre los que se encuentran: Conceptos (Objetos Geográficos, Objetos No Geográficos, Geometría, Sistema de Referencia y Temporalidad), Relaciones (Relaciones explicativas, Relaciones topológicas) y Axiomas (Axiomas de Integridad y Axiomas de Derivación).



<input checked="" type="checkbox"/> — cruzaA (Domain> Range)	<input checked="" type="checkbox"/> — has individual	<input checked="" type="checkbox"/> — tieneMetadato (Domain> Range)	<input checked="" type="checkbox"/> — tienePuntoInicial (Domain> Range)
<input checked="" type="checkbox"/> — cubreA (Domain> Range)	<input checked="" type="checkbox"/> — has subclass	<input checked="" type="checkbox"/> — tieneMetadato(Subclass some)	<input checked="" type="checkbox"/> — tienePuntoInicial(Equivalent class all)
<input checked="" type="checkbox"/> — encuentraA (Domain> Range)	<input checked="" type="checkbox"/> — tieneGeometria (Domain> Range)	<input checked="" type="checkbox"/> — tienePoligono (Domain> Range)	<input checked="" type="checkbox"/> — tieneReferenciaEspacial (Domain> Range)
<input checked="" type="checkbox"/> — esDiferente (Domain> Range)	<input checked="" type="checkbox"/> — tieneLinea (Domain> Range)	<input checked="" type="checkbox"/> — tienePuntoFinal (Domain> Range)	<input checked="" type="checkbox"/> — tieneTemporalidad (Domain> Range)
<input checked="" type="checkbox"/> — estaSobreLinea (Domain> Range)	<input checked="" type="checkbox"/> — tieneLinea(Subclass all)	<input checked="" type="checkbox"/> — tienePuntoFinal(Equivalent class all)	<input checked="" type="checkbox"/> — tieneTemporalidad(Subclass some)
			<input checked="" type="checkbox"/> — tieneUbicacion (Domain> Range)

Figura 1: MetaOntología Geoespacial

En la Tabla 1 se presenta la cobertura de los requerimientos considerados para el modelo conceptual de los datos espaciales y sus características particulares, tanto en los modelos conceptuales descritos que utilizan perfiles UML como la MetaOntología Geoespacial.

ESTRATEGIA PARA EL MODELADO CONCEPTUAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En esta Sección se describe la estrategia propuesta para el modelado de información geográfica mediante el uso de la MetaOntología Geoespacial la cual involucra diferentes procesos y actividades que pueden apreciarse en la Figura 2.

Tabla 1

Cobertura de requerimientos para el modelado de datos espaciales

Requerimiento	GeoUML	OMT-G	GeoProfile	MetaOntología Geoespacial
Objetos Convencionales y Objetos Geográficos	Parcial	Si	Si	Si
Localización y Extensión Espacial		Si	Si	Si
Extensión Espacial Compleja	No	Si	Si	Si
Aspecto Temporal	No	No	Si	Si
Restricciones	Integridad	Integridad	Integridad	Integridad y derivación
Relaciones	Espacial	Espacial	Espacial	Convencional, Espacial y Topológicas

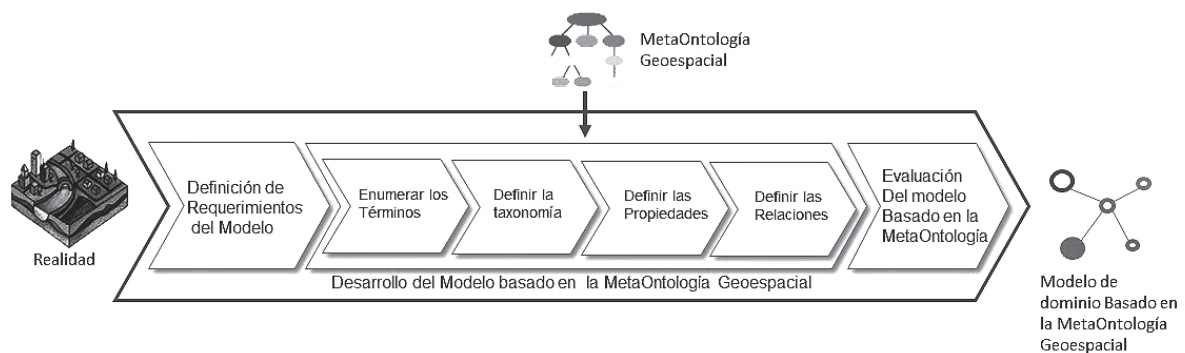


Figura 2: Estrategia de uso de la MetaOntología Geoespacial a nivel de modelado Conceptual.

PROCESO 1: DEFINICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS

La ejecución de este proceso resulta en la definición del Documento de Especificación de Requerimientos del Modelo (DERM), basado en la propuesta de Suarez Figueroa y otros [12], debido a que el modelo que se genera es una ontología de dominio. Este proceso es ejecutado colaborativamente por ingenieros ontológicos, quienes tienen el conocimiento sobre el modelado semántico y por expertos del dominio, quienes tienen el conocimiento del dominio geográfico de aplicación. El DERM especifica:

Propósito: establece las razones por las cuales se desarrolla el modelo.

Alcance: describe la porción del conocimiento del dominio que se modela y la granularidad con la cual lo hace.

Escenarios de uso: corresponden a un conjunto de requerimientos anteriormente especificados.

Requerimientos: se expresan a través de la formulación de preguntas de competencia (CQ, del inglés Competency Questions) [11]. Estas se formulan a nivel conceptual y se expresan informalmente en lenguaje natural, constituyen consultas que el modelo desarrollado en base a la MetaOntología Geoespacial debe ser capaz de responder.

Fuentes de información: identifican el soporte material del conocimiento a ser modelado por el modelo basado en la Meta-ontología Geoespacial.

Pre-Glosario: constituido por los conceptos identificados en los requerimientos funcionales. Cada término identificado es complementado con un valor de frecuencia, número

de veces que el término fue utilizado, lo cual proporciona algún indicio de la importancia relativa de cada uno de ellos.

PROCESO 2: DESARROLLO DEL MODELO BASADO EN LA METAONTOLOGÍA GEOESPACIAL

Este proceso se refiere a la representación del conocimiento asociado a las entidades del dominio a partir de la MetaOntología Geoespacial. En la MetaOntología se especifican los conceptos, en conjunto con sus representaciones básicas y sus relaciones, además de restricciones de integridad espacial. En este proceso se llevarán a cabo diferentes actividades.

ACTIVIDAD 1: ENUMERAR LOS TÉRMINOS

Esta actividad consiste en identificar y priorizar los términos relevantes del dominio, involucrados en la satisfacción de los requerimientos a ser soportados por el modelo especificados en el DERM para lo cual se considera el pre-glosario que se obtuvo en el DERM.

ACTIVIDAD 2: DEFINIR LA TAXONOMÍA

Los términos identificados en el pre-glosario deben ser estructurados en una taxonomía o jerarquía, considerando los conceptos principales definidos en la MetaOntología Geoespacial. Para ello, primero se clasifican los términos en función de que puedan ser identificados como objetos geográficos u objetos no geográficos o convencionales del dominio. Los términos que pueden relacionarse a objetos que tienen una representación espacial y que son asociados a elementos del mundo real localizables en la tierra, se definirán como conceptos dependientes del definido en la MetaOntología como Objeto Geográfico. Ejemplo de esto son los objetos geográficos individualizables asociados a elementos del mundo real, como edificios, ríos, entre otros. Mientras que aquellos términos con propiedades, relaciones que poseen alguna relación con los objetos geográficos pero no poseen propiedades espaciales dependerán del con-

cepto Objeto No Geográfico de la MetaOntología Geoespacial.

ACTIVIDAD 3: DEFINIR LAS PROPIEDADES

Un término que hace referencia a un objeto (geográfico o no) posee ciertas características, de las cuales se deben identificar las más relevantes de acuerdo a los objetivos establecidos. Estas características se definen en el modelo como datatype properties (atributos o propiedades) de cada uno de los conceptos definidos.

ACTIVIDAD 4: DEFINIR LAS RELACIONES

Un objeto del mundo real puede tener diversas representaciones que pueden ser más simples o más elaboradas dependiendo de la percepción que el usuario tenga del objeto correspondiente al mundo real y de cómo esa representación afecta las relaciones pueden ser establecidos con otros objetos modelados. Las relaciones representan la interacción y el enlace entre los conceptos del dominio.

En la MetaOntología Geoespacial se destacaron las relaciones explicativas que tienen que ver con las asociaciones simples entre los conceptos, las relaciones topológicas y las relaciones espaciales que tienen que ver con las relaciones referentes a los aspectos espaciales. Los aspectos espaciales están relacionados con una geometría y la localización de los fenómenos geográficos. Las relaciones se definirán como object properties (relaciones) de cada uno de los conceptos instanciados en la MetaOntología Geoespacial.

PROCESO 3: EVALUACIÓN DEL MODELO BASADO EN LA METAONTOLOGÍA GEOESPACIAL

La evaluación del modelo obtenido mediante el empleo de la MetaOntología Geoespacial es un proceso que se lleva a cabo durante todo el proceso de modelado. El objetivo de la evaluación es detectar errores en el modelado, por ejemplo lo que no se definió o lo que se definió incorrectamente de acuerdo al DERM generados en el proceso 1. La evaluación del modelo comprende la actividad

de Verificación del modelo que trata de asegurar que sus definiciones implementen los requisitos de manera correcta y la Actividad de Validación del modelo que asegura que el significado de las definiciones represente verdaderamente el modelo real.

CASO DE ESTUDIO

PROCESO 1: DEFINICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DEL MODELO

En esta Sección se presenta a través de un caso de estudio referente a la Gestión de información de Personas del Movimiento los Sin Techo el desarrollo de las diferentes actividades de la estrategia propuesta.

El movimiento los Sin Techo es una organización no gubernamental que trabaja para el desarrollo integral y la organización comunitaria de personas pertenecientes al sector marginado de la ciudad de Santa Fe. La organización cuenta con 11 centros de salud materno-infantil y 16 jardines maternos. Además, dicta cursos y cuenta con computadoras destinadas a la estimulación educativa de niños, jóvenes y adultos y a su integración a la sociedad y al conocimiento.

El propósito fundamental de la creación de este modelo conceptual es proporcionar un marco de referencia, para relacionar los datos referidos a los beneficiarios del Movimiento los Sin Techo y las actividades que éste realiza. Además, el modelo basado en ontologías permite ayudar en el análisis de los datos y favorece las posibilidades de intercambio y utilización de los datos por diferentes organismos que lo requieran.

A continuación, se muestra el DERM obtenido:

Propósito: El modelo conceptual de dominio debe satisfacer las necesidades relacionadas a la gestión de información de personas asistidas por la organización Movimiento los Sin Techo.

Alcance: El modelo aborda conceptos relacionados al monitoreo de los planes de educación y salud de la organización.

Escenarios de uso: el modelo se empleará para la representación de información referente a Barrios, Centros de Salud, Beneficia-

rios, Alumnos, Embarazadas, Niños en riesgo de desnutrición, Centros Educativos y Cursos brindados.

Requerimientos: En la Tabla 2 se muestra algunas de las preguntas de competencia obtenidas a partir de los requerimientos funcionales.

Tabla 2
Preguntas de Competencia

	Preguntas de competencia	Respuesta Posible
1	¿Cuál es el número de beneficiarios que son atendidos en el centro de salud?	Valor Entero
2	¿Cuál es el número de beneficiarios que son atendidos en un determinado barrio?	Valor Entero
3	¿Qué tipos de patologías son atendidas?	Patologías Registradas
4	¿Cuál es la cantidad de beneficiarios por barrio?	Valor Entero
5	¿Cuáles son los beneficiarios que han sido vacunados?	Beneficiarios registrados en el centro de salud
6	¿Cuáles beneficiarias se encuentran embarazadas?	Beneficiarias registradas en el centro de salud
7	¿Cuántas embarazadas están registradas en el centro de salud?	Beneficiarias registradas en el centro de salud
8	¿Cuántas embarazadas están registradas en un determinado barrio?	Valor Entero
9	¿Cuántos nacimientos han sido registrados en el centro de salud?	Valor Entero

Fuentes de información: Se consideraron como fuentes de información a los expertos del dominio. Entre los cuales se distinguen (1) quienes trabajan en los centros de salud materno infantil y (2) quienes trabajan en los centros educativos (jardines maternos).

Pre-Glosario: En la Tabla 3 se muestran los términos identificados y su frecuencia.

Tabla 3
Términos y frecuencia

Termino	Frecuencia	Termino	Frecuencia
Beneficiario	5	Alumnos	10
Barrio	15	Niños	5
Patología	1	Cursos	5
Centro de Salud	7	Evaluaciones	3
Vacunación	1	Copa de Lecha	1
Mujeres	2	Desertores	1
Embarazada	2	Notebooks	1
Centro Educativo	3	Empleado	2
Desnutridos	4	Madres Cuidadoras	1
Nacimientos	2		

PROCESO 2: DESARROLLO EL MODELO BASADO EN LA METAONTOLOGÍA

En base al pre-glosario del DERM obtenido se identificaron los términos relevantes que pertenecen al modelo de dominio. En la Tabla 4 se describen los términos identificados, los cuales fueron clasificados y agrupados de acuerdo a, si representan objetos geográficos o no.

Tabla 4
Clasificación de términos del dominio

Conceptos Geográficos	Conceptos No Geográficos	
Centro de Salud	Beneficiario	Desnutrido
Barrio	Patología	Notebook
Centro Educativo	Alumno	Evaluación
Domicilio	Embarazada	Nacimiento
	Empleado	Niño
	Vacuna	Copa de Leche
	Cursos	

En la Figura 3 se observa la taxonomía de los términos identificados basándose en la MetaOntología. Además, en la Tabla 5 se describen las relaciones identificadas entre los elementos de la ontología de dominio obtenida.

Tabla 5
Relaciones Identificadas

Relación	Dominio	Rango
resideEn	Beneficiario	Barrio
asisteA	Beneficiario	Centro de salud
tienePatología	Beneficiario	Patología
tieneDesnutrición	Beneficiario	Desnutrición
tieneBarrio	Centro de Educativo	Barrio
tieneAlumno	Curso	Alumno
recibeVacuna	Beneficiario	Vacuna
tieneDomicilio	Beneficiario	Domicilio
rindeEvaluación	Beneficiario	Evaluación
tieneEmpleado	Centro de Salud	empleado

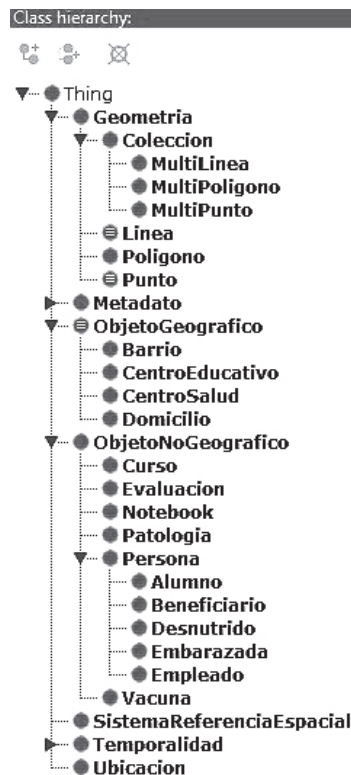


Figura 3: Taxonomía Caso de Estudio

PROCESO 3: EVALUACIÓN DEL MODELO BASADO EN LA METAONTOLOGÍA

Para la evaluación del modelo basado en la MetaOntología Geoespacial se procedió a verificar el modelo obtenido en cada una de las actividades implicadas en el Proceso 2. De modo de garantizar la consistencia del modelo mediante el empleo del razonador Pellet [13]



Se verificaron las definiciones de los conceptos o términos identificados y su jerarquía en el momento de la definición de la taxonomía evitando así que surjan posibles errores de integridad. Luego mediante la incorporación al modelo de las diferentes propiedades identificadas, tanto atributos como relaciones, nuevamente con el razonador se evaluó la coherencia y consistencia del modelo.

Posteriormente para llevar a cabo la validación del modelo obtenido basado en la MetaOntología Geoespacial se llevó a cabo un

proceso de instanciación. En la Figura 4 se muestra un ejemplo. El proceso de instanciación permitió comprobar si el modelo es capaz de responder las preguntas de competencia especificadas en el documento de especificación de requerimientos. Esto se realizó mediante consultas efectuadas en SPARQL, Figura 5. En el ejemplo se indica el barrio al que pertenece un centro educativo, la consulta se realiza considerando la relación explicativa tiene Barrio.

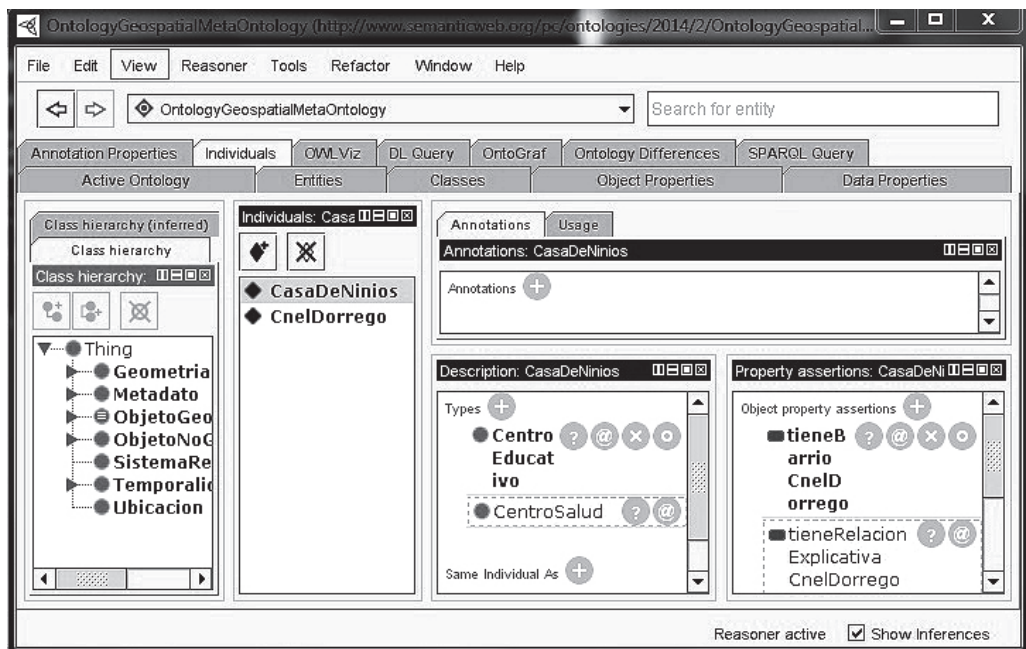


Figura 4: Proceso de instanciación para la Validación



Figura 5: Consultas en SPARQL en la Validación

CONCLUSIONES

En este trabajo se propuso una estrategia para el modelado conceptual de Información Geográfica a través de una MetaOntología Geoespacial. Con el propósito de mostrar su usabilidad, se presentó el modelado conceptual de un caso de estudio.

El desarrollo del modelo conceptual mediante la MetaOntología permitió separar el conocimiento de la forma de representación de la información geográfica. Al estar definida la MetaOntología no es necesario pensar como plasmar el conocimiento, sólo se debe considerar como interaccionan los elementos ya que la MetaOntología cuenta con diferentes constructores del modelado para representar una entidad geográfica, sus propiedades geométricas, temáticas, relaciones topológicas y como así también las propiedades temporales.

Este modelo conceptual ontológico puede ser usado como modelo de datos en un sistema de información geográfica basado en ontologías o puede transformarse en el modelo conceptual de un sistema de información geográfica tradicional. En el primer caso, para el desarrollo se utilizaría alguna de las metodologías ya existentes y los datos geográficos se almacenarían en una base de datos orientada a grafos [14]

En el segundo caso, es necesario especificar transformaciones para que dicho modelo pueda ser almacenado en una base de datos espacial.

REFERENCIAS

- [1] Métral, C.; Cutting-Decelle, A.F. (2011). *Ontologies for Interconnecting Urban Models. Ontologies in Urban Development Projects*, 1, 105-122, Springer, London.
- [2] Wang, F y Reinhardt, W (2007). Extending geographic data modeling by adopting constraint decision table to specify spatial integrity constraints. *The European Information Society*, 435-454, Springer.
- [3] Yeung, A.K.W.; Brent Hall G. (2007). *Spatial Data and Spatial Database Systems. Project Management for Spatial Database Implementation*, 93-127. Springer, Netherlands.
- [4] Noy N.F.; McGuinness, D.L. (2001) *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*, 25, Stanford Knowl. Syst. Lab.
- [5] Tolaba, A.C.; Caliusco, M.L.; Galli, M.R. (2013). Meta-ontología Geoespacial: Ontología para Representar la Semántica del Dominio Geoespacial. *1er Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información*.
- [6] Belussi, A.; Catania, B.; Clementini, E.; Ferrari, E. (2007). Spatial Data on the Web: Issues and Challenges. *Spatial Data on the Web: Modeling and Management*, 1-12. Springer Berlin Heidelberg.
- [7] Borges, K.A.V.; Davis, C.A.; Laender, A.H.F. (2001). OMT-G: An Object-Oriented Data Model for Geographic Applications. *Geoinformatica*, 5(3), 221-260.
- [8] Sistemi Informatici C.I. (2004). Il Modello Concettuale GeoUML Specifica Formale UML.
- [9] ISO (2013). General information - ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics. Available: <http://www.isotc211.org>. [Accessed: 01-Jan-2013].
- [10] Lisboa-Filho, J.; Sampaio, G.; Nalon Ribeiro, F.; Borges, K.A.V. (2010). GEOPROFILE: UML profile for conceptual modeling of geographic databases. *Domain Engineering Workshop CAiSE*, 1-14.
- [11] Gruninger M.; Fox, M.S. (1995). Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies, *IJCAI'95, Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*.
- [12] Suárez-Figueroa, M.C.; Gómez-Pérez, A.; Villazón-Terrazas, B. (2009). How to Write and Use the Ontology Requirements Specification Document. *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 5871:966-982*. Springer Berlin Heidelberg.
- [13] Clark K. y Parsia, B (2013). Pellet: Owl 2 reasoner for java. Available: <http://clarkparsia.com/pellet/>.
- [14] Angles, R (2012). A Comparison of Current Graph Database Models. *Data Engineering Workshops (ICDEW). IEEE 28th International Conference*, 171-177

Artículo presentado a la RADI

La sociedad del conocimiento: actores clave para el desarrollo del país

Mónica Cecilia Gómez¹

¹E-mail: monica.gomez@arnet.com.ar
monicacegomez@gmail.com

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba

RESUMEN

El estudio de la vinculación Universidad, Empresa y Estado resulta de capital importancia para poder entender y mejorar las bases necesarias para el desarrollo sostenido de un país. Las inquietudes que despertaron el interés de estudiar el desarrollo se generaron en entrevistas con tutores empresariales de pasantes, empresarios y el análisis del contexto macroeconómico. Se amplió la perspectiva a través de charlas con funcionarios públicos acerca de los programas de ayuda a la empresa y el necesario involucramiento de la Universidad para generar puentes y plantear propuestas académicas atractivas para los futuros profesionales que luego realizarán intervenciones en el medio. En este artículo se pretende mostrar algunos aspectos de la relación de estos tres actores que se relevaron en las actividades de campo del proyecto que lo contiene, resaltando resultados de distintas actividades para concluir que todos estos actores consideran de suma importancia generar espacios de intercambio a fin de proponer herramientas más efectivas para el desarrollo del país.

ABSTRACT

The research of the relationship among University, Enterprise and State is of vital importance so as to be able to comprehend and improve the necessary basis for the sustained development of a country. The questions that created the interest to study the development were generated in interviews with business tutors of trainees, businessmen and the analysis of macroeconomic context.

This perspective was improved through chats with politicians regarding programs to help the Enterprise and the necessary involvement of university in order to generate bridges and propose attractive academic proposals for future professionals who will later intervene. The purpose of this article is to show some relevant aspects of the relationship of these three actors which were known in the different field activities. The conclusion is that all of these actors consider that generating new possibilities to interchange is of vital importance, so as to propose new and more effective tools for the development of the country.

PALABRAS CLAVE

Vinculación, Universidad, Empresa, Estado, Contexto.

INTRODUCCIÓN

Del análisis de lo ocurrido en el país durante las últimas décadas, se registraron profundos cambios en la economía. Así desde los '60 con el desarrollismo, pasando por los '90 con su modelo neoliberal hasta la primera década del nuevo siglo invadida por la globalización, la industria no pudo avanzar cualitativamente, a pesar de haber incrementado su grado de modernización.

Si consideramos entonces que una de las bases del desarrollo de un país se encuentra en su nivel de industrialización y que en la Argentina resulta difícil salir del paradigma de dependencia, el análisis de aquellos instrumentos orientados a la promoción de este sector se convierte en un factor clave. Se observa que esa dependencia aumenta porque el desarrollo sólo se presenta asociado al aumento del capital de trabajo, visto como tecnología dura o tangible. De esta manera se describe la situación que despertó el interés por realizar estudios sobre la vinculación Universidad, Empresa y Estado (U-E-E), para el desarrollo del país. Se observa que los tres actores están en constante actualización y propósito de mejora, pero también se puede verificar los escasos espacios de intercambio para generar sinergia. Por ejemplo, la Universidad cuenta con dos excelentes herramientas de análisis del contexto a través de las pasantías y las prácticas profesionales supervisadas (PPS). Actividades ambas, de las cuales se puede obtener mucha información sobre el medio, para procesar y actualizar programas académicos u ofrecer programas de extensión. Ciertamente es que se realizan muchos cambios y también se llevan a cabo actividades de intervención desde distintos sectores, pero muy pocos como resultado de la interacción de estos tres actores.

A la vez el Estado plantea diversos programas de promoción industrial, capacitaciones y exenciones impositivas, por ejemplo, en función de lo que le permite su manejo de recursos [1], pero de nuevo con muy poca interacción con la universidad y con empresas, verificando su necesidad. En el caso de Cór-

do muchos funcionarios resaltan lo difícil que es trabajar con científicos y empresarios en una articulación programática.

Con esta introducción hemos tratado de contextualizar el proyecto de investigación de tesis doctoral que brinda el marco de referencia para el presente artículo.

CARACTERÍSTICAS DE LA INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS

Las inquietudes que generaron este estudio de postgrado tienen que ver con las actividades de docencia realizadas en las Cátedras de Mercadotecnia y Relaciones Industriales en la Carrera de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Así es como a través de los años de docencia en la universidad, formando futuros profesionales, y de la experiencia en asesoramiento a empresas, se observa que éstas buscan actualizarse con la incorporación de pasantes y jóvenes profesionales; a la vez que acceden a programas de promoción industrial con el fin de invertir en tecnología dura (maquinarias o procesos productivos). En contraposición no se observa que mejoren su eficiencia en la gestión estratégica, y tampoco que el Estado verifique el impacto de sus políticas de promoción.

El proyecto de tesis tiene como planteo principal las políticas Industriales de fomento a las empresas, para el desarrollo. Entendiendo por desarrollo su definición más amplia, es decir como un proceso que genere crecimiento productivo, que mejore la capacidad tecnológica y esté asociado a una estructura de mayor productividad, producción y empleo, aumentando los niveles de calidad de vida de la población.

Si bien en el proyecto es más amplio, dos de las líneas generales de investigación fueron:

- Explorar el grado de desarrollo de la gestión del conocimiento (GC) en el entorno productivo y educativo local a nivel de planificación estratégica, e identificar si las estrategias empresariales se fundamentan en la GC, o

sólo se trata de decisiones en función de las políticas de estado que beneficien el negocio.

- Indagar si las pasantías profesionales, como uno de los tantos medios de comunicación entre universidad y sociedad, realmente suministran información al claustro para adaptar sus programas y enfoques a la realidad; y en este contexto si se preparan profesionales para ayudar a mejorar estratégicamente al polo productivo.

De lo explorado en el trabajo de campo se pretende mostrar en el artículo las observaciones sobre prácticas universitarias y su recepción en el ámbito empresarial, a la vez que exteriorizar las prácticas de la empresa y el Estado, para de esa forma describir desde el marco teórico propuesto las características de la vinculación U-E-E en Córdoba Capital, donde existe sinergia pero donde todos los actores involucrados consideran que debe profundizarse.

Se consideró importante a lo largo del proyecto atender al conjunto de acciones gubernamentales encaminadas a crear y facilitar el flujo de conocimiento tanto en el ámbito de la universidad como en las organizaciones del medio para la toma de decisiones que generen ventajas competitivas a largo plazo en el aparato productivo nacional.

En particular para este artículo trataremos de explicitar:

- Relevamiento de la interacción pasantías U- Empresa
- Acciones y opiniones del E y la Empresa en torno a la vinculación U-E-E.

Como conclusión, tanto el Estado como las empresas consideran fundamental el nexo con la universidad y considerando, lo dicho en el informe del Banco interamericano de Desarrollo “que en la mayoría de los países democráticos, la mediación entre el conocimiento y la formulación de políticas tiene lugar en su mayor parte en organismos públicos, que son el sitio principal de conocimientos especializados debido a sus estructuras profesionales permanentes” [2], resultan de fundamental importancia aquellos estudios que vinculan a todos estos actores.

ANTECEDENTES Y PERSPECTIVAS TEÓRICAS

El presente trabajo surge, de las funciones como docente guía de pasantes, con el objeto de generar entornos de diálogo y retroalimentación entre las partes intervinientes de esta actividad de extensión, a fin de analizar si se cumple en la práctica la interacción Universidad y Empresa, es decir si verdaderamente el alumno en esta actividad incorpora saberes, habilidades y conocimientos a través de la vivencia de situaciones que se generan en el ámbito laboral y qué beneficios recibe la empresa. Como se expresa más arriba el marco institucional es la FCEFyN. Durante esta actividad de vinculación con la empresa, se pueden recopilar las experiencias de los alumnos para transmitir las a otros que empiezan a realizar pasantías y luego a través de materias curriculares relacionadas a los recursos humanos poder generar un canal de comunicación con la realidad. Más tarde practicarán el ejercicio profesional pero habiendo tenido la oportunidad de iniciarse en un ámbito de contención y no afrontando situaciones que pudieran afectar su potencial y a la vez reforzando buenas prácticas para el posterior abordaje de actividades como profesionales [3].

Por otro lado dentro del eje principal del proyecto se realizó una investigación de documentación acerca de programas de fomento a la industria para determinar el grado de interacción entre el Estado y la Empresa en la definición de políticas. Cerrando este aspecto con entrevistas a nivel gubernamental, en organizaciones intermedias (cámaras y agrupaciones), en empresas y en la universidad.

Tanto el Estado provincial como el municipal, al igual que la Universidad cuentan con unidades de vinculación tecnológica. A la vez muchas organizaciones intermedias se convierten en puente para llegar a la empresa y generar espacios de vinculación entre U-E-E donde se propician programas de ayuda a la empresa con intervención de estamentos universitarios.

MARCO CONCEPTUAL

El encuadre teórico general planteado es el neoinstitucionalismo que propone las bases de interacción a través de las cuales se podría favorecer la vinculación entre actores para mejorar las Políticas Públicas (PP). Sumando los enfoques de la teoría de la GC y del Triángulo de Sábato (TS) para la vinculación como la mejor alternativa de abordar un desarrollo sostenido. En cierta forma resaltar el funcionamiento de las instituciones y su influencia en los resultados del desarrollo.

Así los avances conceptuales y analíticos del neoinstitucionalismo, desde distintas corrientes de pensamiento en disciplinas como la economía, sociología, historia y ciencia política, volvieron el foco al papel central de las instituciones para explicar el comportamiento político, social y económico. Dos términos o conceptos a desarrollar en función de lo que se viene trabajando, son la influencia de la sociedad del conocimiento y la necesidad de interacción con los distintos actores que determinan mejores políticas públicas dentro de un marco de eficiencia. La sociedad del conocimiento es el contexto donde se gesta la gestión del conocimiento como el instrumento de poder, para potenciar las estrategias de desarrollo.

El Estado y los distintos actores, ya enunciados, no son exentos a los innumerables acontecimientos que complejizan la integración en una adecuada gestión del conocimiento. Cada actor debe ser eficiente en su campo de acción, por lo que se hace imprescindible la gestión de lo que saben las personas que integran las instituciones y organizaciones para conseguir que éstas aprendan generando nuevas formas de aprender y potenciando los "intangibles" que en la actualidad constituyen los conocimientos de la sociedad. Este capital intangible es la clave estratégica en la competencia actual donde se experimenta una aceleración inusitada de la caducidad de los paradigmas dominantes.

Es requisito indispensable para un verdadero abordaje de la temática tener consciencia que se trata de un momento de transforma-

ción, donde la política industrial, debe promover un ambiente de negocios favorable para la Pequeña y Mediana Empresa (PyME) y apuntalar el desarrollo de una industria fuerte y sustentable, necesarias para la competencia global. También se debe destacar la importancia de una cadena de valor de la industria manufacturera fuerte, competitiva y diversificada. Y finalmente atender a la importancia de los clusters y redes de trabajo (networks) que promueven competencia industrial e innovación, aportando en conjunto recursos y experiencia, y promoviendo cooperación entre negocios, autoridades públicas y universidades.

Respecto a la GC, en Europa se han creado los Espacios Europeos para la Enseñanza Superior, presentándose como una oportunidad única para desarrollar la innovación en la empresa y en las universidades creando de esta forma el Espacio Europeo del Conocimiento. Entendiendo por conocimiento el conjunto de ideas, valores y experiencias, procesados e internalizados, que sirven de guía para la toma de decisiones.

En resumen, se toman como antecedentes del trabajo las experiencias de interacción entre tutores de empresas y universidad, para los programas de pasantías según la Ley Nacional de Pasantías N° 26427 (2008), la bibliografía y material ad hoc recolectado de experiencias de vinculación como el cluster de Petróleo, Gas y Minería (PGM). Cerrando con un encuadre teórico dentro del neoinstitucionalismo para el análisis del contexto e interacción de actores, la GC y el TS que profundizamos en la siguiente sección.

VINCULACIÓN UNIVERSIDAD, EMPRESA Y ESTADO

Trabajos realizados por investigadores de CONICET y referentes de la industria y la educación sostienen que para la evolución industrial son necesarios los estudios sobre los procesos de crecimiento de los países en vías de desarrollo para poder comprender el contexto y trabajar diseños de estrategias de crecimiento. Este planteo resalta la necesaria

intervención del Estado a través de la instrumentación de sistemas para la promoción del desarrollo con la participación de todos los actores involucrados. Generando espacios donde se puedan diseñar políticas activas orientadas a la educación, ciencia y tecnología coherentes y alineadas con macro políticas que permitan el impulso de los sectores económicos para la proyección internacional de la producción local generando integración y equidad social.

Desde la línea teórica del TS [4] se sostiene que una verdadera estructura científico-tecnológica necesariamente requiere de la interacción de tres agentes. El Estado, la universidad o sistema científico nacional como desarrollador de tecnología y el sector productivo.

El Estado es el principal responsable de generar los espacios de discusión para el diseño e implementación de políticas dentro de un contexto institucional que promueva el intercambio entre estos actores. Con lo cual puede apreciarse que tanto el marco macroeconómico como el institucional, presentes en una sociedad, tendrán una influencia decisiva sobre el tipo de actividades en las cuales los agentes económicos aplicarán sus competencias y capacidades; también se podría extrapolar que dicho marco influirá sobre el tipo de habilidades (skills) que los empresarios buscarán desarrollar.

El nexo entre estos dos actores es el sector académico-científico que posee el conocimiento teórico-práctico para encontrar formas exitosas de crecimiento sostenido e internacionalización. De aquí se desprende la importancia de los centros de vinculación que poseen las universidades, a los que se suman instrumentos como las pasantías y las PPS, que ya mencionamos, y que configuran los medios naturales de transmisión de información entre el sector productivo y el científico. Conforme a lo cual se deben optimizar estos mecanismos para que los datos recibidos por los académicos, se conviertan en conocimientos que vuelvan al polo productivo en forma de tecnología para mejorar productos

y procesos industriales, pero también para la aplicación de mejores prácticas de gestión estratégica.

Resaltando la importancia del contexto y recordando que, en la Argentina el funcionamiento de las instituciones políticas, ha limitado o condicionado la capacidad de emprender intercambios políticos intertemporales eficientes. Se convierte en un desafío el diseño de las políticas públicas (PP), que deben ser el resultado de intercambios complejos entre todos los actores involucrados, a través del tiempo.

Para cerrar este apartado queremos recalcar que son las empresas las únicas que robustecen el tejido industrial, generando puestos de trabajo y mayor calidad de vida. Por último, si en el mejor de los casos se transnacionalizan, y este proceso se lleva a cabo bajo marcos institucionales eficientes, consecuentemente proyectan al mundo que en este territorio se pueden realizar inversiones.

INNOVACIÓN Y TALENTO

En la concepción de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) el desarrollo está “asociado a una estructura productiva que muestra dos tipos de eficiencia que pueden ser consideradas dinámicas, en el sentido de que representan trayectorias de más rápido crecimiento de la productividad, la producción y el empleo en el tiempo” [5]. En primer lugar se presenta la “eficiencia Schumpeteriana”, ligada a los sectores de producción de conocimiento que lideran los procesos de innovación, con aporte de capacidades a la economía y generando aumentos de productividad tanto en sus sectores como en otros por efecto cascada. La segunda eficiencia es la “eficiencia Keynesiana” o “de crecimiento” que se enfoca en la demanda de los bienes producidos en el país ya sea para el mercado interno o el externo. Aquí se exploran los estímulos a la inversión y producción por parte de las empresas como una función de la producción de bienes en relación a la demanda en rápido crecimiento. Así, por ejemplo, marcos institucionales que en determinado momento

inducen a los empresarios a comportamientos rent-seekers (rentistas) en otros pueden favorecer que los empresarios se comporten de manera “schumpeteriana” (innovativos), y viceversa.

Razón por la cual en la teoría de la GC, ya desde una óptica más empresarial, también se refuerza la importancia de la relación burocracia-sociedad del conocimiento, globalización y el trabajo en red. A partir del impacto de la globalización se busca simplificar la estructura. Esta situación genera tensión para pensar la PP, hay que tener en cuenta qué está pensando el mundo. Un planeta donde el producto crece más que el comercio, por lo que hay que salir a vender y competir. La política debe tomar lectura del cambio de modelo estratégico donde el capital intangible es la clave.

METODOLOGÍA

Se propusieron dos niveles de actividad. Primero la profundización de la interacción de los actores dentro del contexto institucional, inmersión en el campo de la literatura ad hoc y en segundo lugar las relaciones Estado Empresa. Cómo es el tipo de vinculación y participación de las empresas. Consultando las siguientes fuentes como la Secretaría de Industria, Secretaría de Ciencia y Tecnología y Secretaría PyME y Desarrollo Emprendedor del Ministerio de Industria, Comercio, Minería y Desarrollo Científico Tecnológico de Córdoba. Empresas, Cámaras industriales y de componentes y servicios. Registros industriales. Material bibliográfico o documentación vinculados al tema. Material de cámaras empresariales y datos provenientes de entrevistas a actores calificados.

Para sistematizar las entrevistas, y búsquedas en documentos se planteó un cuadro para la operacionalización de las variables y conceptos desarrollados en el planteo teórico, utilizando preguntas relativas a los objetivos. Las entrevistas cualitativas [6] tuvieron como característica principal ser flexibles y dinámicas, con el objetivo de entender acontecimientos, acciones y valores desde la

perspectiva del actor. Aprender en toda su riqueza dicha perspectiva. Se trató de un proceso de trabajo en espiral, donde primero se establecieron las unidades de análisis (personas entrevistadas y documentos). Luego se determinó el área geográfica y los rubros industriales a entrevistar y analizar. La delimitación de estos dos aspectos se realizó en una primera ronda de entrevistas con actores calificados del ámbito gubernamental, cámaras y empresas. Con esta consulta, la investigación se circunscribió al área metropolitana de Córdoba (donde se encuentra el polo productivo más denso de la provincia), y se eligieron los rubros industriales metalmecánico y electrónico, en función de ser coincidentes en los entrevistados como los más importantes de desarrollar con vistas a un crecimiento robusto. Al ser una investigación cualitativa se utilizó la saturación teórica como límite del número de entrevistados.

RESULTADOS

Habiéndose concretado visitas en las organizaciones donde los pasantes realizan sus prácticas se detectó un muy buen resultado que se veía explicitado tanto por la empresa como por los alumnos. Es decir que se cumplía lo establecido por el contrato respecto a las tareas a desempeñar, con el aditamento de la motivación por haber recibido capacitaciones y haber podido desenvolverse, en un muy buen clima laboral, por parte del alumno. De esta interacción entre Universidad y Empresa se puede obtener mucha información para enriquecer los programas de las materias de las carreras, en este caso de ingeniería, y de esa forma mejorar la currícula y la performance de los alumnos a su egreso. Aunque la realidad muestra que no se trata aún, de una práctica institucionalizada en el claustro. Si bien se realizan los informes para cierre de las pasantías, aún no constituye una fuente de información para documentar. Sólo repercute en aquellas cátedras donde los docentes tutores transfieren ese conocimiento a los alumnos durante el dictado de las clases.

Respecto a la vinculación Estado-Empresa,

fundamentalmente ligada al acceso de beneficios para la industria, se relevó en diálogo con responsables de distintas secretarías del Ministerio de Industria, que la opinión general es que las empresas han crecido, en su mayoría, a partir de la visión e intuición comercial de sus dueños. En muchos casos no participan de las cámaras que los nuclean, que son otro medio de difusión de los programas de promoción industrial, por lo que no se enteran de estas ayudas. Existe también por parte de las empresas un gran recelo a compartir información con colegas y mucho menos con el Estado. En época de crisis buscan la ayuda estatal, pero los números no indican gran vinculación, por ejemplo una de las últimas charlas informativas contó con la presencia de 60 empresas, de las cuales sólo el 10% se presentó luego, a algún programa.

Muchas de ellas al no contar con profesionales actualizados, o no considerar importante una política de relaciones institucionales, terminan accediendo a estos programas a través de consultores que suplen este defecto.

Lamentablemente el análisis de la situación argentina nos muestra la falta de procesos sostenidos, tan necesarios para el desarrollo. En su lugar encontramos ciclos de crecimiento y decrecimiento de la inversión y la producción, acompañados de una permanente fuga de capitales y muy poca articulación entre el sistema nacional de innovación y las empresas (eficiencia Schumpeteriana). A lo cual se suman distintos aspectos regulatorios que ajustan más todavía a la empresa. Por ejemplo de las entrevistas con empresarios surgen distintas perspectivas de análisis como la carga impositiva relacionada con leyes estatales, el costo de la mano de obra, también relacionada con el aspecto legal y que dificulta, para el caso de las Pymes, la contratación de profesionales por los altos costos. El principal aspecto que se deriva del día a día de la empresa es su capacidad para planificar a largo plazo con estrategias relacionadas a la innovación y la comercialización (eficiencias Schumpeteriana y Keynesiana). Las empre-

sas que han podido tomar conciencia de esta necesidad y la han transmitido a su cultura han logrado posicionarse en su mercado con buenos resultados económicos.

Se pudo observar en este análisis la coincidencia de tres características en empresas bien posicionadas, liderazgo, sistemas de gestión de calidad certificados, los que se optimizan constantemente, y por último redes de trabajo. Son empresas que se han internacionalizado y tienen alianzas con partners en el exterior. Explicitando de esta forma el grado más alto de GC.

Podríamos pensar que un mayor número de empresas lograrían también estos resultados si tuvieran mejores condiciones de mercado desde lo económico y legal. De esta manera se podría pretender mayor compromiso de ellas con el desarrollo y mejor participación en los programas de ayuda, que primero deben relevar las necesidades de la industria para así proponer, con los recursos que se cuenta, mejores opciones de ayuda. Partiendo de la base que hoy se necesita un agregado de valor en tecnología y diseño, el rol del Estado como impulso es muy importante a fin de traccionar aquellos sectores que se considere clave para el desarrollo.

Respecto a la relación Universidad-Estado, es fuerte desde el punto de vista académico y educativo, pero faltan el resto de los actores. Un ejemplo de avance en este sentido es el cluster PGM de Córdoba, que se desempeña como grupo en la búsqueda de nuevos mercados como lo son el petróleo, la minería y el gas, un nuevo horizonte para las empresas metalmeccánicas. Particularmente para formar este cluster se realizó un estudio de mercado entre varias organizaciones, gubernamentales, intermedias y empresas, desde hace cinco años para descubrir qué otros mercados podían captar los proveedores autopartistas. Así surgieron estos segmentos que tienen sus características específicas y presentan distintas lógicas de producción. Aquí las empresas que visitan un pozo, por ejemplo, si no conocen el tipo de componente o producto que necesita el cliente realizan

una ingeniería inversa a fin de obtener el producto con su know how. Si son buenos sus desarrollos y productos, la misma petrolera/minera los recomienda para ser proveedores de otras empresas.

Como resumen de este apartado podemos ver que la interacción de los tres actores U-E-E es posible y que algunos espacios ya se han generado por el uso de otros instrumentos como las pasantías y los programas de promoción. Pero se puede observar que todavía falta generar una cultura de la vinculación como herramienta sinérgica.

CONCLUSIONES

El Estado tiene un rol importante que jugar no sólo en cuanto a garantizar la seguridad material para todos y perseguir otros objetivos sociales sino también en relación a la promoción del desarrollo económico. Las pymes son el sustento de un país por lo que hay que generar profesionales que quieran y puedan trabajar en ellas. Se podría considerar dentro de la vinculación U-E-E que el Estado es el motor que debería impulsar interacciones entre los tres actores.

Tener presente la necesidad de que la vinculación no sea sólo para desafíos tecnológicos y científicos sino también plasmar experiencias a replicar en la universidad. A fin de generar un espacio de reflexión sobre el contexto y las necesidades e interacción de los actores. También es importante potenciar el rol del ingeniero en la academia, la investigación y la profesión. "...la educación superior, especialmente la educación en ingeniería y tecnología juega un papel crítico en el desarrollo y crecimiento económico sustentable y en la promoción del bienestar de la sociedad y todo comienza con un capital humano bien preparado." Lueny Morell

Del análisis y discusión de los resultados del apartado anterior, y teniendo en cuenta los objetivos planteados para esta presentación, se puede sintetizar que existen redes de interacción entre los actores del triángulo de Sábato pero no como un eje de trabajo sino porque naturalmente o por necesidad se fue-

ron generando, esto para el caso de la relación U-Estado y U-Empresa. La vinculación E-E se genera por necesidad por lo que sería deseable que se propiciaran espacios de discusión para nuevas líneas de interacción, diseñando en conjunto políticas relacionadas a mejorar las actividades entre los tres actores y que como resultado del análisis y consenso se produjeran nuevas políticas macro que incluyan la actividad de la universidad en el medio y de allí a través, por ejemplo de las pasantías, se produzca un feedback que alimente las acciones del Estado hacia la vinculación U-Empresa.

Retomando la eficiencia Schumpeteriana y la Keynesiana, en general se dan al mismo tiempo, "ya que los sectores más intensivos en conocimiento tienden a mostrar también, en el largo plazo, un mayor dinamismo de la demanda" [5] por lo tanto es fundamental un cambio estructural que fortalezca la demanda en los sectores dinámicos. Porque sin aumento de la demanda, pero con aumento en paralelo de la productividad se generaría subocupación o desocupación. Mejorar estas eficiencias dinámicas implica trabajar sobre las políticas estatales también [7]. Algunas empresas entrevistadas han logrado esta eficiencia, pero en base a un esfuerzo propio, sería interesante poder replicar estos resultados en otras organizaciones y es aquí donde radica la importancia del Estado como propulsor de un pensamiento estratégico y la intervención de la universidad como nexo.

Desde el enfoque neoinstitucionalista, las políticas públicas son el resultado de transacciones intertemporales entre actores políticos. Dichas transacciones están condicionadas por las reglas del juego político, es decir por el funcionamiento de las instituciones políticas, que a su vez dependen de los rasgos institucionales básicos, nos referimos a su naturaleza constitutiva e histórica (path dependence). Lo que se quiere explicar es que la forma en que se concibieron las instituciones políticas condicionan las reglas del juego político [8]. Estas a su vez determinan los tipos de transacciones políticas, todo lo cual

se ve reflejado en las políticas resultantes.

La importancia de este último párrafo radica en que, como plantea el marco teórico (neoinstitucionalismo) para que se den las condiciones de interacción es muy importante trabajar el contexto institucional primero, ya que éste marca el accionar de los actores. Teniendo un ambiente más comprometido hacia el trabajo conjunto se pueden articular mejores propuestas de acción.

REFERENCIAS

- [1] Gorenstein, S.; Schorr, M. (2012). Alcances regionales del financiamiento público en la Argentina. Una mirada de conjunto. Recuperado de: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-37272010000200001&script=sci_arttext#notas1
- [2] BID (2006). *La política de las políticas públicas. Progreso económico y social en América Latina*. Planeta Mexicana. México, 15-22.
- [3] Gómez, M. (2011). Las pasantías como medio de participación en actividades profesionales. *5° Foro de Extensión Universitaria*, Córdoba.
- [4] Lucca, G. (2014). El triángulo de Sábado como paradigma de una exitosa inserción internacional. *Revista de Economía y comercio internacional*, 04, 13-16. Recuperado de: <http://fundaceic.org/2014/05/11/revista-de-economia-y-comercio-internacional-n04/>
- [5] CEPAL. (2012) Cambio estructural para la igualdad. Trigésimo cuarto período de sesiones de la Cepal. Capítulo VII *Reflexiones finales: El Estado y la política en la visión integrada del desarrollo*. San Salvador.
- [6] Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; Baptista, L. P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mcgraw Hill. México.
- [7] López, A. (2006). *Empresarios, Instituciones y Desarrollo Económico: El caso argentino*. Cepal. Buenos Aires.
- [8] North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press. Nueva York.

Animaciones, vídeos y códigos: herramientas para mejorar la comprensión de conceptos científicos

Nancy Edith Saldís¹

Marcelo Martín Gómez^{1,2}

Carina Colasanto^{1,3}

Claudia Carreño^{1,3}

Maximiliano González¹

Gonzalo Barbero¹

¹ E-mail: nanciesaldis@yahoo.com.ar

² E-mail: mgomez@cnm.unc.edu.ar

³ E-mail: ccolasanto@yahoo.com.ar

³ E-mail: carreno_claudia@hotmail.com

¹ Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.
Universidad Nacional de Córdoba.

² Colegio Nacional de Monserrat.

Universidad Nacional de Córdoba.

³ Universidad Tecnológica Nacional.

Facultad Regional Córdoba.

84



RESUMEN

Este escrito muestra parte de lo producido en el marco de la investigación que engloba desarrollo, uso y evaluación de herramientas tecnológicas para el aprendizaje de conceptos de química para primer año de ingeniería en la universidad y de matemática para el último año del secundario. Por un lado se generó una animación referida a Equilibrio Químico para favorecer el aprendizaje de contenidos abstractos y se evaluó el impacto producido. Por el otro, se produjeron vídeos con clases grabadas y guías de estudio incorporando códigos de respuesta rápida. La metodología utilizada para recoger datos fue una combinación de encuestas con preguntas abiertas y cerradas, y técnica focusgroup. Los resultados muestran que la animación logró desarrollar una mejor comprensión de conceptos y generó mayor disposición para el aprendizaje. Los estudiantes secundarios rescatan grabación de clases, e implementación de códigos, más no consideran al aula virtual como herramienta de comunicación.

ABSTRACT

This document shows part of the research that includes the development, use and evaluation of technological tools for the learning of chemistry concepts for the first year of engineering in the university and of mathematics for the final year of high school. On the one hand, an animation was generated referring to the Chemical Equilibrium to favor the learning of abstract contents and the impact produced was evaluated. On the other hand, videos with recorded classes and study guides were produced incorporating quick response codes. The methodology used to collect data was a combination of surveys with open and closed questions, and focus group technique. The results show that the animation has achieved to develop a better understanding of concepts and generated a greater disposition for learning. Secondary students get class recording and code implementation, but do not consider the virtual classroom as a communication tool.

PALABRAS CLAVE

Animación científica, vídeos, códigos QR, aula virtual, aprendizaje significativo.

INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

El equipo que presenta este trabajo se encuentra desarrollando materiales didácticos para favorecer el aprendizaje de conceptos básicos de la ciencia y la tecnología, y genera instrumentos para definir los aportes al aprendizaje significativo de conocimientos. En la investigación en curso se propuso continuar con el diseño y desarrollo de materiales multimedia, en especial animaciones científicas y vídeos, que permitan a los estudiantes visualizar conceptos abstractos adquiriendo los conocimientos necesarios para completar su formación.

Las animaciones son consideradas como visualizaciones concretas de modelos científicos. Siguiendo a Raviolo [1] un modelo es una construcción humana utilizada para conocer, investigar, comunicar, enseñar; es una representación simplificada de un hecho, objeto, fenómeno, proceso, que concentra su atención en aspectos específicos del mismo, y tiene las funciones de describir, explicar y predecir. Ferrés [2] expresa que una institución educativa centrada de manera casi exclusiva en el libro de texto tenderá a privilegiar los contenidos prioritariamente conceptuales. Desde la multiplicidad de medios se garantiza un perfecto cumplimiento tanto de los objetivos conceptuales como de los procedimentales y actitudinales. En relación a los beneficios de trabajar con simulaciones Raviolo [3] agrega que “son útiles cuando por razones de seguridad, tiempo o económicas, los estudiantes no pueden actuar directamente sobre el material estudiado”. En la enseñanza de ciencias y tecnología las animaciones facilitan la visualización de la dinámica de un proceso mejorando la comprensión de conceptos, intentando que los estudiantes conecten entre sí las representaciones macroscópicas, microscópicas y simbólicas de los fenómenos ayudando a superar la imagen estática y en dos dimensiones de los modelos representados en papel.

Un caso didáctico es un trozo de la realidad que se presenta de manera atractiva a los fines de que los alumnos y el docente puedan

examinarlo minuciosamente [4]. Un caso podría ser un recorte de una película, periódico o una historia creíble cercana a la realidad de los estudiantes. Al final del caso se presentan las “preguntas críticas” en las que se les solicita a los estudiantes que generen hipótesis, y elaboren conclusiones.

Un guion es una historia contada en imágenes por medio del diálogo y la descripción, situada en el contexto de la estructura dramática [5]. Su estructura consta de:

a) planteamiento: se presenta al personaje principal en un contexto, con una situación (detonante) o conjunto de situaciones que lo afectan y lo obligan a actuar; así se pone en marcha el relato.

b) desarrollo: el personaje enfrenta conflictos en su camino hasta llegar a un punto de tensión (clímax).

c) desenlace: resolución de la historia.

El aula virtual (AV) es una herramienta informática que permite que educadores y educandos se encuentren para realizar actividades que conducen al aprendizaje [6].

Los códigos QR (*Quick Response code*, “código de respuesta rápida”), son herramientas tecnológicas constituidas por imágenes que almacenan información codificada en una serie de cuadrados negros sobre fondo blanco. Fueron creados a los efectos que los contenidos implícitos en los códigos se leyera a alta velocidad por un lector específico, que a través del dispositivo móvil y de forma inmediata conduce a un sitio en Internet, ya sea un mapa de localización, correo electrónico, una página web, información en pdf, vídeos, etc.

Pero los materiales didácticos y las herramientas tecnológicas no garantizan por sí solas la construcción del conocimiento, hay que proporcionar un entorno que facilite la interacción social, la correcta utilización de los medios y la experimentación. La comunicación en entorno formativo virtual debe producirse satisfaciendo ciertos requisitos que garanticen su efectividad, tales como que sea frecuente y rápida, y que promueva y dinamice el trabajo en grupo [7]. La implementación de códigos cambia, moderniza y

amplía el sentido de los materiales docentes puestos por el profesor a disposición de los estudiantes. Estos dejan de ser solo una guía de estudio para convertirse en un material interactivo, vivo, que puede conducir a nuevas formas de ampliación de conocimiento. La nueva información, puede venir en formato de aclaraciones conceptuales del profesor en un texto o tratarse de nuevas tecnologías de reproducción de archivos multimedia [8].

Debido a la insuficiente producción local de animaciones científicas presentadas como casos didácticos y de otros recursos tecnológicos en educación, el equipo se abocó a la tarea de producir vídeos explicativos y un vídeo animado basado en los conceptos de Equilibrio Químico presentado como un caso didáctico. Además, diseñó guías de actividades incorporando códigos QR para vincular los vídeos y otras fuentes de información.

Para advertir el aprendizaje significativo del contenido en cuestión en los estudiantes, con y sin la implementación de los materiales animados, se siguió una metodología que combinó procedimientos de recopilación y análisis de datos cualitativos y cuantitativos a través de encuestas, entrevistas y comparación entre grupos piloto y testigo.

El *focus group* es una técnica de investigación cualitativa que centra su atención en la pluralidad de respuestas obtenidas de un grupo de personas, cuyo objetivo es la obtención de datos por medio de la percepción, los sentimientos, las actitudes y las opiniones de grupos de personas. Pretende aprehender los significados que los sujetos comparten y que se expresan mediante el lenguaje[9]. Tiene una finalidad práctica que busca recopilar la mayor cantidad de información posible sobre un tema definido[10]. Se estimula la creatividad de los participantes y se crea un sentimiento de co-participación por parte de los entrevistados. Por medio de esta técnica éstos hablan en su propio lenguaje, desde su propia estructura y empleando sus propios conceptos, y son alentados para seguir sus prioridades.

Los cuestionarios se construyeron en base

a modelos referenciales [11], [12] que plantean preguntas que responden a diferentes niveles de lectura. Los niveles propuestos por los autores para el diseño de las preguntas son:

a) Preguntas literales. La respuesta a este tipo de interrogante se encuentra directamente en el texto o en el vídeo y por lo tanto sólo es necesario buscarla. Interpelan más la memoria que la comprensión del alumno. Por ejemplo, preguntar: ¿Qué dice el texto respecto a...?

b) Preguntas inferenciales. Toman en cuenta toda la información conceptual que se da por sabida. El lector debe ser capaz de formular con claridad ideas que no aparecen en el texto o vídeo, pero que están implícitas. Por ejemplo, preguntar: ¿Qué cosas no dice el texto o el video pero necesitamos saber para entenderlo?

c) Preguntas evaluativas. Posibilita valorar la utilidad de la información.

d) Preguntas creativas: Posibilita ampliar el campo de lectura, deducir, relacionar, aplicar.

Las poblaciones elegidas para el estudio realizado en el 2016 fueron el primer año de la carrera de Ingeniería Química (IQ) de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (FCEFyN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) y el último curso del secundario del Colegio Nacional de Monserrat (CNM) dependiente de la UNC. La investigación propuso acciones en los dos niveles y se desarrolló a través de dos componentes articulados. El primer componente refiere al desarrollo de materiales multimedia, en especial animaciones científicas y la valoración del uso por parte de estudiantes universitarios. El segundo componente se dirigió a aplicar herramientas en el nivel secundario que permitan un manejo fluido de la información con fines educativos, y su posterior análisis.

DESARROLLO

El primer componente tuvo como usuarios a veinte estudiantes de la carrera de IQ. El desarrollo del material animado requirió de la selección de contenidos, la redacción de

guiones y del paquete Adobe con los programas *After Effects*, *Premiere*, *Photoshop* e *Illustrator*, con efectos especiales y visuales, como así también herramientas de edición de imágenes, sonido, y varias aplicaciones. Se analizaron y definieron los conceptos científicos a contener y los espacios de aprendizaje virtual donde se incluirían las animaciones en vista a que puedan ser consultadas desde un teléfono móvil.

El guion corresponde al documento producido por los profesores por ser expertos en los contenidos científicos y en la manera en que debían presentarse éstos teniendo en cuenta el nivel académico de los usuarios. Para la estructura se consideró: a) planteamiento de la historia: los personajes principales, Pipo y Tere, desean conocer si el estado del tiempo los acompañará para pasar un día de campo. b) desarrollo: la animación muestra a los personajes buscando en un programa de TV educativo los conceptos para lograr su objetivo. c) desenlace: Para resolver el dilema presentado en la animación, los personajes acuden a un delfín pronosticador del clima donde se perciben cambios de color al producirse un equilibrio químico entre dos sales. Los expertos imaginaron la situación, la describieron y redactaron escenas, secuencias, acontecimientos y diálogos existentes entre los personajes siguiendo los pasos de la estructura teórica.

Para la realización de la experiencia práctica que muestra la analogía entre el equilibrio químico y el trasvase de líquido entre los recipientes; se consiguieron los materiales y el lugar conveniente para filmar eligiendo colores y volúmenes adecuados para su mejor visualización.

En ese sentido fue necesario elegir dos recipientes grandes forrados de distintos colores, agua líquida también coloreada para conseguir un contraste con el fondo y vasos de distintos tamaños que representaran las distintas velocidades.

Para dar vida a los personajes se usaron los programas *Corel Draw* y algunos de los programas del paquete de Adobe anterior-

mente mencionado permitiendo el diseño y tratamiento de imágenes. A continuación se procedió a grabar la experiencia que los personajes del vídeo verían en la televisión y el sonido del texto en el que participaron varios integrantes del grupo de trabajo quienes relataron la situación o conformaron los diálogos; para ello se utilizó un equipo mix, micrófonos y el programa de libre descarga *Audacity*. La última etapa fue la de edición, secuenciándose imágenes y sonidos en los programas *After Effects* y *Premiere*. El vídeo se titula "Pipo, Tere y el delfín pronosticador del clima" y puede observarse en <https://www.youtube.com/watch?v=thlooaqc1LQ>

A continuación se evaluó la comprensión de los contenidos, con o sin la observación del vídeo, a través de la implementación de un cuestionario para ser contestado por los estudiantes. Se siguió la siguiente secuencia: la profesora encargada del dictado de la asignatura dio las clases expositivas de forma tradicional con pizarrón, tiza e intervención de los estudiantes. Al finalizar la clase, a un grupo de diez estudiantes seleccionados al azar, al que se consideró grupo control o testigo, se les presentó un cuestionario que poseía una serie de cinco preguntas las cuales debían ser contestadas inmediatamente.

El cuestionario se diseñó considerando los modelos referenciales expuestos en el marco teórico y seleccionando preguntas evaluativas y creativas.

El instrumento entregado a los estudiantes fue:

En una reacción reversible

a) *¿Cómo se van modificando las velocidades directa e inversa a medida que pasa el tiempo?*

b) *¿Qué significa un equilibrio dinámico?*

c) *¿A qué se considera "un valor grande de K" y "un valor chico de K"?*

d) *¿Qué nos indica una constante de equilibrio grande?*

e) *¿Qué pasa con las concentraciones de los productos en el equilibrio? ¿Y con las concentraciones de los reactivos?*

A otro grupo de diez estudiantes que no

asistieron a la clase expositiva por diversas razones, considerado grupo experimental se le solicitó que mire el vídeo las veces que considere necesario. Al día siguiente se les suministró el mismo cuestionario que al grupo control.

Para procesar la información, primeramente se compararon las contestaciones de los estudiantes con las respuestas generadas por el equipo de expertos de la asignatura y se las clasificó en cuatro categorías: 1. Bien y completa; 2. Bien pero incompleta; 3. Regular (solo alguna aproximación a la respuesta correcta y lo demás no es pertinente); y 4. Mal.

El segundo componente de este estudio consideró que los usuarios de los videos de clases grabadas y guías conteniendo los códigos QR fueran 44 estudiantes del CNM, una institución educativa tradicional con 330 años de existencia. El último año del colegio posee el espacio curricular Análisis Matemático y Geometría Analítica. Para el desarrollo de su cursado el docente abrió un AV en la plataforma MOODLE e incorporó el programa de la asignatura, las condiciones de promoción, el cronograma y una serie de materiales didácticos. Estos materiales están conformados por un conjunto de vídeos con clases grabadas especialmente de forma expositiva, y una serie de guías didácticas con ejercicios de resolución. Por otro lado se elaboró una guía de trabajos prácticos conteniendo códigos QR que remiten a páginas *web* previamente seleccionadas, documentos pdf, y los vídeos alojados en *You Tube* que tienen la particularidad de poseer los contenidos necesarios de recordar para la realización de las situaciones planteadas en las guías, ejemplos resueltos, y otras actividades.

La estrategia consistió en desarrollar tres unidades de la asignatura de complejidad similar, una por el método tradicional consistente en apunte y clase expositiva, otra con el apoyo de AV y otra con el uso de la guía que incorpora los códigos QR. Finalizadas las tres unidades se decidió realizar un estudio comparativo a los fines de identificar cada una de las estrategias utilizadas y las características

y modalidades de estudio que pusieron en juego los estudiantes en cada caso. Como en este trabajo se pretendió también aplicar, evaluar y comparar fortalezas y debilidades de distintas herramientas tecnológicas puestas al servicio de la educación, fue necesario complementar la información cuantitativa con una cualitativa profunda eligiéndose la técnica de focus group.

PRINCIPALES RESULTADOS

En primer lugar se expondrán los resultados referidos al uso de animaciones científicas. Las respuestas obtenidas de cada uno de los estudiantes del grupo control y del grupo experimental se volcaron en tablas, una para cada pregunta. Luego se procedió a comparar esas respuestas con las generadas por expertos y clasificarlas de acuerdo a las cuatro categorías mencionadas. A manera de ejemplo en la Tabla 1 se muestra la clasificación de algunas de las respuestas a la pregunta a) expresadas por los estudiantes que conformaron el grupo testigo.

De manera análoga se procesaron las respuestas de los diez estudiantes evaluados que constituyeron el grupo experimental o piloto.

Tabla 1
Respuestas del grupo control y clasificación

Número de orden estudiante	GRUPO CONTROL O TESTIGO
1	Una aumenta y la otra disminuye. BIEN PERO INCOMPLETA.
2	Las velocidades se van haciendo iguales. BIEN PERO INCOMPLETA.
3	Las velocidades son constantes todo el tiempo. MAL.
4	Las velocidades no cambian. MAL.
5

Tabla 2
Respuestas de grupo piloto y clasificación

Número de orden estudiante	GRUPO EXPERIMENTAL
1	La velocidad de reacción directa va disminuyendo con el tiempo mientras que la inversa va aumentando hasta que en un momento se igualan. BIEN Y COMPLETA.
2	Las velocidades varían de manera inversamente proporcional hasta que igualan su valor. BIEN Y COMPLETA.
3	La velocidad directa va en disminución pero la velocidad de los productos va en aumento.
4

Se calcularon los porcentajes que representaban cada una de las clasificaciones.

Tabla 3
Porcentajes de respuestas de pregunta a)

a) ¿Cómo se van modificando las velocidades directa e inversa a medida que pasa el tiempo?		
	GRUPO CONTROL (%)	GRUPO EXPERIMENTAL (%)
BIEN Y COMPLETA	12,5	50
BIEN PERO INCOMPLETA	37,5	25
REGULAR	25	25
MAL	25	0

Del análisis se desprende que, a diferencia de las respuestas conseguidas en el grupo control, la mayoría de los estudiantes del grupo experimental pudo lograr interpretar la analogía entre las velocidades de reacción y el volumen de líquido de los vasos construyendo la idea que las velocidades son distintas al comienzo y que luego se igualan.

A pesar que en la clase expositiva ese concepto fue dictado para que los estudiantes lo

escriban en sus cuadernos, algunos alumnos respondieron de manera equivocada. Es posible que exista una dispersión o falta de interés por la lectura de los apuntes. También podría suceder que las imágenes animadas del vídeo hayan ayudado al grupo experimental a armar los conceptos.

Tabla 4
Porcentajes de respuestas de pregunta b)

b) ¿Qué significa un equilibrio dinámico?		
	GRUPO CONTROL (%)	GRUPO EXPERIMENTAL (%)
BIEN Y COMPLETA	0	75
BIEN PERO INCOMPLETA	62,5	25
REGULAR	37,5	0
MAL	0	0

De acuerdo a los resultados puede afirmarse que la totalidad del grupo experimental logra comprender el concepto de manera correcta aunque algunos tengan dificultades para expresarlo de forma completa.

Los participantes del grupo control interpretaron el concepto de manera incompleta o regular pero ninguno lo hizo de forma totalmente equivocada.

Tabla 5
Porcentajes de respuestas de pregunta c)

c) ¿A qué se considera "un valor grande de K" y "un valor chico de K"?		
	GRUPO CONTROL (%)	GRUPO EXPERIMENTAL (%)
BIEN Y COMPLETA	50	62,5
BIEN PERO INCOMPLETA	12,5	0
REGULAR	0	12,5
MAL	37,5	25

Del análisis se desprende que el aporte del vídeo es insuficiente respecto al valor numérico de la constante de equilibrio K, ya que la

variación de los valores de porcentajes no es significativa entre los dos grupos.

Tabla 6
Porcentajes de respuestas de pregunta d)

d) ¿Qué nos indica una constante de equilibrio grande?	GRUPO CONTROL (%)	GRUPO EXPERIMENTAL (%)
BIEN Y COMPLETA	12,5	62,5
BIEN PERO INCOMPLETA	37,5	25
REGULAR	12,5	12,5
MAL	37,5	0

En este interrogante la información que aportó el vídeo ha producido un cambio significativo ya que los estudiantes en estudio consiguieron interpretar el significado del valor numérico alto de la constante K infiriendo que las concentraciones de productos superan a las concentraciones de reactivos en el momento del equilibrio. En este sentido, las concentraciones de reactivos y productos están representadas por el volumen de líquido que se encuentra en los distintos recipientes comprobándose que la analogía ha influido satisfactoriamente en la interpretación.

Tabla 7
Porcentajes de respuestas de pregunta e)

e) ¿Qué pasa con las concentraciones de los productos en el equilibrio? ¿Y con las concentraciones de los reactivos?	GRUPO CONTROL (%)	GRUPO EXPERIMENTAL (%)
BIEN Y COMPLETA	0	50
BIEN PERO INCOMPLETA	0	25
REGULAR	12,5	25
MAL	87,5	0

El grupo control responde de manera equivocada pues refieren a que las concentraciones de productos y reactivos en el momento del equilibrio deben ser iguales.

El grupo experimental responde de manera acertada que las concentraciones se mantienen constantes a través del tiempo aunque pueden o no ser iguales entre sí.

A continuación se exponen los resultados referidos a la aplicación en el CNM.

Tabla 8
Uso del AV

¿Utilizaste el AV para estudiar para pruebas?			
Más de 5 veces	4 a 5 veces	1 a 3 veces	Nunca
28%	28%	31%	13%

Tabla 9
Utilidad del AV

La utilización del AV para estudiar me pareció:		
Muy útil	Útil	Poco útil
47%	44%	9%

Si bien el 13% nunca utilizó el AV para estudiar para pruebas, solo un 9% indica que es poco útil, lo cual estaría indicando que la consideran una herramienta interesante para el aprendizaje.

Tabla 10
Lenguaje del AV

El lenguaje usado en las actividades, consignas, y/o materiales del AV me pareció:		
Fácilmente comprensible	Comprensible	Difícil
38%	56%	6%

De acuerdo a resultados de la Tabla 10, el lenguaje y la secuenciación de actividades utilizadas para el diseño del aula es apropiado, ya que un 94% indica que es comprensible o fácilmente comprensible.

Tabla 11
Acceso al AV

Me resulta engorroso entrar al AV para poder estudiar			
Muy de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
6%	34%	41%	19%

Un indicio detectado antes de realizar la encuesta, en una inmersión inicial exploratoria, parecía mostrar que los estudiantes consideraban engorroso (“un viaje” según su apreciación) tener que ingresar al AV. En la Tabla 11 puede observarse que un 40% opina que es así, lo cual parece un número elevado a la hora de evaluar la motivación provocada por el uso de esta herramienta.

Tabla 12
Utilidad de vídeos

Los vídeos de clases grabadas son de:	
Mucha utilidad	Útiles
81%	19%

La hipótesis inicial indicaba que los vídeos no serían de mayor utilidad por tratarse de una clase similar a la actividad áulica, sin embargo la totalidad de los estudiantes los consideró un recurso interesante a la hora de estudiar como se indica en la Tabla 12. Esta apreciación fue corroborada con los conceptos vertidos mediante un focus group, en la que mencionaron que les permite estudiar a su ritmo, parando el desarrollo cuando es necesario, y les permite hacerlo en tiempo y lugar en que lo disponen. Se hace evidente la presencia y pertinencia según los propios usuarios, de las características de asincronicidad y posibilidad de aprendizaje ubicuo. Estos aspectos positivos indican que se trata de un recurso sencillo y poderoso utilizable de diversas formas, tales como clase invertida, a distancia, o semipresencial entre otras, sin embargo, expresaron que el video no debería reemplazar a la clase presencial.

Tabla 13
Ayuda en el estudio

Si no comprendo algo a la hora de estudiar, recorro a:				
Profesor	Compañero	AV	Internet	Otro
19%	53%	13%	9%	6%

Tabla 14
Comunicación al estudiar

Cuando estudio, si necesito me comunico con compañeros:				
Personalmente	WhatsApp	AV	Facebook	Otro
19%	53%	0%	0%	0%

Tabla 15
Forma de estudiar

En general, prefiero estudiar:			
Solo	Con compañeros	Apoyo de experto	Otro
60%	34%	6%	0%

Lo expuesto en tablas 13, 14 y 15 muestra que en general el estudiante de secundario estudia solo, pero se vuelve también de importancia el aprendizaje colaborativo y con los pares. Solo un pequeño porcentaje recurre al AV como herramienta de comunicación colaborativa, lo que estaría indicando que esta herramienta es poco requerida. Este aspecto fue corroborado por los estudiantes durante el *focus group*. Al respecto los jóvenes expresaron que no habilitan en sus celulares el correo electrónico pues casi ya no usan ese recurso, por lo que no reciben los mensajes desde el AV.

Tabla 16
Uso de guía con códigos QR

¿Usaste guía de estudio con QR para estudiar para pruebas?			
Más de 5 veces	4 a 5 veces	1 a 3 veces	Nunca
19%	16%	62%	3%

Tabla 17**Utilidad de guía con códigos QR**

La utilización de códigos QR para estudiar me pareció:			
Muy útil	Útil	Poco útil	Nada útil
37%	44%	16%	3%

Tabla 18**Lenguaje de guía con códigos QR**

Los enunciados de los problemas/ejercicios de la guía con códigos QR me parecieron:			
Sencillos de comprender	Comprensibles	Difíciles de comprender	Incomprensibles
22%	62%	16%	0%

La realidad aumentada generada por el recurso de códigos se la utilizó a modo de prueba para el desarrollo de una unidad del programa. De la lectura de las Tablas 16 y 17, se desprende que un elevado porcentaje de estudiantes manifiesta que la considera útil o muy útil, lo cual indica que se trata de una herramienta importante, digna de tener en cuenta en los procesos de enseñanza aprendizaje.

Los resultados parecen indicar que la confección de la guía fue apropiada en el sentido de su pertinencia lingüística y secuenciación lógica y psicológica, ya que según se indica en la Tabla 18 un 84% opina que le resultó muy sencillo o sencillo seguirla, aunque puede mejorarse. Esto se corrobora con lo que muestra la Tabla 19, ya que indica que un porcentaje similar considera mejor esta modalidad de trabajo.

Tabla 19**Acerca de métodos de estudio**

El método tradicional sin guía, códigos o AV me resulta mejor a la hora de estudiar.			
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
38%	47%	9%	6%

Indicio detectado antes de realizar la encuesta, parecía mostrar que los estudiantes no acordaban con tener que bajar una aplicación capaz de leer códigos QR en sus celulares. Los resultados de la Tabla 20 lo comprueban, y según lo detectado en el *focus group* se debe a que les ocupa memoria para otras aplicaciones o usos recreativos. Esto refuerza la hipótesis de que, a pesar de que el celular es de uso masivo (solo uno de los estudiantes no disponía de aparato con conexión a internet), no es considerado todavía por los encuestados como una herramienta para las actividades académicas.

Tabla 20**Respecto a aplicación de lectura de códigos**

Me molesta tener la aplicación en mi celular para leer los códigos QR al estudiar.			
Muy en desacuerdo	En desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
41%	31%	6%	22%

Tabla 21**Facilidad de uso de herramientas tecnológicas**

El uso de herramientas tecnológicas para estudiar me resulta:			
Muy sencillo	Sencillo	Difícil	Muy difícil
66%	31%	3%	0%

La Tabla 21 muestra que el uso de herramientas tecnológicas es de fácil abordaje para la gran mayoría de los estudiantes del secundario.

Un comentario frecuente durante la sesión de focus group fue la necesidad de crear un grupo de whatsapp incluyendo al profesor, aunque reflexionaron que sería una carga importante para él y requeriría una organización muy acertada. Otras cuestiones planteadas en este sentido fueron el trabajar directamente por esta red, ya que la consideraron versátil y con posibilidades de comunicar archivos, audios y videos, o bien armar un sistema mixto, donde las comunicaciones se hagan con esta herramienta, indicando cuando exista alguna tarea para realizar en el AV.

CONCLUSIONES

A partir de estos resultados es posible concluir que las diferentes tecnologías propuestas son ampliamente aceptadas sobre las clases expositivas tanto por los estudiantes de un último curso del colegio secundario como del primer año del nivel universitario. Por un lado, se puede asegurar que el uso del video animado en los estudiantes muestra un significativo aumento en la comprensión y manejo de conceptos abstractos como el de Equilibrio Químico. Posiblemente la animación genere una mayor predisposición de los estudiantes hacia la incorporación de este tipo de conceptos. La comprensión de los contenidos se ve favorecida por el uso de material didáctico animado. Los estudiantes pudieron formular con claridad ideas que no aparecen en el texto o vídeo, pero que están implícitas. También fueron capaces de interpretar las situaciones macroscópicas, las microscópicas y simbólicas propias de este tipo de reacciones en equilibrio. Comprendieron, a través de analogías concretas, el significado de los conceptos en forma integral.

Por otra parte, si bien la metodología empleada con los estudiantes del nivel preuniversitario o secundario no permite aún asegurar un incipiente progreso o aumento en los aprendizajes específicos, se evidencia una mejora actitudinal frente al procedimiento utilizado para el desarrollo de las clases tradicionales. Los resultados aportaron indicios fuertes de que la aplicación de herramientas tales como vídeos con grabación de clases y el uso de códigos QR de manera sistemática y durante todo el ciclo lectivo, podría proporcionar aprendizajes significativos.

Posiblemente cuando los docentes se encuentran frente a los estudiantes desarrollando los contenidos en una clase expositiva, involucra al discente en varias actividades a la vez tratando de escuchar, comprender y tomar nota de lo que se dice. Esa tensión normal que se presenta quizás disminuya cuando el mismo concepto se muestra en un vídeo con la clase grabada o en una animación donde el estudiante puede acceder a

dicha información en el momento que desee. Inconscientemente los estudiantes conocen además, la posibilidad de reproducir el material desde donde lo consideren necesario, predisponiéndolo a un estado de mayor relación para incorporar los conceptos, favoreciendo el aprendizaje.

Sin embargo restaría trabajar sobre la comunicación, tal vez indagando sobre otras herramientas más efectivas, ya que según este estudio, el AV no es eficiente para los estudiantes del nivel preuniversitario. Quizás si se mejorara la accesibilidad al campus o tal vez generando una App que lo permita con mayor fluidez, esta herramienta pueda ser explotada en mayor medida por los estudiantes y en consecuencia por los docentes.

Es importante destacar que al momento de redactar este artículo, el equipo de trabajo se encuentra abocado en replicar el estudio en primer año de la carrera de Ingeniería de la Facultad Regional Córdoba (FRC) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SECyT) de la UNC ya que el informe forma parte de una investigación mayor denominada "Diseño, Aplicación y Evaluación de herramientas tecnológicas informatizadas para el aprendizaje de la ciencia y el fortalecimiento de la articulación interniveles" subsidiada por esa secretaría.

A Ana Bielewicz, Técnica en medios audiovisuales, a quien se le atribuyen las imágenes y el movimiento de las mismas que aparecen en el vídeo "Pipo, Tere y el delfín pronosticador del clima".

A Alejandro Álvarez, experto en cine y televisión, quien dirigió la filmación y edición de las clases de Geometría Analítica para el nivel preuniversitario.

Al Dr. Abel López por la voz del locutor de televisión en el vídeo animado.

REFERENCIAS

- [1] Raviolo A. (2009). *Modelos, Analogías y Metáforas en la Enseñanza de la Química*. Educación Química, 20 (1), pp. 55-60.

- [2] Ferrés J. (2000). *Educación en una Cultura del Espectáculo*. Ediciones Paidós Ibérica. S. A. Barcelona, España.
- [3] Raviolo A. (2010). "Simulaciones en la Enseñanza de la Química". *Actas de la Conferencia VI Jornadas Internacionales y IX Jornadas Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química*. Santa Fe. Argentina.
- [4] Wasserman S. (2005). *El Estudio de Casos Como Método de Enseñanza*. Amorrortu Editores. pp. 17-31 y 73-113.
- [5] Field S. (2002). *El Manual del Guionista: Ejercicios e Instrucciones Para Escribir un Buen Guión Paso a Paso*. Plot Ediciones. Madrid.
- [6] Horton W. (2000). *Designing web based training*. Wiley Computer Publisher, New York, NY.
- [7] Guitert M. y Jiménez F. (1999). *Aprendizaje cooperativo en entornos virtuales: el caso de la Universitat Oberta de Catalunya*, http://www.uoc.edu/in3/grupsrecerca/11_Ahriet_Tele_Educacion_99.doc
- [8] Casanova Pastor G y Molina Jordá J. (2013) "Implementación de códigos QR en materiales docentes". *Actas de XI Jornadas de Redes de investigación en docencia universitaria*. Alicante, España. <<https://web.ua.es/en/ice/jornadas-redes/documentos/2013posters/335182.pdf>>. (Consultado el 2 de marzo de 2017).
- [9] Matus G. y Molina F. (2006), *Metodología cualitativa: un aporte de la Sociología para investigar Bibliotecología*. Valparaíso, Universidad de Playa Ancha.
- [10] Romo M. y Catillo C. (2002), "Metodología de las Ciencias Sociales aplicadas al estudio de la nutrición. En *Revista Chilena de Nutrición*, 29 (1), consultada el 07 de marzo de 2007 en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-5182002000100003&script=sci_arttext
- [11] Márquez C. (2005). "Aprender ciencias a través del lenguaje". *Educación. Revista de Educación*. Secretaría de Educación. Jalisco, México. pp. 27-38, 2005.
- [12] Sardà A., Márquez C. y Sanmartí N. (2006). "Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 5(2). pp. 290-303. En <http://reec.uvigo.es/>

Artículo presentado a la RADI

Políticas de formación de ingenieros en la Argentina entre 2002-2014

Fabiana Grinsztajn

Carlos Lerch

Universidad Nacional de la Matanza

RESUMEN

Se presenta una investigación, cuyo objetivo es relevar los impactos pedagógicos e institucionales, producidos a partir de la implantación de políticas públicas, vinculadas a la formación de ingenieros en Argentina entre 2002-2014. A través de un enfoque cuanti-cualitativo se indagaron percepciones y representaciones de los actores intervinientes, y beneficiarios directos e indirectos. Para identificar aquellos aspectos relevantes en la gestión de las carreras de ingeniería y en la toma de posición de decanos, vice decanos, secretarios de carreras, docentes, alumnos, devenidos de las políticas implementadas. Se seleccionaron cuatro universidades públicas en el área metropolitana de Buenos Aires. Región que concentra aproximadamente el 50% del total de alumnos de ingeniería del país, Universidad Tecnológica Nacional Regional Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, Universidad Nacional de Lomas de Zamora y Universidad Nacional de la Matanza. Se presentan los resultados del análisis e hipótesis relacionadas.

ABSTRACT

An investigation is presented with the objective of relieve the pedagogical and institutional impacts produced after and from the implementation of public policies related to the training of engineers in Argentina between 2002 and 2014. Through a quantitative-qualitative approach, perceptions and representations of stakeholders and direct and indirect beneficiaries were investigated, to identify those aspects relevant to the management of engineering careers, and the positions adopted by deans, vice deans, secretaries of careers, teachers, students, resulting from the policies implemented. Four public universities were selected in the metropolitan area of Buenos Aires, region that concentrates approximately 50% of the total of students of engineering of the country: National Technological University-Regional School Buenos Aires, University of Buenos Aires, National University of Lomas de Zamora and National University of La Matanza. The results of the analysis and related hypotheses are hereby presented.

PALABRAS CLAVE

Políticas públicas, ingeniería, formación.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Ingeniería en nuestro país, se remonta a 1878, cuando la Universidad de Buenos Aires comienza a dictar la carrera. En el año 1897 en la Universidad de La Plata, también se comienzan a dictar las carreras de Ingeniero Civil, Ingeniero Mecánico y, en 1968, se creó formalmente en esta institución la Facultad de Ingeniería. En 1948 de la Universidad Obrera Nacional que luego se transformaría en la actual Universidad Tecnológica Nacional (UTN) dicta carreras de ingeniería y poco después de su creación se organiza en centros o Facultades Regionales, con importante inserción territorial. Durante gran parte del SXX las universidades más tradicionales y la UTN ostentaban la mayor parte de las carreras concentradas además en la región metropolitana y bonaerense.

Durante la década de los '90 la Rca. Argentina asistió a un profundo deterioro en lo que hace a la producción industrial, el desarrollo tecnológico, energético, en materia de transporte, entre otros tantos sectores, culminando en una crisis económica que trajo a su vez aparejada la inevitable pérdida de interés en profesiones como la ingeniería, que básicamente se ocupa del diseño y resolución de problemas a través del uso de las ciencias de la naturaleza, con el fin de producir proceso y productos que mejoren la calidad de vida de la población. La importación de todo tipo de productos dio lugar a un debilitamiento de dichas carreras, tanto en su matriculación y egreso como en la propia formación.

Lo que entre otros aspectos demuestra que la desinversión en las universidades tampoco resultó un factor que pasara desapercibido para dichas carreras, la falta de infraestructura adecuada y equipamiento necesario, la escasa actualización y dedicación de los docentes, la falta de motivación por carreras científico-tecnológicas ante la ausencia de una perspectiva promisorio de futuro, las deficiencias en materia de investigación, encuentra a las carreras de ingeniería para el año 2002 con fuertes debilidades. Una vez que se promulga la LEY N° 24.521 (Ley de

Educación Superior) en 1995 se definen las carreras que formarán parte de la obligación de acreditación por ser carreras de interés público, algunas de las terminales de ingeniería pasan a formar parte de este universo a partir de la Resolución Ministerial N°1232/01.

Considerado desde el punto de vista de las carreras, se llegaba a la realidad extrema de carreras vacías de alumnos, que mantenían sus plantas docentes y su capacidad instalada, lo que en definitiva mostraba comunidades académicas con fuertes trabas y escasa agilidad para el cambio. La inercia en la dinámica interna, se combinaba con un contexto adverso. No obstante, esta situación, a partir de las propuestas del CONFEDI¹ (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) la comunidad universitaria de Ingeniería llevó a cabo un debate y se fue consensuando un modelo de Ingeniero, expresado en criterios y estándares de calidad por encima del nivel medio real, a fin de que operaran como un modelo a alcanzar. Asimismo, se les dio a las instituciones un año de plazo para su adaptación. Dicho modelo dio impulso al cambio: se exigió práctica profesional supervisada, investigación, infraestructura, vinculación con el medio a carreras que habían sufrido un fuerte deterioro. El CONFEDI, nace el 13 de noviembre de 1998 con personería jurídica como Asociación Civil sin fines de lucro, y actúa en este proceso como entidad de representación de la formación universitaria en ingeniería de la Argentina, según su propia identidad institucional, velando por la calidad, dignidad e imagen en la sociedad de la ingeniería en general, y de la educación en ingeniería en particular. CONFEDI es miembro fundador de ASIBEI, Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de Ingeniería. Reúne a decanos (miembros activos) y ex decanos (miembros adherentes) que se reúnen semestralmente en reuniones plenarias en las diferentes sedes de las facultades de ingeniería. La educación en ingeniería en la Argentina se ve fuertemente impactada en este periodo, tanto por la conformación y actuación

¹ CONFEDI: <http://www.confedi.org.ar/>

del CONFEDI que, en esta coyuntura; realiza un activo trabajo de reflexión y propuesta, en lo que hace al aseguramiento de la calidad de la formación posicionado a la ingeniería argentina en un lugar de referencia en la región; como por los procesos mismos de acreditación a los cuales se ve sometida. Así, a partir del ciclo que se inicia en 2002 con la definición de criterios y estándares de calidad para las ingenierías y los procesos de acreditación, se establecen prioridades para dar respuesta a las debilidades encontradas, entre las cuales se define el mejoramiento para las carreras. De este modo el Ministerio de Educación de la Nación desde la (SPU) Secretaría de Políticas Universitarias a través de financiamiento vía el modelo de contrato-programa o proyectos de mejora de la enseñanza (PROMEI) Programa de Mejora de la Enseñanza de la Ingeniería, financió los planes de mejora del 100% de las carreras de ingeniería acreditadas de universidades nacionales, mediante la ejecución de proyectos plurianuales de tres años de duración. Esta herramienta de política ha sido ampliamente utilizada con diversos resultados y de hecho ha financiado gran parte de los proyectos desarrollados en diferentes universidades y carreras durante el periodo del estudio. Inicialmente las ingenierías comprendidas en la Resolución Ministerial 1.232/01 corresponden a 13 especialidades, impactando a 50 universidades, 240 carreras distribuidas en 36 ciudades distintas [1].

La difusión sobre el proceso de acreditación, toma así por primera vez, carácter masivo, dado que previamente sólo se habían acreditado en el país las carreras de medicina, proceso que alcanzó a sólo 24 carreras, pertenecientes a 22 instituciones universitarias.

Es por eso por lo que se considera que recién con la acreditación de las carreras de ingeniería la problemática misma del aseguramiento de la calidad se extendió a todo el sistema universitario y pasó a ocupar un lugar en la agenda de los Consejos Superiores, y de los Consejos de las Facultades. Debate que se extendió a las asociaciones de facultades

de otras profesiones, muchas de las cuáles aceleraron los trámites; aprobar las respectivas normas. Entre los primeros impactos que pueden mencionarse referidos a los procesos de acreditación de primer ciclo se enfatiza el papel jugado por las ingenierías en el impulso a los procesos de acreditación en general, así como las repercusiones surgidas que dieron lugar a transformaciones culturales en el seno de las unidades académicas acreditadas, tanto por la toma de conciencia de las necesidades de cambio o mejoramiento, como por la instalación de un sistema de trabajo vinculado a la autoevaluación, construcción de bases de datos, revisión de planes de estudio, sistemas de apoyo y tutoriales, introducción de proyectos pedagógicos.

La calidad como concepto, no es ajena al campo de las ingenierías, por lo cual alcanzar mejores estadios de calidad en la formación fue una política no resistida por el sector ingenieril. Más aún se diría que resultó ser impulsada por el propio CONFEDI, y con anterioridad a la existencia de los procesos de acreditación en el país. Este organismo se propone soluciones a las problemáticas sobre la enseñanza de la ingeniería, como el Proyecto de Modernización de la Enseñanza de la Ingeniería, que se plasma en su "libro azul", que luego se constituye en una referencia para los estándares establecidos por la Resoluciones Ministeriales para la acreditación de las carreras de ingeniería.

Algunas ideas sobre la coordinación de acciones en el sistema universitario se pueden ilustrar para comprender las decisiones que de manera encadenada fueron configurando en los años que abarca la investigación, como un entramado de políticas para el sector universitario y en particular para las carreras de ingeniería. En el caso del estudio que se presenta puede percibirse, a través de diversos documentos, dictámenes de acreditación, presentaciones de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU), en congresos o eventos, lineamientos del PROMEI y de las apreciaciones de los actores intervinientes de la SPU, de

CONEAU, de CONFEDI). La trama de intereses y negociaciones acaecidas en torno a la definición de las políticas en juego, y la complejidad en el seguimiento de los fondos y sus impactos.

Los programas iniciados por SPU, acordados con CONFEDI -cuyo protagonismo en la definición de los estándares para estas carreras fue definitorio- fueron diseñados a partir de consultas a un cuerpo de asesores especialmente constituido y analizado por jefatura de gabinete de ministros.

Configuran como una novedosa modalidad instituida a comienzos del periodo en estudio. Puede sostenerse que la corporación académica tuvo una importante presencia desde la misma definición de los estándares, hasta el desarrollo de un acuerdo entre diversos sectores para generar una política de financiamiento que permita subsanar las deficiencias, rompiendo de este modo la lógica previa de distribución del poder.

Se elige para la investigación el periodo 2002-2014 porque es la continuidad de las políticas de acreditación instaladas en la década del '90, que se consolida durante esos años constituyendo las carreras de ingeniería en la actualidad el 50% del total de carreras acreditadas en el país. A su vez y asociados a los procesos de acreditación, se instalan en el período planes de mejoramiento de la enseñanza, lo que dio lugar en 2012 al desarrollo de un Plan Estratégico de Formación de Ingenieros (PEFI) a nivel nacional.

Estas políticas que suponen un importante apoyo estatal en términos de recursos destinados a estas carreras, además de haber sido el modelo inicial para extender la estrategia a otras carreras de interés público. El sector universitario en particular incrementó durante esa etapa de acuerdo con datos de la SPU un 1,02% la inversión (2015).

Si concentramos la mirada sobre las carreras de Ingeniería observaremos una inversión entre 2003 y 2014 que representa dentro de la estimación de inversión total un alto porcentaje. De hecho, la propia SPU sostenía en

2012² que de su presupuesto total invertido en planes de mejoramiento de carreras vinculadas al Art. 43 de la Ley de Educación Superior; las ingenierías son las que han recibido la mayor porción de recursos públicos.

Entre otros planes y proyectos de política educativa relacionada con el campo de las ingenierías se mencionan algunos desarrollados entre 2002 y 2012. El proyecto de unificación curricular de la Ingeniería Argentina acordó declarar de interés público a 21 terminales de la disciplina: Aeronáutica, Agrimensura, Alimentos, Ambiental, Biomédica o Bioingeniería, Civil, Computación, Eléctrica, Electromecánica, Electrónica, Hidráulica, Industrial, Informática o Sistemas, Materiales, Mecánica, Metalúrgica, Minas, Nuclear, Petróleo, Química y Telecomunicaciones.

En 2011, la oferta de carreras de estas 21 terminales ascendió a 396 (303 en instituciones públicas y 93 en instituciones privadas). Considerando que los procesos de autoevaluación y acreditación, los planes de mejoramiento y las políticas específicas diseñadas para el sector de la formación ingenieril llevan más de una década de instalación, resulta de interés el estudio de los impactos a nivel de las instituciones, actores y beneficiarios de la mejora de dichas carreras, además de comprender los sentidos y las direcciones que los procesos han tenido en distintas unidades académicas, así como el impacto que de estas políticas específicas se deducen en los procesos pedagógicos y formativos.

Las políticas públicas (PP) son un objeto de estudio fundamental dentro de las ciencias sociales y políticas. Se propone allí que las PP son el conjunto de objetivos, decisiones y acciones que lleva a cabo un gobierno para solucionar los problemas que en un momento determinado los ciudadanos y el propio gobierno consideran prioritarios, problemas que por cierto no vienen dados como tales, sino que son construidos. Además, los diversos actores involucrados comprenderán el problema de diferentes modos, y lo mismo

² Entrevista Realizada en 2015 a funcionaria de la SPU Programa de Calidad Universitaria.

sucedirá con las potenciales respuestas o soluciones, por lo tanto, la formulación e implantación de una política nunca resulta una tarea lineal ni sencilla. Los estudios de PP inicialmente se centraron en la fase de “formulación” de la política, como si la “implantación” no formara parte de la política, y ésta fuese sólo una cuestión de formular la solución técnica. Al avanzar dichos estudios se reconoce no sólo la importancia de la implementación, sino también la existencia de variados mecanismos de implantación posibles. La implantación de PP muestra los modelos top down o bottom up así como uno doble, en el cual la iniciativa puede haber sido centralizada pero las decisiones son localizadas, donde se ponen en juego además las capacidades reales de los agentes involucrados, y sus necesidades sentidas. [3] El “modelo top down” supone una asunción por parte de los actores, que hacen funcionar la maquinaria que permite su realización. La implantación como un “proceso de interacción” entre condiciones iniciales y los resultados esperados, apareciendo así el campo de la negociación política. El “modelo bottom up”, supone iniciativas locales, de manera descentralizada.

La definición de implantación de PP como proceso de ensamblaje [2], es una sucesión de movimientos –juegos– entre actores, para decidir en qué condiciones se entregarán los recursos, elementos que componen el programa. Desde este punto de vista la decisión inicial el mandato legal marca el inicio del juego; a partir de ese instante los jugadores, actores participantes, intentarán variadas estrategias para conseguir que la política a implantar maximice sus propios intereses y minimice el nivel de sus contribuciones, liberando recursos para otros juegos u otros procesos de implantación.

En esta línea de pensamiento se ha propuesto conocer los procesos de ensamblaje en las políticas de formación de ingenieros en Argentina, así como los modos de apropiación, rechazo, resistencia o aceptación y fortalecimiento de las políticas implantadas en las instituciones analizadas.

Se considera que este es el caso de las políticas relacionadas a la formación universitaria, las cuales se cruzan con las decisiones propias de las universidades por su carácter de autónomas frente al Estado. La PP se comprende como un conjunto de tomas de posición que el Estado asume respecto de cierta cuestión o problema, y teniendo presente que ese conjunto tiende a variar en cada instancia del proceso de instalación y ejecución, dicha PP no puede ser explicada prescindiendo de las políticas de otros sectores.

Esta idea permite abordar la interacción entre los actores y entre las instancias que intervienen en los procesos de diseño e implantación. La decisión de financiar programas específicos para las carreras de ingeniería, juntamente con otras PP relacionadas con el desarrollo tecnológico, en términos de gobernanza, implica una decisión de intervención sobre la formación de ingenieros que garantice mejores índices de graduación y un alineamiento del sector educación a decisiones de política económica, tales como la de industrialización interna, lo que resultó una conjunción novedosa en nuestro país si se consideran las décadas anteriores.

La eficiencia y eficacia de los planes, programas, proyectos desarrollados para el sector universitario se corresponde con el tipo de instrumentos utilizados de cara a transformar el estado de situación o línea de base. Es por ello que en el desarrollo de la investigación se dispuso conocer los mecanismos utilizados, las bases que los sustentan y los resultados preliminares de la implementación de estas políticas en la formación de ingenieros.

Puede observarse en la investigación de qué modo cada institución analizada juega el juego de la implantación de PP de un modo diferente y los resultados obtenidos también resultan diferentes. No obstante lo cual en los 4 casos estudiados se observan representaciones de los actores que dan cuenta del papel activo del Estado durante el periodo, en cuanto de decidir y resolver mediante diversas estrategias, sentidos y orientaciones vinculadas a la formación de ingenieros, fun-

damentalmente distribuyendo recursos en direcciones tales como becas para estudiantes; unas de las PP más apreciadas positivamente por los actores entrevistados, de modo tal de fortalecer su inserción y su graduación, sumado a otras tales como la provisión de materiales y recursos edilicios y de equipamiento, capacitación y formación de posgrado para docentes, mayor disponibilidad de cargos, entre otras.

Existiría un reconocimiento del papel del Estado como impulsor y motor de transformaciones en la formación de ingenieros.

“Me parece que hoy es un buen momento de las ingenierías porque muchas veces se invisibilizó el rol del ingeniero, se lo confundió. Se le dio mucha importancia en esa etapa. Hubo una política muy fuerte por reincorporar, repatriar, científicos y la cuestión del desarrollo científico. “Lo científico” tenía prioridad al inicio. En los últimos tres años entre 2012 y 2015, esto se empieza a revertir a nivel local, los ingenieros son buscados, la industria no tiene ese problema sabe dónde necesita ingenieros y para qué. Empezó a haber ocupación plena de los ingenieros en los últimos ocho años y eso se sostiene. Lo que creo que ayuda una línea en la otra es a visualizar que el ingeniero, además, y por lo tanto el país, puede hacer desarrollo tecnológico (funcionaria universidad).

“Pudimos aumentar la matrícula, en 8 años subió en un 12% que no es un número muy significativo y en realidad con fluctuaciones, si vos ves la curva, va a ver años que subió años que bajo años que subió...”. (ex decano).

“No fue sólo provocado por una variable, sino todas las variables que se utilizaron: contratos, programas, becas. Me parece que todas esas medidas ayudaron más en datos cualitativos, que se logró mejorar sustancialmente lo hecho o lo que se está haciendo. Un ejemplo concreto es la acreditación misma que en esencia está basado en un plan de mejoras continuas y no sé si eso modificó la condición, a que haya más estudiantes o más graduados, quizá son mejores estudiantes o

mejores graduados, ya que se optimizaron procesos de enseñanza-aprendizaje, condiciones de los docentes, edilicias, ya que mucho del SPU fue a condiciones edilicias de los establecimientos, las condiciones de construcciones de más aulas, mejorando el espacio del aula, la incorporación de recursos pedagógicos complementarios, cursos de formación, pero todo esto contribuye a un mejoramiento de la calidad y no a un incremento en cantidad” (Autoridad Universidad Facultad Regional).

DESARROLLO

El estudio procuró identificar los principales impactos institucionales y pedagógicos de la implementación de las PP en la formación de ingenieros. Para ello se apeló a la percepción y toma de posición de los actores sobre las políticas implementadas: comprometidos en forma directa: diseñadores, decisores de la PP, actores beneficiarios o impactados, y actores indirectos.

Se analizaron además algunos datos cuantitativos que permiten identificar, y constatar resultados parciales que hasta el presente tuvieron los planes, programas y proyectos estratégicos desarrollados en términos de impactos previstos e imprevistos. Estos dos aspectos del análisis del impacto fueron combinados en el estudio, teniendo en cuenta por un lado que la magnitud que adquieren los procesos de cambio es frecuentemente tributaria de los resultados concretos que se obtengan en términos de transformación virtuosa de la realidad [4]; a la vez que en cada práctica, la toma de posición de los actores implicados refleja una estrategia de acción que depende de la percepción que se haga de la política, lo que condiciona el volumen de apoyos y recursos que ese actor sea capaz de movilizar.

Considerando la complejidad del fenómeno, se abordó la implementación de PP vinculadas a la formación de ingenieros como un caso particular de instalación de políticas de formación de profesionales en las universidades con la idea y propósito de una extrapolación razonable.

La propuesta metodológica, se enmarcó dentro de la tradición constructivista de investigación cualitativa, donde la finalidad de la investigación es comprender, reconstruir las construcciones de las personas (incluido el investigador) abiertos a nuevas interpretaciones como un proceso de enriquecimiento y sofisticación de la información en un proceso hermenéutico y dialéctico. [5] Combinada con una indagación cuantitativa que dimensione el fenómeno.

Los 4 casos seleccionados para la investigación se encuentran localizados en la zona metropolitana y conurbano bonaerense AMBA, que concentra aproximadamente el 49% de la matrícula total de las carreras de ingeniería en el país, y la sumatoria de las 4 instituciones representa a su vez la mitad de ese universo, por lo que se considera una muestra que, si bien no pretende representatividad estadística, indudablemente compromete un amplio espectro de los actores impactados por las PP. En el presente trabajo se analizan algunos resultados obtenidos desde la perspectiva cuantitativa.

El relevamiento de datos fue basado en información proveniente de estadísticas universitarias de la SPU, lo que permitió trabajar con datos oficiales, y realizar análisis comparativos entre las instituciones concernidas al estudio.

Las universidades seleccionadas representan el 49% del total de estudiantes en universidades públicas de la región metropolitana e interior de Buenos Aires.

La selección de estas unidades académicas no se produce de manera aleatoria, la elección es justificada no sólo en cuanto al peso relativo de estas facultades frente al total de la matrícula en universidades públicas, también son facultades que entre sí tienen cierto radio de influencia por su cercanía.

De esta manera se realiza la selección de 2 grandes universidades públicas: UBA y UTN Regional Buenos Aires y 2 relativamente pequeñas: La Matanza y Lomas de Zamora.

De la información relevada surge que en el año 2002 estudiaban en carreras de inge-

nería 134.651 estudiantes, mientras que en 2014 este valor asciende a 176.600. De este modo, se visualiza un incremento de 41.949 estudiantes más en este período lo que implica un aumento de +31%. De estos 42 mil estudiantes más, el 37% se concentran en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el 30% en la provincia de Buenos Aires.

Sin embargo, en casi todas las jurisdicciones se presentan incrementos de matrícula en este período. Es necesario destacar, que el 48% de los estudiantes de ingeniería en 2014, se concentran en la Ciudad de Buenos Aires (22,4%) y en la Provincia de Buenos Aires (26%). Si nos centramos en las universidades públicas exclusivamente el 28% estudian en la Provincia de Buenos Aires y el 18% en la Ciudad Autónoma.

A lo largo del período analizado, puede distinguirse un salto importante de matrícula entre 2006 y 2007 que se expresa en un crecimiento del 9% interanual y es a partir de 2006 donde se observa un incremento sostenido -a excepción de 2012-2013. De esta manera, entre 2002 y 2014 la matrícula aumenta un 2% anual, y entre 2006 y 2014 el promedio anual de crecimiento asciende a +3%. En 2014, las carreras de ingeniería más elegidas son: Ingeniería en Informática (40.609 estudiantes), Ingeniería industrial (31.160), Ingeniería Civil (21.652), Ingeniería Electrónica (16.557), Ingeniería Mecánica (15.739) e Ingeniería Química (15.376).

Estas últimas se incorporan en el último período como unas de las ingenierías más buscadas mostrando así un incremento de estudiantes respecto de 2002 de 62% y 74% respectivamente. En relación con la cantidad de egresados de ingeniería, en consonancia con los incrementos que se vienen mostrando, se observa que en 2014 egresa un 24,5% más que en 2002.

En este caso, la variación entre las universidades públicas y las privadas es similar, siendo levemente mayor en las universidades públicas (25%) respecto con las privadas (24%). Si bien el incremento anual promedio en toda la serie es de 1,6%, al interior del pe-

río, encontramos un salto importante en el crecimiento de la cantidad de egresados que asciende a 16,2% entre 2007 y 2008. De las carreras con mayor cantidad de egresados, informática e industrial, sólo la ingeniería industrial muestra un incremento de egresados del 64% entre 2002 y 2014, mientras que informática presentan una baja de -9%. Vale la pena destacar que ingeniería civil, con un total de 802 egresados en 2014 muestra un incremento del 72% su cantidad de egresados respecto de 2002.

Si se hace foco en las universidades que forman parte del estudio, los resultados son los siguientes: Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM), Universidad Nacional Lomas de Zamora (UNLZ), Universidad de Buenos Aires, (UBA) y Universidad Tecnológica Nacional (UTN) Regional Buenos Aires tienen en total una matrícula de 34.904 en Ingeniería, lo que implica que concentran el 20% de los estudiantes de ingeniería del total de universidades, y el 22% del total de universidades públicas. Variaciones en las facultades mencionadas: la UTN Regional Buenos Aires agrupaba en 2002 al 43% de los estudiantes, UBA el 31 UNLaM el 20% y Lomas el 6% restante.

Sin embargo, para 2014 esta proporción varía siendo la UBA la que mayor proporción de estudiantes con el 43%, UTN con 38%, UNLaM contiene al 14% y UNLZ el 5%. De esta manera, se muestra que es en la UBA donde se da el incremento más alto, alcanzando un 125% más de estudiantes en 2014 respecto de 2002.

El comportamiento de la matrícula de estas unidades de análisis seleccionadas muestra una curva ascendente incrementando un 61% la cantidad de estudiantes de ingeniería, lo que implica una incorporación de +13.202 estudiantes. También puede observarse un incremento particular entre 2006 y 2007 del 22%. Los nuevos inscriptos incrementan en un 137% entre 2002 y 2014, encontrando el pico más alto de crecimiento entre 2006 y 2007. En tanto, la cantidad de egresados disminuye en -18%, aunque se evidencian picos

de incremento entre 2007 y 2008 (+61%) y entre 2010 y 2011 (23%). Como puede observarse en la siguiente tabla, hay un salto de matrícula entre 2006 y 2007 especialmente para la UBA que se debe particularmente a una explosión que duplica la matrícula en la carrera de ingeniería en sistemas con un incremento de +2.033 estudiantes.

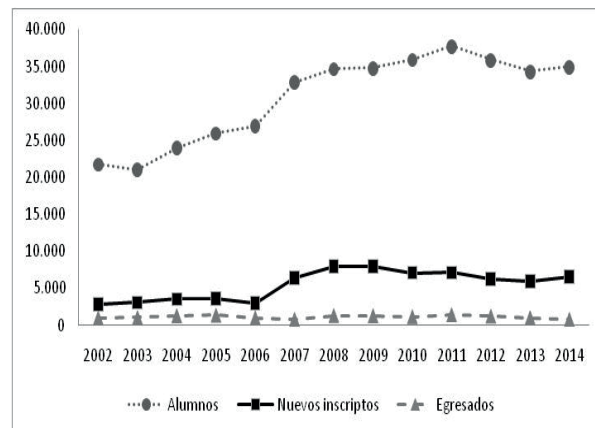


Figura 1: Total inscripción y egresados 4 facultades seleccionadas: Elaboración propia en base a Estadísticas SPU

Por último, puede observarse un pequeño ascenso entre 2011 y 2013 en todas las facultades analizadas a excepción de UNLZ. En cuanto a los egresados encontramos que la UTN Regional Buenos Aires tiene el comportamiento con mayores oscilaciones: con incrementos en 2004, 2005, 2008 y 2011, y disminución en los otros años del período, por lo que en promedio la cantidad de egresados cae un -0,6% anual. Una situación similar se presenta en UNLaM: con caídas de 2004 a 2007, nuevamente hacia 2009, 2011, 2013 y 2014, produciendo una caída de egresados del -9,4% de promedio anual para la serie analizada.

En cambio, la UNLZ tiene cierta estabilidad en el período, con un promedio de 33 egresados por año. A pesar de ello, en 2009 duplica la cantidad de egresados respecto de 2008, de igual modo que en 2013 respecto de 2012.

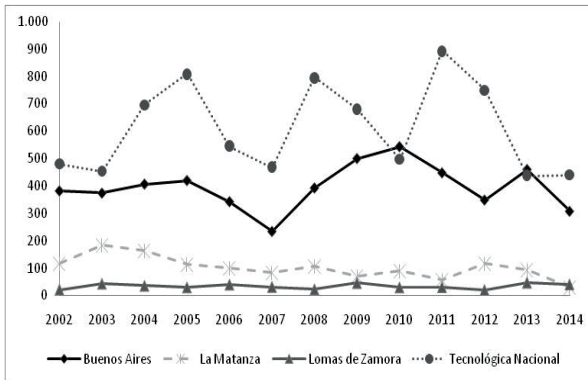


Figura II: Evolución de la cantidad egresados en carreras de ingeniería según unidades seleccionadas. 2002-2014. Elaboración propia en base a estadísticas SPU.

En las dos universidades del conurbano bonaerense las PP funcionarían como un motor que provoca la acción, la generación de proyectos diversos y el crecimiento institucional en cambio en la UTN y UBA universidades con más historia y mayor cantidad de carreras y de alumnos, el funcionamiento institucional no parece depender exclusivamente de las PP. En el caso UBA los actores (directivos y docentes) se diferencian del resto al plantear que las políticas internas suelen ser tan poderosas en cuanto a impactos como las externas o aún más.

De todos modos, puede visualizarse en las entrevistas la impronta de la PP en la vida de las instituciones. Las huellas de la misma se encuentran en cada decisión, proyectos que tienen continuidad en el tiempo por haberse concebido con propuestas trianuales aún no han finalizado su desarrollo, es el caso por ejemplo de proyectos de mejora de la enseñanza en las ciencias básicas, que poseen tanto la UBA como la UNLAM.

De acuerdo con los datos relevados, si bien presentan oscilaciones, es posible afirmar un cambio en el comportamiento de la matrícula, asumiendo que las PP implementadas han impactado en la proporción de ingresantes a las carreras y un incremento leve de la graduación en términos generales. Siendo la UTN y la UBA las más destacadas en cuanto al crecimiento sostenido.

De las facultades analizadas los resultados no son parejos y presentan diferencias significativas, lo que indicaría que la PP impacta de manera diferente según sea el contexto y mecanismos de adecuación, asimilación, re-

chazo y/o apropiación en cada caso de las políticas, cuestión que será a futuro analizada triangulando esta información con la perspectiva de los actores y la contextualización institucional. Estos datos de carácter cuantitativo contrastan con los datos cualitativos analizados hasta el momento. Las impresiones de los actores directamente impactados (alumnos y docentes) que fueron entrevistados a la fecha (25 aproximadamente) dan cuenta de ello.

Si bien los datos de matrícula se han incrementado, lo mismo que la graduación con variaciones según la institución, el cambio no llega a ser tan significativo en términos cuantitativos como sí lo es la percepción del mismo por parte de los implicados directos.

“Transformamos las debilidades en plan de mejora porque veníamos de un formato de ISO fueron todas acciones a financiar. Radicar docentes con posgrados que no teníamos ampliar las dedicaciones exclusivas que no teníamos”

“Nunca se había hablado de la tasa de ingenieros en el país y el objetivo de aumentar al doble la tasa de graduación y nunca se habló tan directamente de preocuparse por el ingreso a las carreras de ingeniería o por el egreso que eran los dos problemas de por qué faltaban ingenieros”.

“Hablabamos del aprendizaje basado en problemas el ABP, y me parece que esas cosas son más para un diseño que sea por competencias y no por contenidos, esas cosas hubiesen servido y hubiésemos abandonado y ahora en 2016 estaríamos acreditando por competencias, para llevar la formación del ingeniero a algo parecido a lo que es un médico”. (Decano Facultad de Ingeniería conurbana)

“Se está trabajando fuertemente en el rol docente, la actualización de su formación, no sólo en aspectos metodológicos, sino que el docente tenga una formación integral. Lo que sucede en ingeniería, es que los docentes de asignaturas específicas, técnicas, son docentes/profesionales inmersos en la industria, en la actualidad. Entonces pensar al docente con dedicación exclusiva, docente investigador, pero además exigirle que esté actualizado”. (Autoridad Universidad Facultad Regional)

CONCLUSIONES

En forma sintética se menciona que en los cuatro casos del estudio se identificaron enunciados que implican una alta valoración de parte de actores clave como lo son las autoridades institucionales, que tiene a su cargo la gestión de los procesos de implantación de la PP; en los cuales se destacan algunos aspectos, en especial, el financiamiento específico para infraestructura y equipamiento; la provisión de becas de diferente tipo fundamentalmente a aquellas que hacen a la terminalidad de los estudios, la posibilidad de contar con tutorías y sistemas de apoyo al estudiante, la importancia de haber realizado acuerdos sobre contenidos básicos, y las adecuaciones a las resoluciones de estándares, entre otros factores destacados, la inmersión de los docentes en actividades de investigación, el desarrollo del concepto de tecnólogo, la capacitación y formación de posgrado.

Se perciben aun deudas pendientes como por ejemplo una formación basada en competencias. También se enuncia la necesidad de coordinar la política universitaria y de formación con otras políticas a nivel nacional en el campo de la industria y el desarrollo tecnológico nacional.

En las dos universidades del conurbano bonaerense las PP funcionarían como un motor que provoca la acción, la generación de proyectos diversos y el crecimiento institucional en cambio en la UTN y UBA universidades con más historia tradiciones y mayor cantidad de carreras y de alumnos, el funcionamiento institucional no parece depender exclusivamente de las PP, existiendo una fuerte impronta de política institucional con la cual las PP deben ensamblarse. Es este el caso UBA cuyos actores (directivos y docentes) se diferencian del resto al plantear que las políticas internas suelen ser tan poderosas en cuanto a los impactos como las externas y en algunos casos aún más que estas últimas.

Aun así, puede visualizarse en las entrevistas la impronta de la PP en la vida de las instituciones. Las huellas de la misma se encuentran en cada decisión, proyectos que tienen continuidad en el tiempo por haberse concebido con propuestas trianuales aún no han finalizado su desarrollo, y conceptos e ideas que circulan como parte de los meca-

nismos de mejora continua aparecen en los discursos y en la documentación relevada: proyectos para uso de aprendizaje basado en problemas, estrategias de enseñanza usando TIC, experiencias en empresas y vinculaciones con el mundo productivo, modelos basados en la enseñanza activa, incremento de las cargas horarias para actividades de práctica supervisada, proyectos de desarrollo tecnológico y social, se revelan como impactos, sumados a capacidades instaladas durante estos años en las carreras de ingeniería.

Puede aseverarse que las PP han impactado en la vida de las instituciones con carreras de ingeniería, siendo ese impacto mayor o menor según sea el contexto de implementación de la política y de acuerdo además a las convicciones de sus gestores, sobre lo que se profundiza en el análisis cualitativo de la investigación y ha sido esbozado en este trabajo. Sin dudas el impacto sobre el modelo pedagógico es aún incipiente, sin embargo cabe destacar que en algunas facultades se advierten esfuerzos de transformación que devienen en proyectos vinculados con la mejora de los procesos de enseñanza.

AGRADECIMIENTOS

Luz Albergucci por el procesamiento estadístico de la información. A los decanos de las 4 facultades seleccionadas para la investigación, los docentes y alumnos entrevistados.

REFERENCIAS

- [1] Fillipa A. (2015). *Acreditación de Carreras de grado Ingeniería Impacto en la calidad educativa*. Coneau.
- [2] Bardach, E. (1980). *The Implementation Game*. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- [3] Aguilar, L. F. (1992). *Estudio introductorio, La hechura de las políticas públicas*. México D.F., Miguel Ángel.
- [4] Chiroleu A. Marquina M. Rinesi E. (2012) Compiladores. *La política Universitaria de los Gobiernos Kirchner: continuidades, rupturas, complejidades*. Edit. Departamento de Publicaciones UNGS, Los Polvorines, Prov. Buenos Aires.
- [5] Guba, E.G.; Lincoln, Y.S. (1994). *Competing Paradigms in qualitative Research*. Cap 6. Sage Publication, California.

Artículo presentado a la RADI

Fortalecimiento de la Vinculación Tecnológica: la oferta científico-tecnológica

Laura Zanitti¹
Vanessa Bangert²
Luciano Scardanzan³

¹E-mail: lizanitti@frsf.utn.edu.ar

²E-mail: vjbangert@frsf.utn.edu.ar

³E-mail: lscardanzan@frsf.utn.edu.ar

UTN Facultad Regional Santa Fe

RESUMEN

En el presente trabajo se expone la experiencia de un proceso de fortalecimiento de la Vinculación y Transferencia Tecnológica en la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional, focalizado en la gestión de la oferta científico-tecnológica como elemento clave para dinamizar la relación de la Universidad con el sistema socio-productivo.

Se describe la evolución de la misión de la Universidad incorporando las prácticas de Vinculación y Transferencia y se presenta el contexto institucional en el cual se lleva adelante este proceso; se comparte un proyecto que se centra en la identificación de las capacidades y resultados de I+D, y los servicios que conforman la oferta científico-tecnológica de la Facultad para la transferencia al medio socio productivo, se mencionan las áreas claves que permiten traccionar dicha iniciativa, la metodología utilizada y los principales resultados obtenidos hasta la actualidad.

ABSTRACT

This paper presents the experience of a process of strengthening the Linkage and Technological Transfer in the Santa Fe Regional Faculty of the National Technological University, focused on the management of the scientific-technological offer as a key element to stimulate the relationship of the University with the socio-productive system.

It describes the evolution of the mission of the University incorporating the practices of Linkage and Transfer and presents the institutional context in which this process is carried out; is shared a project that focuses on the identification of R & D capabilities and results, and the services that make up the scientific-technological offer of the Faculty for the transfer to the productive partner, mention the key areas that allow traction initiative, the methodology used and the main results obtained until the present time.

PALABRAS CLAVE

Universidad-Empresa, Vinculación y Transferencia, Gestión del Conocimiento, Planificación estratégica

INTRODUCCIÓN

Las Universidades han sufrido un proceso de transformación, cambiando la forma de relacionarse con el entorno socio-productivo y redefiniendo su misión tradicional de Docencia, Investigación y Extensión, adoptando e incorporando prácticas de Vinculación y Transferencia tecnológica (VyTT).

La sociedad del conocimiento plantea un enfoque nuevo entre la interacción de los procesos de generación, distribución y utilización de conocimiento y la innovación. Es así que la gestión y la identificación de la oferta científico-tecnológica generada por las Universidades se convierten en aspectos claves para llevar adelante las prácticas de VyTT.

Es importante destacar que el conocimiento científico-tecnológico es el centro de las actividades de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), ya sea como generadora de capital humano especializado, de conocimiento a partir de su investigación o de la transferencia de tecnología al medio.

En el presente trabajo se exponen las principales características de la VyTT de las Universidades en general, y UTN Facultad Regional Santa Fe en particular, citando su evolución en los últimos años.

Se describe la experiencia transitada, que tiene como punto de partida un proceso institucional de planificación estratégica que define como eje director el fortalecimiento de las prácticas de VyTT, siendo los capacidades y servicios que conforman la oferta científico-tecnológica (OCT) los elementos clave para la gestión.

Finalmente, se comparte un proyecto que analiza la OCT generada en el ámbito de la UTN Santa Fe; se describen los objetivos propuestos, las actividades planificadas y desarrolladas, y los principales resultados obtenidos al momento de esta publicación.

VINCULACIÓN Y TRANSFERENCIA EN LAS UNIVERSIDADES

Las Universidades han evolucionado en la forma de relacionarse con el entorno socio-productivo, promoviendo la transferencia

y aplicación de los conocimientos y resultados de investigación generados en la Institución hacia el entorno; redefiniendo su misión tradicional de docencia, investigación y extensión.

Los procesos de generación, valorización y transferencia del conocimiento científico han acompañado esta transformación, instalando a la vinculación y la transferencia tecnológica como eje prioritario de las políticas estratégicas de las Universidades.

Bueno Campos y Casani Fernández Navarrete [1] mencionan la “tercera misión” (Extensión) de las Universidades haciendo referencia al triángulo de la sociedad del conocimiento, de tal forma que esta “tercera misión” implica una nueva forma de llevar a cabo el proceso de I+D, en cooperación y colaboración con otros agentes del sistema, así como el diseño de nuevos espacios de transferencia y creación de conocimiento, orientados a la innovación.

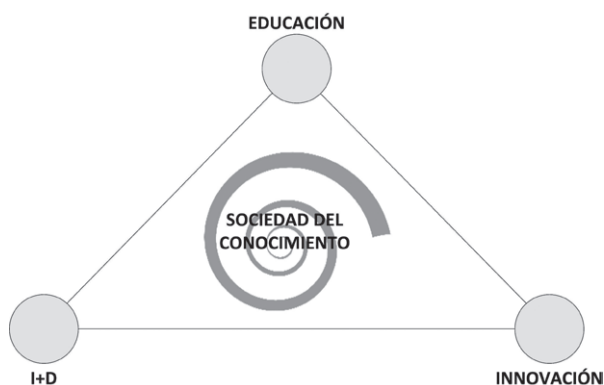


Figura 1: El triángulo de la sociedad del conocimiento

La sociedad del conocimiento, representada en la Figura 1, refleja un nuevo enfoque entre la interacción de los procesos de generación, distribución y utilización de conocimiento (I+D y educación) y la innovación.

“De los tres pilares en que se basa la vida universitaria, el área de Extensión tiene la misión específica de actuar como vaso comunicante de doble vía. Por una parte, para hacer llegar a la comunidad —de manera asequible y accesible— los conocimientos derivados de las actividades de los dos restantes, la Enseñanza y la Investigación. Por la otra, para

escuchar y atender las necesidades y requerimientos de la comunidad, y viabilizar las correspondientes soluciones a través de su estructura interna y mecanismos de acción". [2].

Beraza [3] aporta que "la misión de la universidad es desarrollar el conocimiento científico, tanto puro como aplicado, transmitirlo mediante la formación, la publicación y la divulgación, y transferirlo a las organizaciones del entorno (empresas, entidades públicas, organizaciones sociales, etc.), de forma que impulse la innovación y favorezca el desarrollo económico y social en su entorno".

Reconociendo el rol primordial que tienen las Universidades en la sociedad del conocimiento, no sólo desde su función de formadoras de capital humano, sino como generadora de I+D, adquieren valor las prácticas de vinculación y transferencia de conocimientos (en su sentido más amplio) entre la Universidad y su entorno.

Lo dicho es válido para las Universidades en general y las de carácter tecnológico en particular, como es el caso de la UTN.

FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL VINCULACIÓN Y TRANSFERENCIA EN UTN SANTA FE

En la actualidad, las funciones de Investigación y VyTT en la UTN Santa Fe son llevadas a cabo entre distintas áreas y actores que se integran e interrelacionan: docentes, investigadores y estudiantes que generan conocimiento a partir de actividades académicas, de investigación y desarrollo (I+D), y servicios tecnológicos dentro de los Departamentos de Enseñanza; la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SCyT); la Subsecretaría de Vinculación Tecnológica (SsVT) dependiente de la Secretaría de Extensión Universitaria (SEU); las Secretarías que tienen la responsabilidad de acompañar los distintos procesos como la Secretaría Administrativa, la Secretaría de Planeamiento y Gestión (SPyG) y a la propia Universidad que brinda el marco legal y administrativo.

La Facultad cuenta en la actualidad, entre Centros, Grupos, y Laboratorios con más de

20 espacios formalizados para llevar adelante las distintas actividades de i+D y servicios; siendo las principales áreas de trabajo las vinculadas con las ingenierías Civil, Eléctrica, Industrial, Mecánica y en Sistemas de Información.

La SCyT tiene por misión "la definición de la política de investigación, desarrollo e innovación de la Facultad Regional Santa Fe, coordinar su implementación y gestionar los procesos que contribuyan a la evolución, aplicación y divulgación del conocimiento científico y tecnológico de la Institución" [4].

Por su parte, la SsVT es la responsable institucional de vincular y articular la oferta científico-tecnológica generada en el ámbito de la UTN Santa Fe, estimulando la demanda de conocimientos y servicios tecnológicos, promoviendo su transferencia al sector socio-productivo.

La actual estructura y funciones de la UTN Santa Fe, es resultado de la evolución de la institución y de la experiencia transitada. Como puede evidenciarse en las Tabla 1 a lo largo de los últimos años, en particular en lo que se refiere a las prácticas de VyTT, se han realizado numerosos esfuerzos con el propósito de fortalecer los procesos institucionales: desarrollo Plan Estratégico Institucional (PEI), definición de estructuras y funciones (formalizadas por medio de Resoluciones); definición y revisión de procesos internos; participación en procesos de autoevaluación, entre otras acciones.

En cuanto al PEI, contó con la participación de la comunidad universitaria: Secretarías, Departamentos de Enseñanza con sus correspondientes Centros, Grupos y Laboratorios y representantes de los diferentes Clusters de Gobierno; está alineado al Estatuto de la Universidad y enmarcado en el Proyecto Institucional definido por la UTN en 2008 y se organiza en cuatro ejes: Docencia, Investigación, Extensión y Gestión Institucional.

En este sentido, uno de los principales propósitos de la SPyG es el de "promover el seguimiento y la mejora de los procesos claves asociados a Docencia, Investigación, Exten-

sión y Gestión Institucional, actualizando sus indicadores en función a las revisiones y modificaciones del PEI” [4].

El PEI queda formalizado en 21 Programas y 47 Proyectos [4], que incluyen objetivos, áreas responsables, actividades, resultados esperados e indicadores. Los programas de Vinculación Tecnológica son dos, Gestión de la Vinculación Tecnológica y Oferta y Demanda Tecnológica.

Tabla 1
Cronología del proceso de fortalecimiento Institucional

Año	Proceso
2010	Inicio del PEI Formalización de la Estructura Orgánica (Res. de Decano N° 33/10, “Estructura Orgánica de la Facultad Regional Santa Fe). Creación Área de Vinculación Tecnológica (AVT). Creación de la Secretaría de Planeamiento y Gestión.
2011	Etapa de Diagnóstico del PEI.
2012	Autoevaluación I+D+i en UTN. Etapa de Formulación del PEI en UTN Santa Fe. Actualización de estructura orgánica. Definición de misiones y funciones en UTN Santa Fe. (Res. CD 391/2012)
2013	Formalización PEI en UTN Santa Fe (Res. CD 382/2013, etapa: Formalización)
2014	Actualización de estructura orgánica (Res. de Decano N° 278/14). Creación de la Subsecretaría de Vinculación Tecnológica (SsVT). Evaluación externa de evaluación de función I+D+i de UTN
2016	Formulación Plan de Mejoramiento de la función I+D+i en UTN.

Tal como lo demuestra la cronología descrita, el trabajo de fortalecimiento ha exigido la definición de estructuras y procesos que acompañen las necesidades institucionales para llevar adelante la misión de la Universidad. Dicha actividad fue enriquecida a partir de dar cumplimiento a requerimientos del entorno, como fue el caso de la convocatoria del Ministerio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT) para la función I+D+i.

En 2012 la UTN se integra al “Programa de Evaluación Institucional de la función I+D+i” convocado por la Subsecretaría de Evaluación Institucional del MinCyT.

El proceso de evaluación se organizó en ciclos completos de evaluación y planeamiento, los cuales se estructuraron de acuerdo con las siguientes actividades: 1) autoevaluación, 2) evaluación externa y 3) elaboración e implementación de los planes de mejoramiento que se deriven de la etapa evaluativa.

En la UTN Santa Fe la tarea se llevó adelante de manera conjunta entre la SPyG y la SCyT, con la participación de distintos actores institucionales de acuerdo a su relación con la función I+D+i.

Como resultado de este proceso, el “Plan de Mejoramiento de la Función I+D+i en la UTN tiene como objetivo general “Impulsar la investigación científica y el desarrollo tecnológico a nivel regional y nacional”. Son sus objetivos específicos:

- Fortalecer y estimular la investigación y creación científica y tecnológica preservando su calidad.
- Fortalecer y estimular la transferencia de conocimientos y desarrollos que beneficien a la sociedad.
- Asegurar la preservación del medio ambiente en los procesos de Investigación y Desarrollo

Contribuyendo con el proceso de fortalecimiento de la VyTT, desde el año 2015, docentes investigadores de la SsVT junto a otras áreas de la institución están llevando adelante el Proyecto de Investigación (PI) “Modelos e indicadores de Vinculación aplicables a una oficina de Vinculación Tecnológica” cuyo objetivo principal es “profundizar en el conocimiento del contexto de la tercera misión y la vinculación tecnológica universitaria, proponiendo buenas prácticas, procedimientos e indicadores de control de gestión de las actividades de VT adecuados a la realidad de la región” [5].

A partir de la experiencia y de las tareas de investigación realizadas en el marco del

PI, se reconoce que la VyTT involucra una multiplicidad de actores y relaciones, que se llevan adelante en un entorno complejo; no existe un único modelo que pueda ser aplicado a una Universidad “tipo”. Para analizar la gestión de la VyTT se deben considerar las siguientes dimensiones [6]: QUIEN genera el conocimiento (en su sentido más amplio), el ENTORNO en el cual se dan estas prácticas, QUE se transfiere (objeto), COMO (mecanismos y medios), A QUIEN (beneficiario).

Tomando como marco de referencia las 5 dimensiones antes citadas, y como resultado de las actividades de diagnóstico y planificación estratégica llevados adelante en la institución en particular en la línea de vinculación tecnológica, fue posible identificar aspectos en los cuales focalizar los esfuerzos, adquiriendo relevancia la oferta científico - tecnológica (QUE) que se genera en el ámbito de la Institución (QUIEN) y los mecanismos (COMO) requeridos para la VyTT con el medio.

GESTIÓN DE LA OFERTA CIENTÍFICO TECNOLÓGICA PARA LA VYTT

La Oferta Tecnológica de la UTN está centralizada en una plataforma web que integra a todas las Facultades Regionales (FR); la misma es resultado de un proyecto en el cual se realizó un exhaustivo relevamiento en cada una de las FR.

A lo largo de los años, la Subsecretaría de Vinculación Tecnológica (SsVT) dependiente de la Secretaría de Cultura y Extensión Universitaria de la UTN lleva adelante programas institucionales de Fortalecimiento de la Vinculación Tecnológica en las FR. De esta forma, en el año 2016, bajo este programa y alineado al PEI “Oferta y Demanda Tecnológica”, la UTN Santa Fe propone un proyecto que involucra la Oferta Científico-Tecnológica (OCT).

Con el propósito de fortalecer las prácticas de VyTT en la identificación y valorización de sus resultados de I+D y de la oferta tecnológica para la transferencia al medio socio-productivo, se inicia el proyecto “Identificación de la OCT de la UTN Santa Fe con potencial de transferido al medio”. Con el mentoreo de la

SsVT de la Universidad Tecnológica Nacional, el mismo es llevado adelante con la participación de la SsVT, la SCyT y la SPyG, entre otras áreas de la Facultad.

Se entiende por valorización de la I+D, a la “acción para y el efecto de aumentar el valor de algo” asociado a la investigación y al desarrollo. Consiste en la aportación de valor a las capacidades y resultados de investigación susceptibles de uso económico o social con el objetivo de que resulten de interés para que empresas y organismos puedan adquirirlos a través de instrumentos de comercialización de tecnología. Por tanto, la valorización tecnológica implica tareas de detectar, evaluar, proteger, valorar, desarrollar, promover y comercializar la tecnología innovadora en el mercado [7].

Asimismo, con la ejecución del proyecto se pretende:

- Desarrollar mecanismos e instrumentos que permitan identificar resultados de I+D / productos tecnológicos con potencial de ser transferidos al medio.
- Identificar el paquete o portafolio tecnológico de resultados de I+D y las capacidades instaladas, con potencial de ser transferido al medio, priorizando el análisis de las áreas temáticas estratégicas.

Sobre la base del diagnóstico realizado y de los objetivos propuestos, el proyecto fue estructurado en 4 fases:

Tabla 2
Fases del Proyecto de OCT

Fase	Denominación
1	Análisis Institucional
2	Análisis del Mercado Tecnológico
3	Análisis de la Oferta Científico-Tecnológica de la UTN Santa Fe
4	Identificación de elementos teóricos del proceso de VyTT: Análisis de la propiedad intelectual, valorización y aspectos normativos

En el análisis institucional se realizó un exhaustivo relevamiento y análisis de informa-

ción tanto en el ámbito de la UTN Santa Fe como de la propia Universidad: normativa, formas de regulación, formalización de los vínculos (convenios, contratos, etc.) de diferentes aspectos de la VyTT. Análisis de los equipos de investigación y desarrollo tecnológico: Resultados obtenidos, publicaciones, patentes, financiamiento, características y capacidades del capital humano. Identificación de los procesos, la normativa vigente y actores institucionales involucrados en la identificación, protección y transferencia de resultados de investigación.

La Fase 2 se centra en el estudio del entorno de influencia de la UTN Santa Fe involucrando la identificación de los actores sociales y productivos; el análisis de los potenciales demandantes y adoptantes, y del estado de la tecnología requerida; análisis de otros actores del sistema científico y tecnológico de la Provincia de Santa Fe; análisis de información brindada por organismos que realizan vigilancia tecnológica (por ejemplo, Antenas de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva del VINTEC – MINCYT).

En la Fase 3, las actividades involucran el análisis de la oferta científico-tecnológica de la institución, contemplando la información disponible en la plataforma de Oferta; la identificación de los resultados y/o capacidades de los equipos de I+D+i; y el análisis del estado en el que se encuentra la tecnología con potencial de transferencia y del carácter innovador de la misma.

En la Fase 4 se prevé la revisión del marco teórico en materia de VyTT, relevamiento de estas prácticas en otras Universidades (nacionales y extranjeras). Para este punto, se cuenta con la información generada a partir del proyecto de investigación antes mencionado.

CONCLUSIONES

El proyecto que involucra a la OCT es resultado de un continuo proceso de fortalecimiento institucional, en el cual se prioriza y promueve la interacción de la UTN Santa Fe y el medio.

A partir de la información relevada hasta la actualidad y con el resultado de las entrevistas con referentes de distintas áreas se logró elaborar una matriz en la cual se identificaron una serie de temáticas claves comunes entre distintos grupos de trabajo.

Sobre la base de las mencionadas temáticas, se diseñó una matriz previendo en su estructura la búsqueda y rescate de los datos críticos referidos a: grupos de trabajo (Centro, Grupo, Laboratorio), información de los RRHH (datos filiatorios, formación, experiencia), tipo de oferta (resultados de investigación, desarrollos tecnológico, capacidades, servicios tecnológicos u otros), grado de avance de los resultados y estado de madurez de la tecnología, información de vinculación (tipo: convenio de transferencia, de servicio tecnológico, de investigación colaborativa, etc.; datos del comitente, objeto de la vinculación, etc.).

La matriz elaborada representa un insumo de gran valor para gestión de las distintas áreas involucradas en Investigación y VyTT. La misma brinda un diagnóstico integral de la situación actual de la UTN Santa Fe en cuanto a la generación de conocimientos, su oferta científico-tecnológica y estado de vinculación con el medio. La misma permite, entre otros aspectos, identificar: las áreas en las que se enfocan las principales actividades de la institución, aquellas en las que prevalece la Investigación y/o los Desarrollos Tecnológicos, los servicios tecnológicos más demandados por el medio (por la cantidad de convenios con terceros), los actores claves tanto de la institución (que representan las capacidades de generar conocimiento) como así también los principales agentes demandantes del medio socio-productivo (su clasificación por tipo de organización, etc.).

Otro de los resultados obtenidos, se refiere a los mecanismos que hacen a las prácticas de Investigación y VyTT; por ejemplo los grupos de investigación realizan sus actividades sujetos a una normativa específica, estando claramente identificados sus procesos y evaluación; situación que no se refleja en el caso de los grupos de servicios tecnológicos,

los cuales presentan otra lógica de funcionamiento.

Con el “Análisis del mercado” (fase 2) se podrán identificar los diferentes sectores, nichos de mercado y potenciales demandantes y sus requerimientos; información que contrastada con los resultados de la matriz permitirá analizar las distintas áreas de vacancia.

Con los resultados y conclusiones del proyecto, una vez finalizado, se prevé la elaboración de un plan de acción para fortalecer la función de VyTT en la UTN Santa Fe, permitiendo así retroalimentar y actualizar los programas del PEI, teniendo como premisa la integración de los procesos de investigación, desarrollo y transferencia.

nológica. Recuperado de: http://www.ovtt.org/guia_practica

REFERENCIAS

- [1] Bueno Campos, E.; Casani Fernández de Navarrete, F. (2007). La tercera misión en la Universidad. Enfoques e indicadores básicos para su evaluación. *Revista Economía Latina*, 366, 43-59.
- [2] Brotto, H. (2009). La tarea de proyectar hacia la comunidad. *Revista Tecnológica, Universidad & Empresa*, 31, 02-03.
- [3] Beraza Garmendia, J.M.; Rodríguez Castellano, A. (2007). La evolución de la misión de la Universidad. *Revista Dirección y Administración de Empresas*, 14, 25-56. Recuperado de: <http://www.ehu.es/ojs/index.php/rdae/article/view/11424/10524>
- [4] UTN Santa Fe (2013). *Plan Estratégico Institucional*. Recuperado de: https://www.frsf.utn.edu.ar/uploads/institucional/Plan_Estrat%C3%A9gico_Institucional.pdf
- [5] Universidad Tecnológica Nacional. (2015). *Modelos e indicadores de vinculación aplicables a una oficina de vinculación tecnológica del sector universitario*. Proyecto de Investigación y Desarrollo, Cód. TOUTIFE0003654TC.
- [6] Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29, 627–655. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733399000931>
- [7] *Observatorio Virtual de Transferencia Tec-*

Factibilidad económica para la recuperación de agua pluvial a nivel residencial

Luis E. Fauroux ¹

Pablo A. Espiñeira

Omar J. Degaetani

Ricardo González

Fernando N. Martín Campo

José O. Mansilla

¹ E-mail: lfauroux@unlam.edu.ar
Universidad Nacional de La Matanza

RESUMEN

El agua es un bien escaso y su tratamiento conlleva un alto costo, sin embargo el agua de lluvia podría ser una alternativa económica si se la destina a satisfacer servicios secundarios. El trabajo analiza la viabilidad económica del aprovechamiento de agua pluvial a nivel residencial. Se realizó sobre un prototipo instalado en la Universidad Nacional de La Matanza, sus resultados podrían ser extensivos a pequeñas y medianas empresas. Las características de la instalación son el producto del análisis de la factibilidad técnica. Se esperan beneficios sobre el medio ambiente y un mejor aprovechamiento del recurso. La hipótesis principal es que la cantidad de agua pluvial colectada, no sería demandada a la red de agua corriente. El costo del tratamiento sería aceptable, y que la cantidad de agua recolectada disminuiría el riesgo de anegamiento en los alrededores, reduciendo costos y gastos de remediación.

ABSTRACT

The water is a scarce commodity and its treatment bears a high cost, nevertheless the rainwater might be an economic alternative if one destines to satisfy secondary services. This work analyzes the economic viability of the use of rain water at residential level. It was realized on a prototype installed in the National University of La Matanza, its results might be extensive to little and medium enterprises. The characteristics of the installation are the product of the technical analysis. Benefits are expected on the environment and a better use of the resource. The main hypothesis is that the quantity of collected rain water, it would not be demanded to the water network. The cost of the treatment would be acceptable, and that quantity of gathered water would reduce the risk of flooding in the surrounding area, reducing costs and remediation expenses.

PALABRAS CLAVE

Recuperación, tratamiento, agua, pluvial.

INTRODUCCION

El creciente desarrollo de las ciudades, aumenta la impermeabilización de las cuencas urbanas, lo cual genera que el agua caída provoque anegamientos y dificultades, que podrían mitigarse acumulando aunque sea una parte de la misma y reutilizándola para servicios sanitarios o riego. El uso de agua pluvial recuperada implica una reducción de la demanda a la red de agua corriente y por lo tanto un mejor uso del agua potable, con los consiguientes beneficios sociales y económicos. Se valorará la factibilidad económica de la instalación a baja escala, es decir a nivel residencial, la que podría hacerse extensiva a pequeñas y medianas empresas. Asimismo queda abierta la posibilidad de continuar esta línea de investigación para ser aplicadas en barrios cerrados y/o clubes.

En aquellas zonas que carecen de redes cloacales, la mala gestión de los pozos absorbentes y cámaras sépticas provocan filtraciones que contaminan las napas subterráneas. Por ende, se debe recurrir a perforaciones cada vez más profundas, lo cual en caso de una mala ejecución de los pozos pone en peligro el recurso subterráneo ubicado a mayor profundidad. Este aumento en las profundidades de excavación, es un claro indicador de la escasez y costo del recurso, además de ser cada napa contaminada, un reflejo de una mala administración del bien. En este sentido, vale la pena mencionar que una de las principales causas de la contaminación del manto freático no confinado, es la presencia de numerosos sumideros a cielo abierto, llamados habitualmente "basurales clandestinos". Los mismos generan diariamente grandes volúmenes de lixiviados que contaminan el recurso subterráneo [1].

La crisis energética afecta a toda la sociedad y no es posible olvidar que para extraer, potabilizar y distribuir el agua se necesita energía. El uso de agua pluvial como recurso para actividades secundarias, implica entonces un ahorro. Una forma de analizar cómo cuidar este bien natural, es investigar la demanda de distintos artefactos domiciliarios:

Tabla 1:

Consumos domésticos normales estimados por artefacto

Lavarropas	100 litros por ciclo
Descarga de inodoros	20 litros por vez
Baños de inmersión	200 litros
Ducha breve	80 litros
Lavado de auto	500 litros
Lavado de vajilla	30 litros
Riego con manguera	500 litros por hora

En el mismo sentido, es necesario localizar, y solucionar, las pérdidas que ya sea por el mal hábito, o por defectos en la instalación del circuito de agua, ocurren habitualmente en una vivienda.

Tabla 2:

Pérdidas promedio (litros por día)

Goteo de canillas	46
Apertura mínima de canillas	2000
Apertura máxima de canillas	15000
Inodoro con pérdida continua	4500
Pérdida máx. de cisterna	15000
Cisterna con pérdida mínima	2500

Lograr un correcto equilibrio entre nuestra comodidad y el gasto energético de las instalaciones sanitarias, es una cuestión fundamental para la comunidad.

Dado que el aspecto legal restringe el uso del agua recuperada a servicios secundarios, no está permitido destinarla para consumo humano. Esto se debe a la prohibición de mezclar el agua corriente, con aquella proveniente de otra fuente, sin importar cuán bien o mejor esté tratada respecto del agua de red. Esto limita el alcance del recupero hacia usos como ejemplo, el riego, depósitos de baños, lavado de pisos y vehículos. Esto significa que el usuario que quiera utilizar agua pluvial se vea obligado a disponer de un doble circui-

to de agua. Con estas prerrogativas, durante el período 2015 – 2016, se desarrolló un proyecto de recuperación y tratamiento de 500 litros de agua pluvial, y destinarla en un sector sanitario de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM), situada en el conurbano bonaerense, un área altamente antropizada donde el agua pluvial no filtra hacia los acuíferos, sino que descarga hacia el Río de La Plata por medio de los distintos vías subterráneas y por lo tanto no es aprovechada. Estos canales podrían verse colapsados y provocar anegamientos, si es que el fenómeno meteorológico involucrara una gran cantidad de agua.

Con el fin de estudiar la eficiencia del sistema propuesto, efectuar los ajustes, y las calibraciones del mismo, se montó en las instalaciones del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT) un prototipo del sistema para el reaprovechamiento descrito.

La viabilidad del proyecto radica en la calidad del agua recuperada, por lo que se analizaron los indicadores establecidos por la Ley N°18284. En relación a los contaminantes orgánicos la reglamentación estipula los siguientes límites:

- Bacterias coliformes: NMP a 37°C - 48 hs. (Caldo Mc Conkey o Lauril Sulfato), en 100 ml: igual o menor de 3.
- Escherichia coli: ausencia en 100 ml.
- Pseudomonas aeruginosa: ausencia en 100 ml.

Entre los parámetros microbiológicos a controlar, para la evaluación de la potabilidad del agua ubicada en reservorios de almacenamiento domiciliario, deberá incluirse además el recuento de bacterias mesófilas en agar (APC - 24 h a 37°C). En el caso de que este recuento supere las 500 UFC /ml y se cumplan el resto de los parámetros indicados, sólo se deberá exigir la higienización del reservorio y un nuevo recuento.

La contaminación orgánica proviene principalmente de la suciedad acumulada en los techos que se usarán para la recolección. Se

resolvió que el método a utilizar para su tratamiento será de doble efecto. Este proceso deberá poseer baja pérdida de carga (caída de presión). El agua será previamente filtrada y tratada con carbón activado antes de entrar al reservorio, El carbón activado puede ser re-activado sometiéndolo al calor dentro de un horno de cocina, lo que prolonga su vida útil y disminuye costos de mantenimiento. De ser necesario se continuará el tratamiento en la cisterna, con pastillas de disolución lenta de cloro sólido, con el objeto de reducir o eliminar microorganismos, tales como bacterias y virus. Sin embargo el cloro, no es suficiente para eliminar todos los parásitos patógenos. La cloración desinfecta el agua, pero no la purifica por completo, se utiliza para mantenimiento, y conservación de lo colectado. La presencia de cloro activo en las aguas ubicadas en los reservorios domiciliarios no es obligatoria.

El tratamiento inorgánico consiste en la lograr que el agua pluvial contenga los minerales enumerados en la Tabla 3 dentro de los límites permitidos por la ley, interponiendo un empaquetado de resinas para tal fin. Se dice que el agua es “dura” cuando se encuentran sales de calcio y magnesio cuyos valores sobrepasan los niveles permitidos.

Tabla 3
Concentraciones permitidas por la ley

Acidez	pH	Entre	6,5 – 8,5	
Amoniaco	NH ₄ ⁺	Máx	0,20	mg/l
Aluminio residual	Al	Máx	0,20	mg/l
Arsénico	As	Máx	0,05	mg/l
Cadmio	Cd	Máx	0,05	mg/l
Cianuro	CN ⁻	Máx	0,10	mg/l
Zinc	Zn	Máx	5,0	mg/l
Cloro	Cl ⁻	Máx	350	mg/l
Cobre	Cu	Máx	1,00	mg/l
Cromo	Cr	Máx	0,05	mg/l
Dureza total	CaCO ₃	Máx	400	mg/l

Fluoruro	F ⁻	Máx		mg/l
Hierro Total	Fe	Máx	0,30	mg/l
Manganeso	Mn	Máx	0,10	mg/l
Mercurio	Hg	Máx	10 ⁻³	mg/l
Nitrato	NO ₃ ⁻	Máx	45	mg/l
Nitrito	NO ₂ ⁻	Máx	0,10	mg/l
Plata	Ag	Máx	0,05	mg/l
Plomo	Pb	Máx	0,05	mg/l
Sólidos disueltos totales		Máx	1500	mg/l
Sulfatos	SO ₄ ⁼	Máx	400	mg/l
Cloro activo residual	Cl	Mín	0,2	mg/l

Para el tratamiento en este sentido se resolvió utilizar resinas de intercambio iónico con resistencia a la formación de hongos. Un aspecto importante de las resinas de intercambio es la capacidad de litros que son capaces de tratar y el costo de su regeneración. Respecto a este último punto, la decisión se volcó hacia un tipo de resinas que se regeneran con cloruro de sodio (NaCl) [6], mejor conocido como sal de mesa. Lo interesante es que ambos tipos de resina, aniónica y catiónica, pueden ser regeneradas de con el mismo producto, lo que implica que no es necesario desarmar el paquete para dicho proceso. Los lechos de intercambio iónico agotados serán limpiados y regenerados en forma manual, a intervalos determinados en función del volumen tratado. La regeneración implicará inundar el paquete con una solución concentrada de NaCl, que barrerá de manera efectiva los iones de dureza dejando a la resina lista para el siguiente ciclo de suavización del agua.

A los efectos de evaluar la factibilidad del tratamiento proyectado, el equipo se remitió a un estudio realizado en el 2011 sobre el agua pluvial colectada en los techos del pabellón II de la ciudad universitaria (Ciencias Exactas UBA), el cual arrojó los resultados de la Tabla 4 [7].

Tabla 4: Valores obtenidos

Acidez	pH	Entre	5,9 – 6,7	mg/l
Nitrato	NO ₃ ⁻	Entre	4,9 – 9,4	mg/l
Fosfatos	PO ₄ ⁻³	Entre	0 – 0,07	mg/l
Sulfatos	SO ₄ ⁼	Entre	1 – 5	mg/l

Respecto a este tema la investigación mencionada realizó la toma de muestras del material particulado que se depositara, tanto húmedo como seco, en el sector del mencionado pabellón. El proyecto contó con la asistencia de la Universidad de México que prestó el equipamiento necesario para cuantificar, reconocer las características físico-químicas y establecer su vinculación con la procedencia de estos depósitos. Los resultados arrojaron valores similares a los de Porto Alegre (Brasil) en 2009, a excepción de una mayor concentración de nitratos, lo que significaría un mayor grado de contaminación. Los depósitos asociados a la combustión automotor se corresponden con los hallados para otras ciudades, como se indica en el trabajo de Baumgardner (2007), ambos referidos en dicho trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El dimensionamiento de la instalación se realizó en base al espacio físico disponible. La idea consistió en coleccionar, en un tanque de 500 litros, el agua de lluvia tratada que descarga en un sector del entretecho del edificio, en donde se ubica el Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT). El techo posee una superficie de 32 m² y descarga mediante cañerías de 100 mm de diámetro hacia una bajada pluvial vertical que desemboca en un colector de desagüe. Las dimensiones de las cañerías son consistentes con edificaciones familiares, por lo que los resultados y conclusiones son extrapolables a ese nivel. El presente trabajo consiste en analizar la factibilidad del proyecto desde los costos en los que se debe incurrir, y los beneficios que este sistema traerá al usuario que lo utilice. El objetivo del mismo es demostrar que no solo se obtiene un beneficio

ambiental incuantificable, sino que también presenta un ahorro económico, enmarcando a este proyecto dentro de la privilegiada categoría de estrategias win-win.

Los principales egresos de dinero estarán separados en dos categorías. Primero está la inversión inicial del proyecto que abarca la compra de materiales y la instalación del sistema. En la Figura 1 se observa el esquema de instalación del que se analiza la lista de materiales de la Tabla 5.

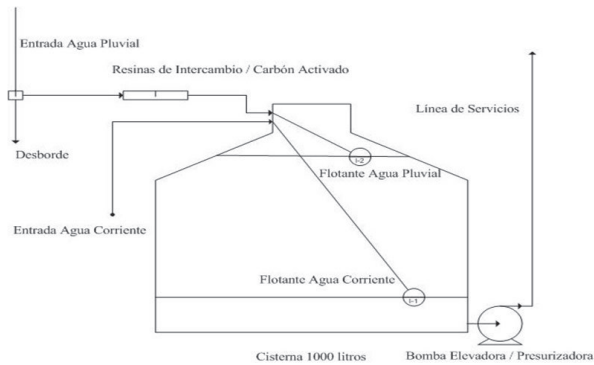


Figura. 1: Corte longitudinal del esquema de instalación

Lista de materiales tentativos para una instalación domiciliaria

Pileta de patio como control de rebalse	Carbón activado
Pileta de patio como control de sólidos	Boya de cloro (doble acción)
“Te” (110 mm) como cartucho	Tanque cisterna (1000 litros)
Reducción 110 mm a 63 mm	Caños y accesorios en 110 mm
Reducción 63 mm a 50 mm	Caños y accesorios en 40 mm
Reducción 50 mm a 40 mm	Caños y accesorios en 1 pulgada
Bomba elevadora (inteligente)	Resinas de Intercambio

La segunda categoría son los insumos que se irán consumiendo con la utilización del sistema, debiendo ser reemplazadas proporcionalmente al consumo de agua. Las resinas son los únicos materiales de esta categoría y presentan una vida útil de 10 años. Los principales ingresos de dinero serán los ahorros que le generará al usuario el uso del sistema a lo largo del tiempo. Cada metro cúbico (m³) recolectado de agua de lluvia representa un m³ no consumido de agua corriente, así el monto final de la factura del servicio disminuye. Para poder realizar una correcta evaluación económica y financiera del proyecto de recolección de agua de lluvia, fue necesario definir los supuestos de trabajo. Esto se debe a que no toda vivienda percibirá los mismos beneficios.

Lo anterior no quita que el modelo utilizado no sea susceptible de modificaciones y adaptaciones para poder aplicarlo en diferentes contextos, pero es necesario aclarar esto ya que los resultados obtenidos en este informe no son genéricos, pero sí lo es el método de evaluación. A priori, debemos considerar las siguientes afirmaciones:

El dispositivo purificador consiste en una “Te” cuya salida lateral es roscada con diámetro de 110 mm, colocada luego del filtro grueso de sólidos, y seguida de una reducción a 40 mm. La resina de intercambio iónico y el carbón activado se colocaron en bolsas porosas de nylon con el objeto de evitar el intercambio total de iones y evitar grandes pérdidas de presión, permitiendo la circulación del agua pluvial a tratar. La instalación prevé un desvío por rebalse, a fin de evitar desbordes. Se tuvo en cuenta que, para períodos sin lluvias, el sistema permita el ingreso de agua corriente. La cantidad de agua que, en estos casos, el sistema permitirá acumular no superará los 100 litros.

Tabla 5

1. SEGMENTO DE MERCADO

Este sistema se instalará únicamente en viviendas nuevas. Es decir, al momento de la obra ya se considerarán las particularidades constructivas pertinentes a la utilización de un sistema de agua recolectada. El punto es que en viviendas existentes abrir un nuevo circuito constituye un costo extra muy alto.

2. USO DEL AGUA TRATADA

El agua tratada será usada exclusivamente para uso de servicio. Esto se garantizará mediante la instalación de circuitos específicos para no mezclarla con agua corriente. En este caso la legislación prohíbe la mezcla de agua corriente con agua proveniente de otras fuentes (agua de pozo, pluvial, etc.).

3. ZONA GEOGRÁFICA CON MEDIDOR (CAUDALÍMETRO) DE AGUA

Para que efectivamente exista el ahorro para el usuario, este debe estar dentro del grupo de clientes que cuentan con medidor de agua corriente. La otra modalidad de este servicio es una tarifa fija en función de diferentes variables, todas independientes de la cantidad de m³ consumidas, por ejemplo el área construida de la vivienda.

4. ZONA GEOGRÁFICA CON SISTEMA DE CLOACAS

Este es otro supuesto ya que existen clientes con agua corriente y cloacas, y clientes con agua corriente sin cloacas. Solo se considerará al segundo grupo de clientes en este proyecto ya que el hecho de contar con este primer servicio duplica la tarifa del m³ de agua. Respecto a este punto existen aspectos a discutir. La empresa proveedora del servicio de agua cobra por la distribución del agua y el retiro de efluentes, un sistema como el propuesto no requiere suministro, pero sí genera efluentes, pero por otro lado y en la misma medida evita la disposición de agua pluvial. Por lo que los costos se anularían.

5. RELACIÓN SUPERFICIE DE CAPTACIÓN / PROMEDIO DE LLUVIAS

Se debe considerar que la relación super-

ficie de captación (techos) y el promedio en milímetros de precipitaciones permitan cubrir, como mínimo, la demanda estimada. En el caso de que esto no suceda, se puede aumentar la superficie de captación en el caso de que sea necesario. La superficie mínima requerida es de 100 m². Lo que equivale a decir que por cada mm de agua caída significan 100 litros.

6. NIVEL DE CONSUMO DE AGUA EN EL HOGAR

Se estima un ahorro de 6 m³ de agua mensualmente, el cual si es convertido a días y litros nos da un promedio de 200 litros de agua por día. Este dato es completamente posible ya que, sin tener en cuenta el uso del agua para riego o limpieza del auto y/o veredas, alcanzaría con las descargas de inodoro que realiza una familia en una casa promedio.

7. PRECIO DEL M³ DE AGUA CORRIENTE

El precio del m³ de agua corriente fue tomado de los datos oficiales y vigentes a partir de 1ro de junio del año 2016 por la compañía *ABSA – Aguas Bonaerenses S.A.* La Tabla 8, con estos datos, se encuentra como un anexo al final del informe. (\$ 5,76).

8. PRECIOS DE LOS MATERIALES

Los precios expuestos en esta evaluación económica están actualizados al día 27 de junio del año 2016. Estos fueron consultados en la cadena de comercio *Sodimac*, líder en ventas de productos para la construcción, ferretería y equipamiento para el hogar.

9. MÉTODO UTILIZADO

Método por lo percibido en el cálculo de los flujos de fondos, sin considerar la carga impositiva en dichos periodos.

10. LIMITACIONES DEL PROYECTO

El proyecto en términos económico y financiero no contempla obtener rentabilidad considerando el lucro en su aplicación, sino el beneficio de la externalidad en su aplicación (enfoque social). Al igual que su funcionalidad es exclusiva para construcciones de

viviendas nuevas. Se valorará la factibilidad técnica, económica e instalación a baja escala, es decir a nivel residencial, que podría hacerse extensivo a pequeñas y medianas empresas. Asimismo queda abierta la posibilidad de continuar esta línea de investigación para ser aplicadas en barrios cerrados y/o clubes.

La finalidad del presente trabajo es materializar un correcto y completo análisis económico y financiero, para esto se comenzará evaluando el flujo de fondos proyectados en base a una serie de supuestos. Luego se debe analizar todo aquello que quedo fuera del primer análisis pero que tiene inferencia en la toma de la decisión de realizar el proyecto o no. Por último, se evaluará la sensibilidad del proyecto con respecto a la variación de las variables más representativas. El método de análisis, para la medición de la rentabilidad del proyecto, propone un horizonte de planeamiento de 10 años, considerando en la misma los diferentes trazados de escenarios, y las alternativas de sustitución del proyecto en cuestión.

Tabla 6
Escenario de Análisis

Número de Períodos	10
Tipo de Período	Anual
Tasa de Descuento	15,00%

La tasa de descuento aplicable como tasa de corte involucra variables de índole inflacionario, riesgo, tipo de cambio, tasa promedio de entidades financieras (cancelación de deuda) y de rendimiento de títulos públicos y privados.

Al término de la vida útil del proyecto las misma propone un recupero en términos residuales (neto de amortizaciones) cuyo valor de comercialización al cierre del periodo es 5000 pesos, solo para el tanque cisterna, no contemplando la bomba elevadora ya que la misma por su valor residual quedaría sin uso en el tiempo utilizado.

Tabla 7
Lista de materiales tentativos para una instalación domiciliaria

(venta al fin del período 10)		Unidades	\$/u	Total
Tanque Cisterna (1000 litros)		1	\$2.289	\$2.289
	V.O	A.A		V.R
Tanque Cisterna (1000 litros)	\$ 2289	\$ 228,90		\$ 0,00
REVENTA	\$5.000	\$ -		\$5.000
			Total	\$5.000

Tabla 8
Tabla Evolutiva de incrementos en el servicio de Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AYSA) proyectados

AÑO	Incremento Porcentual	Ingreso por ahorros
2017	400%	\$ 2066,40
2018	30%	\$ 2686,40
2019	17%	3143,70
2020	10%	3457,40
2021	0%	3457,40
2022	10%	3803,14
2023	10%	4183,45
2024	5%	4382,62
2025	5%	4382,62
2026	0%	4382,62

Tabla 9
Análisis de sensibilidad

Tasa de Descuento	VAN
0%	\$ 23081,15
5%	\$ 13310,78
10%	\$ 6846,09
15%	\$ 2431,60
20%	-\$ 672,04
25%	-\$ 2913,53
30%	-\$ 4572,87
35%	-\$ 5829,41
40%	-\$ 6800,85
45%	-\$ 7566,18
50%	-\$ 8179,55

Los resultados del trabajo se analizaron conforme la importancia que tiene el agua como recurso imprescindible. Los aspectos sobresalientes en este sentido son su escasez creciente y su uso irracional. Las temáticas alrededor del agua de consumo humano son de aspecto técnico, económico y legal.

Desde la viabilidad técnica, luego analizar de las muestras tomadas en distintos momentos se observó la presencia de cloro y ausencia de sólidos en suspensión. La presencia de olor a cloro es un primer indicador de la ausencia de materia orgánica. Dado que el uso será destinado a servicios, no es indispensable hacer un análisis de potabilidad. Aún así, las pruebas de laboratorio arrojaron ausencia de ión amonio, y bajo contenido de cloro. El ión amonio está relacionado a la deposición de las aves, por lo que es un factor a observar en cada localización específica, ya que dependerá de la magnitud de la presencia de pulmones verdes y árboles de gran envergadura en la zona.

El cloro estará ligado a la dosificación en la cisterna, el exceso no es deseable, pero la presencia de un suave olor indica que la cantidad dosificada ha sido suficiente para el mantenimiento. Los ensayos de laboratorio corroboraron las hipótesis realizadas en estos sentidos. Los valores asociados a estas sustancias dependen del ciclo de períodos de lluvia y la temperatura ambiente. Se observó, como era esperable, que la máxima cantidad de materia orgánica e inorgánica en el agua pluvial, se obtuvo en los primeros minutos de lluvia abundante, extendiéndose este período conforme la magnitud de la precipitación.

Períodos largos entre precipitación favorecen la oxidación tanto de la materia orgánica como de la inorgánica, si estos períodos son cálidos se favorece el secado y la oxidación. Si por el contrario, los períodos entre lluvias son cortos, se ve perjudicada la acumulación de materia. Esto quiere decir que los techos se verán "lavados" reduciendo el problema a los primeros minutos de cada precipitación. En este sentido las características del sistema permiten analizar su comportamiento

bajo distintas circunstancias. Ante una precipitación entre abundante y muy abundante, la caída de presión es alta. En este contexto, y dado el caudal, una parte del agua utiliza el sistema de desborde por lo que las primeras aguas, que son las más concentradas se descartan en forma natural, sin exigir el tratamiento por parte del sistema. A bajo caudal de entrada, menor pérdida de carga (porcentual), y mayor tiempo de tratamiento. Esto implica que en ambos casos el sistema trata efectivamente el agua que pasa a través del mismo. El caso del tratamiento iónico es mayor a bajas velocidades, pero al encontrarse empaquetadas, no alcanzan a deionizar la cantidad circulante. De este modo aumenta la cantidad de ciclos útiles de la resina para el tratamiento. Se determinó un promedio práctico de 6 ciclos de 500 litros, aunque en forma teórica podría aumentar sensiblemente. La regeneración se realizó conforme lo específica la hoja de datos de la resina, corroborándose la información obtenida.

DETALLES TÉCNICOS

Tabla 10
Mínimos de Consumo según Valuación Fiscal Inmobiliaria y Servicios (ABSA)

TRAMO	VALUACION FISCAL INMOBILIARIA	M ³ MENSUALES	
		Servicio de agua	Servicio de agua y desagües
1	De 0 hasta 40.000	15	15
2	más de 40.000 hasta 50.000	15	15
3	más de 50.000 hasta 70.000	17	18,5
4	más de 70.000 hasta 100.000	19,5	21
5	más de 100.000 hasta 150.000	21,5	23
6	más de 150.000 hasta 200.000	25	26,5
7	más de 200.000	28	29,5



Tabla 11**Cuadro Tarifario Servicio de Agua o de Agua y Desagües Cloacales (Aguas Bonaerenses S.A. - ABSA)**

ESCALA	CONSUMO MENSUAL m ³	CALCULO SEGÚN ESCALA de CONSUMOS
1	hasta 15 m ³	15 m ³ x Vm ³
2	hasta 17,5 m ³	primeros 15 m ³ x Vm ³ excedente x Vm ³ x 1,60
3	hasta 20 m ³	primeros 17,5 m ³ ídem anterior x Vm ³ excedente x Vm ³ x 1,70
4	hasta 22,5 m ³	primeros 20 m ³ ídem anterior x Vm ³ excedente x Vm ³ x 1,80
5	hasta 25 m ³	primeros 22,5 m ³ ídem anterior x Vm ³ excedente x Vm ³ x 1,90
6	hasta 30 m ³	primeros 25 m ³ ídem anterior x Vm ³ excedente x Vm ³ x 2,00
7	hasta 35 m ³	primeros 30 m ³ ídem anterior x Vm ³ excedente x Vm ³ x 2,10
8	hasta 40 m ³	primeros 35 m ³ ídem anterior x Vm ³ excedente x Vm ³ x 2,20
9	hasta 45 m ³	primeros 40 m ³ ídem anterior x Vm ³ excedente x Vm ³ x 2,30
10	hasta 50 m ³	primeros 45 m ³ ídem anterior x Vm ³ excedente x Vm ³ x 2,40
11	hasta 62,5 m ³	primeros 50 m ³ ídem anterior x Vm ³ excedente x Vm ³ x 2,50
12	hasta 75 m ³	primeros 62,5 m ³ ídem anterior x Vm ³ excedente x Vm ³ x 3,50
13	más de 75 m ³	primeros 75 m ³ ídem anterior x Vm ³ excedente x Vm ³ x 4,50

Valor Metro Cúbico (Vm³): \$5.74. La periodicidad de la lectura del Servicio Medido (SM) es bimestral y el importe a facturar es mensual. Se cobrará en todos los casos del SM, un cargo para mantenimiento de medidor y un cargo de reposición de medidores, equivalente al valor de 2,5 m³ de agua potable por mes, por cada concepto, al precio del Vm³. La tarifa de los usuarios de consumos intensivos del SM que superen los 1.000 m³ de consumo mensual, se multiplica por un coeficiente de 2.

Servicio de agua y desagües cloacales: El importe surge de multiplicar los valores determinados para el servicio de agua por un coeficiente de 2.

La Tasa de Fiscalización y Control del Organismo de Control de Aguas de Buenos Aires (OCABA) corresponde al 4%.

La Tarifa de Interés Social se encuentra al alcance de los usuarios residenciales con escasos recursos económicos, quienes podrán realizar consultas en nuestros centros de contacto.

RESULTADOS

El análisis de los costos de instalación, en viviendas preexistentes, arrojó un monto que ronda los \$10.000 (aprox. U\$S 650).

Ante estos valores se realizó una encuesta, con el objeto de conocer la opinión y predisposición de los usuarios respecto a realizar una inversión en un sistema de estas características. La población encuestada abarcó distintos estratos socio-económicos y de diversas edades, dentro del partido de la Matanza [2].

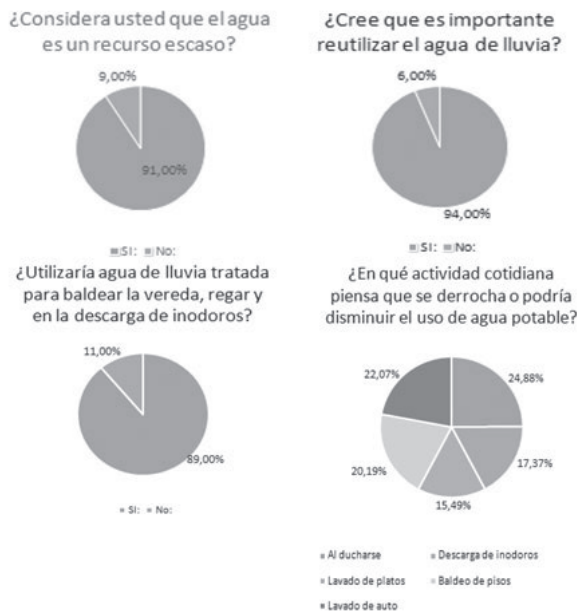


Figura 2. Resultados de la encuesta. Fuente: Elaboración propia

En cuanto a esto último, el 24,88% de la población encuestada opinó que los mayores derroches se encuentran a la hora de ducharse, seguidos por el lavado del auto y baldeo. Pese En primer lugar, en la generalidad de los casos, los encuestados nos plantearon su preocupación acerca de la creciente disminución de reservas de agua dulce en el mundo. Esta problemática es producto de la contaminación. Surge, en consecuencia, la necesidad de aprovechar al máximo las alternativas orientadas hacia el consumo responsable de este bien natural, que es imprescindible para la vida. A esta creciente preocupación, tan solo el 45% de los encuestados asegura tener conocimiento acerca de procesos para el tratamiento de agua. Por otro lado, un dato muy importante, que se infiere de este análisis, es que el 89% de la gente utilizaría el agua de lluvia tratada para baldear la vereda, regar y en la descarga de inodoros. Mientras que este porcentaje se reduce al 57% cuando se les pregunta si la utilizarían para higiene personal y/o cocinar. Al consultarles el motivo de esta decisión, la gran mayoría respondió que esto se debe al desconocimiento del proceso de tratamiento y a la inseguridad que trae aparejado. Esta última apreciación del

usuario genera cierta contradicción, ya que el 85% no le realiza controles periódicos al agua que consume en su domicilio. Por último, podemos ver una buena predisposición, más del 90%, para la instalación del sistema de recolección de agua de lluvia y su tratamiento

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista económico y financiero el proyecto es viable con la tasa interna de retorno del 19%. En el plazo de 10 años. Pero considerando un incremento de la TIR el proyecto no es atractivo en términos financieros, pero es altamente viable bajo un análisis de impacto social. Con la tasa de corte del orden del 15% el proyecto es viable..

Cabe destacar que a pesar que el uso sea secundario, el agua debe ser tratada para evitar inconvenientes ocasionados por su ingesta accidental. Esto significa eliminar toda la materia orgánica y la inorgánica que puedan ocasionar problemas para la salud tanto en las personas como en otros seres vivos. Como se mencionó anteriormente, varias leyes, como las N° 12257, 14520 y 14703 establecen claramente que esta agua recuperada no puede ser mezclada con el agua de red para consumo humano, y es por este motivo es que sólo se contemplará que su destino sea en todo momento como agua de servicio.

El resultado de las encuestas indica que la instalación de un doble circuito, para la utilización de agua recuperada, resulta inicialmente costosa para los usuarios domiciliarios. Esto se explica porque el usuario común no tiene el ejercicio de valorar el costo ambiental, como anegamientos y la reducción de servicios ambientales, e internalizarlos

Es de destacar, también, que la encuesta se realizó en un período de tiempo (primer semestre 2016) cuyo contexto económico fue difícil para los usuarios. Se trató de una época de grandes subas en los costos de los servicios generales. Sin embargo esta situación presenta un aspecto favorable, el aumento de la tarifa por consumo del agua hace disminuir considerablemente el período de amortiza-

ción de la instalación, y también los costos si se los planifica desde un principio en edificaciones nuevas.

REFERENCIAS

- [1] Degaetani, O.J. y otros. (2016). Aprovechamiento del agua pluvial como recurso hídrico a nivel residencial, en *Memorias del IX Congreso Argentino de Ingeniería Industrial*.
- [2] Fauroux, L.E. y otros. (2016). Recuperación y tratamiento de agua pluvial a baja escala, en *Libro de Actas del IIIer Congreso Argentino de Ingeniería, 1870-1882*.
- [3] Narvárez, J.L. (2009). Teoría Administrativa. Editorial Prometeo, San Justo. 413-441.
- [4] Van Horne, J. (1976). Administración Financiera. Ediciones Contabilidad Moderna. Buenos Aires. 213-232.
- [5] Nassir Sapag Chaín (2007). Proyectos de inversión. Formulación y Evaluación. Editorial Pearson educación, México. 247-348.
- [6] Serrano Rodríguez, J. (2011). Matemáticas Financieras y evaluación de proyectos, 2^a Ed. Editorial Alfaomega, Univ. Nac. de los Andes, Bogota. 349-404
- [7] Pérez, C. y otros (2011). Análisis físico-químico del agua de lluvia en Buenos Aires y condiciones meteorológicas asociadas. Departamento de Cs. de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, UBA Argentina.

Artículo presentado a la RADI

Análisis de la internacionalización en la Facultad de Ingeniería UNNE

Mario E. De Bortoli¹

José L. Bastera

Jorge O. Marighetti

Facultad de Ingeniería.
Universidad Nacional del Nordeste

RESUMEN

La Internacionalización de la Educación Superior es un proceso complejo relativamente reciente en las Instituciones Académicas. Ésta debe ser abordada desde diferentes aristas, como ser el Currículum formal, Internacionalización en Casa, movilidad de alumnos, entre otras. En congresos y Seminarios se promovieron análisis crítico respecto a cuáles son los objetivos, alcances y necesidad de avanzar en este proceso. En este trabajo se presentan algunos conceptos que fundamentan la relevancia, posibles impactos y se exponen interrogantes que deberán analizarse antes de iniciar este camino. Además, se plantea las dificultades de sostener el principio de Derecho Universal de la Educación Superior bajo la premisa de igualdad de oportunidades de los alumnos. En este sentido, se presenta el análisis realizado en la Facultad de Ingeniería de la UNNE fundamentando las respuestas a los interrogantes planteados armonizando los objetivos fundacionales de responder a las necesidades locales y regionales con el espíritu de la Internacionalización.

ABSTRACT

Internationalization of Higher Education is a relatively recent complex process in Academic Institutions. It should be approached from different angles, such as the formal curriculum, internationalization at home, student mobility, and so forth. In Congresses and Seminars, critical analysis was promoted regarding which objectives, scopes and needs to advance in this process are. In this paper some concepts that base the relevance, possible impacts and expose questions that must be analyzed before starting this path are shown. In addition, some difficulties of upholding the principle of Universal Law of Higher Education under the premise of equal opportunities for students are raised. Taking account of it, analysis carried out in the School of Engineering at North-East National University – UNNE, is presented, basing the answers to the questions raised, harmonizing foundational objectives of response to local and region needs in the spirit of Internationalization.

PALABRAS CLAVE

Internacionalización, Educación Superior, Evaluación Universitaria, Derecho Universal.

INTRODUCCIÓN

En el siglo XXI surge una concepción de la Educación Superior (ES) basada en proyectos de cómo desarrollar acciones de carácter global, incluyendo un perfil de nociones empresariales aplicadas al ámbito académico.

Simultáneamente la proliferación de universidades públicas y privadas a comienzo de los años noventa y la propagación de una variada oferta en educación superior, en algunos casos con estructuras docentes que estaban iniciando su trayectoria académica, contribuyó a legitimar algunas de las herramientas de control sugeridas por organismos internacionales: la acreditación institucional y la evaluación de contenidos.

Así, se promovieron procedimientos evaluativos nacionales para medir y clasificar carreras de grado y posgrado, elaboración de objetivos por competencia y de estándares de clasificación. La profusa experiencia en este tipo de evaluaciones en los países centrales y el escaso antecedente nacional, supuso un principio de extranjerización al trasladar estándares definidos para contextos diferentes a los que predominan en nuestras instituciones locales. Estas concepciones conformaron un esquema de relaciones denominado Universidad Internacional (UI), alertando sobre posibles estrategias para imponer a la ES objetivos de mercantilización, minimizar los aspectos de formación política y ciudadana y promover la concepción de Responsabilidad Social en lugar del Derecho a la Educación [1].

A finales de la década del '90, se introduce el concepto de Proceso de Internacionalización de la ES (PIES). Éste sugiere aspectos y objetivos superiores a la Universidad Internacional y es transversal a las instituciones participantes.

En el año 2006 se destaca un hecho significativo en general para la Ingeniería Civil. En Landsdown, Virginia (Estados Unidos) se realizó una Cumbre Internacional con el objetivo de identificar con una visión global la Ingeniería del 2025 [2], declarando principios, aspiraciones y consecuencias, con propues-

tas de acción. En este sentido, declamaron acciones y metas para alcanzar los objetivos planteados.

En este contexto, en un corto de tiempo, las facultades de Ingeniería pasaron desde conceptos de UI, acreditación a nivel nacional, formación por competencias, PIES y Visión de la Ingeniería para 2025.

En este trabajo se presenta el abordaje de la Internacionalización de la ES en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste (FI-UNNE) reconociendo que por ser una Institución pública académica debe dar respuesta a las necesidades locales y regionales y a la vez integrarse en un contexto internacional. Así, reconociendo la importancia de sostener el Derecho Universal del acceso y la gratuidad de la ES, expone sus fortalezas y debilidades, presentando una metodología de análisis para definir que características de la institución deben desarrollarse para permitir abordar un proceso de Internacionalización y progresar en sus estándares de evaluación promoviendo la transferencia tecnológica a la región.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL

En general el desarrollo de la UI fue motivado principalmente por actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico. Los principales indicadores de estas actividades refieren a movilidad e intercambio de investigadores, proyectos de investigación y publicación científica, entre otras. Usualmente las fuentes de financiamiento provenían de Entidades Internacionales, con condiciones y objetivos definidos unilateralmente. Las motivaciones respondían a intereses personales o de grupos, pero no sociabilizadas a nivel local, prevaleciendo un modelo de gestión internacional reactiva y tradicional. Este formato de cooperación se caracteriza por presentar una Universidad adoptante perteneciente a los países más desarrollados relacionados con otras periféricas, materializando un vínculo de relaciones institucionales y trasvasamiento de conocimiento preponderantemente de sentido vertical.

De esta manera, la UI se presentó como una condición necesaria para el desarrollo de la práctica científica, tecnológicas y formación de recursos humanos de excelencia. La dimensión internacional, intrínseca al origen de las universidades y del desarrollo de la ciencia, fue utilizada y apropiada como marca de prestigio y percepción de calidad para las universidades que participaban.

Para restringir la inclusión de otras instituciones locales y sostener este diseño institucional de gestión se adicionaron conceptos devenidos de lo internacional como ser la ES como bien comercial asociado a la educación transnacional, ponderado su jerarquía y cumplimiento mediante estándares y ranking definidos de universidades y normativas administrativas extranjeras.

Sin embargo existen otros aspectos de dimensión internacional de la ciencia y la tecnología que no están siendo adecuadamente incorporados en este modelo de gestión tradicional y que plantean nuevos desafíos en su concepción.

Este modelo tradicional de la UI enfrenta una transformación de los paradigmas del desarrollo ya que no existe un único modelo para desarrollar la ciencia y la tecnología, lo que desemboca en un nuevo modelo de gestión denominado Internacionalización de la Educación Superior (IES).

CONCEPTO DE INTERNACIONALIZACIÓN

Este concepto se corresponde a un nuevo estadio de las relaciones humanas a nivel internacional. Las nuevas estrategias de cooperación se basan en objetivos que incluyen a sus contextos regionales, conformando un proceso transversal en todas las áreas y funciones de la IES, siendo así un medio relevante para contribuir a la mejora de la ES.

Para que el proceso sea eficiente y relevante en términos de impacto debe ser definido mediante una planificación clara en términos de priorización de regiones de actuación, áreas de conocimiento y estrategia de acción para desarrollar mayores sinergias en la región de cooperación.

Así, la dimensión internacional de la ciencia en la actualidad reconoce que la evaluación del impacto debe realizarse mediante indicadores contextualizados, diferenciando entre actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico. En este sentido la Declaración Final CRES 2008 enfatiza que nuestra región es marcadamente pluricultural y multilingüe, debiendo incorporar en la integración regional e internacional los enfoques propios que valoren nuestra diversidad humana y natural como una fuente de riqueza y no como una diferencia.

Admitiendo que el desarrollo del conocimiento, la ciencia y la tecnología es favorecido por intercambios internacionales, para que provoque el fortalecimiento de la ES y su trasvasamiento al desarrollo local y regional es necesaria su inserción en el contexto local.

Así, el concepto de Internacionalización es un compromiso integral, incluye el proceso endógeno asociado al desarrollo institucional a través de la acción, para infundir perspectivas internacionales y comparativas en la enseñanza, la investigación y el conocimiento para promover valores institucionales de solidaridad, sociabilización y democratización de las actividades devenidas de estos intercambios.

En la Internacionalización prevalece las estrategias de universidades que definen sus objetivos en pertinencia a sus contextos regionales, con cooperación internacional en un proyecto sustentable, basada en descentralización de redes, valorando la diversidad, siendo un proceso transversal a todos los aspectos y funciones de la ES (Figura 1).

Objetivos del proceso de internacionalización		
Entorno institucional	→	Contribuir a crear un contexto (normativo y cultural) con dimensión internacional.
Formación	→	Contribuir a la formación de estudiantes para desenvolverse con competencia profesional y responsabilidad ética y social en un contexto internacional y multicultural
Investigación	→	Contribuir a mejorar la calidad, pertinencia, visibilidad e impacto de las actividades de investigación.
Extensión	→	Contribuir a mejorar la proyección, visibilidad y prestigio de la Universidad.

Figura 1: Transversalidad de la Internacionalización.

En este diseño la movilidad académica no es el único parámetro para valorar la relevancia de la participación, es una de las herramientas disponibles, siendo necesario avanzar sobre otros aspectos. La Internacionalización comprende además titulaciones múltiples, impacto en las políticas regionales, locales, promoviendo nuevos conceptos como el de Internacionalización en Casa.

Éste nuevo concepto de Internacionalización incluye el proceso endógeno asociado al desarrollo institucional, está relacionada con la cultura de las mayorías de las universidades de América Latina.

CONTEXTO NACIONAL

El desarrollo de la Ingeniería alcanzado en estos últimos años en nuestro país tuvo impactos en varias áreas; en la transferencia tecnológica al sector de la producción derivada de la promoción científica, implementación de cursos y carreras de posgrados, nuevas formas de evaluación institucional, la internacionalización de la universidad, entre otras.

Respecto al ámbito universitario, uno de los impactos más relevantes fue las evaluaciones de las Unidades Académicas de las carreras de Ingeniería. Éstas surgieron por motivos diversos, siendo uno de ellos la necesidad de la revisión de los programas de formación de ingenieros para adecuar a los nuevos escenarios, afín de formar a los graduados para des-

envolverse en un medio de constantes cambios globales. Los conocimientos necesarios para ejercer la profesión son cada vez más exigentes y a la vez, diversos, complementándose conocimientos teóricos con saberes tecnológicos y de procesos específicos, capacidad creativa y espíritu crítico, capacidad para trabajar en equipo e interdisciplinarios, conceptualizados todos ellos en las competencias necesarias.

Tradicionalmente las facultades de ingeniería han actualizado sus programas definiendo sus propias metas, intereses y capacidades con escasa participación, o por lo menos no sistemática, de Centros Profesionales, investigación, entidades públicas y privadas, entre otras. Este esquema de trabajo aislado implicó un desafío para lograr la participación activa y objetiva de todas las Unidades Académicas para definir en forma conjunta los objetivos y consensuar currículos académicos que permitan adquirir capacidades y competencias que la sociedad requiere.

En los últimos diez años se han producido cambios importantes en la educación superior: aumento de la participación del presupuesto universitario en el Producto Bruto Interno, ampliación de la infraestructura, crecimiento sostenido de la matrícula y de graduados, incentivo a través de becas y afianzamiento de una política universitaria comprometida con el desarrollo local, nacional e internacional. La relevancia de estas transformaciones radica en que las acciones desarrolladas en la ES se inscriben en un programa coherente y sistemático que prioriza la inclusión social y la calidad educativa.

En este sentido en 1996 la Ley de Educación Superior 24521(LES) crea la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) [3]. La LES establece que entre las funciones de la CONEAU es acreditar de forma periódica carreras de grado que otorgan títulos a profesiones reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público. El Decreto Reglamentario de la Ley N° 499/96 establece que la acreditación constituye una condición necesaria

para el reconocimiento oficial de los títulos y su consecuente validez nacional.

Así, la CONEAU ha sido una pieza fundamental en este proceso, a través de la consolidación de la evaluación y acreditación universitaria para la mejora de la calidad educativa, desde una noción de calidad que trabaja a favor de la equidad y la disminución de asimetrías en las instituciones universitarias.

La LES presenta dos aspectos salientes; por un lado es de carácter obligatorio, lo que favorece que todas las carreras y no solo las consolidadas accedan al reconocimiento académico, y por otro el diseño de los procesos de acreditación no excluye a las que presentan dificultades, las involucra a través de la elaboración de planes de mejora. Así, las carreras subsanan sus debilidades y se fortalecen en un tiempo acotado. De este modo, la idea de la acreditación no responde a las características que usualmente consideran las Agencias Privadas de Acreditación a nivel Internacional en el marco de la UI, sino que expone otro más ecuánime ya que las mismas instituciones asumen compromisos y desarrollan acciones para el mejoramiento.

La propuesta de los criterios y estándares de calidad para un determinado título nacen en la respectiva comunidad académica y es el resultado de un proceso de análisis, debates y acuerdos que incorporan las necesidades de la comunidad en general. Para las carreras de Ingeniería éstos fueron elaborados por el Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (CONFEDI). Además, las propias instituciones diseñan los planes de mejora cuya implementación permitirá alcanzar los estándares, en consonancia con los principios de autonomía académica y respeto a las diferentes realidades regionales.

Respecto al plano internacional, el Área de Acreditación de Grado en forma articulada con la Dirección de Desarrollo y Relaciones Internacionales, tiene a su cargo la gestión del Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias para el Mercosur (ARCU-SUR), creada en 2007. Sus bases fueron definidas en el "Memorandum de en-

tendimiento para la creación e implementación de un sistema de acreditación de carreras universitarias, para el reconocimiento de las respectivas titulaciones, en el Mercosur y Estado asociados" (2002) y posteriormente ratificado por el Acuerdo entre los países del Grupo Mercado Común (2008). La implementación recae en las Agencias Nacionales de Acreditación, las que conforman la Reunión de Agencias Nacionales de Acreditación (RANA). La FI-UNNE no participó en actividades del ARCU-SUR y en conocimientos de los autores las instituciones nacionales han desarrollado sus actividades motivadas fundamentalmente por un espíritu propio que por cuestiones institucionales sistematizadas.

Si bien en Argentina existen carreras de posgrados que participan en actividades de cooperación mutua con universidades extranjeras, el término de Carreras Binacional se reserva a las carreras de posgrados presentadas ante la CONEAU en el marco del Programa Binacional para el Fortalecimiento de Redes Interuniversitarias entre Argentina y Alemania y Francia.

Este programa se creó en 2010 y la CONEAU trabajo con la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) para implementar el Programa Binacional para el fortalecimiento de las Redes Universitarias Argentino Alemanas y la consecuente creación del Centro Universitario Argentino Alemán (CUA A DAHZ) [4]. El programa consiste en una iniciativa público-privada de los gobiernos argentino y alemán y la Asociación Argentino Alemana de Ciencia y tecnología (ACTAA) que nuclea empresas alemanas con base en Argentina.

Respecto a la Integración en ES con Francia, se inicia con la Reunión de Expertos para Reconocimiento de Títulos entre Argentina y Francia que propició la forma de Conférence des Presidents Universités (CPU), la Conférence des Directeurs des Écoles Françaises D'Ingénieurs (CDEFI) por la parte francesa y el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN), el Consejo de Rectores de Universidades Privadas (CRUP) y el CONFEDI por parte de argentina.

Estas actividades de cooperación internacional tienen como objetivo estimular y fortalecer la asociación académica y científica entre Instituciones de ES para el desarrollo de programas estratégicos y la creación de carreras binacionales de doble titulación. Para compatibilizar las acreditaciones de carreras en ambos países, se destaca la participación en el programa de la Red Internacional de Agencias de Acreditación de la Calidad de la Educación Superior International Network for Quality Assurance Agencies in Higher Education, rol asumido por ARCU-SUR y la Red Iberoamericana para la Acreditación de la Calidad de la ES (RIACES). En este sentido, la participación de la FI-UNNE en estas actividades solamente abordó aspectos relacionados con pasantías de alumnos por tiempos de semestre y un año, con escasa participación a nivel de sociabilización institucional, limitándose a reconocer las asignaturas cursadas por los alumnos, contabilizando los programas, pero sin impactar a estadios de cooperación en doble titulación. Se puede observar un comportamiento en un amplio rango de progresos de otras instituciones nacionales, evidenciando como un problema o limitación para su progreso el conocimiento de otros idiomas.

Por último es importante a nivel internacional referir a la Cumbre realizada en Landsdown, Virginia (Estados Unidos), donde asistieron un grupo heterogéneo de ingenieros, arquitectos, docentes, ejecutivos de asociaciones y empresas de diferentes nacionalidades. Las conclusiones de lo actuado refirieron a poca actividad en mantenimiento de las infraestructuras y participación de los ingenieros en los procesos políticos, entre otras. Para 2025 se proyecta un crecimiento continuo de la población con demandas de energía, agua potable, necesidad de disponer de capacidad técnica y logística para minimizar daños producidos por eventos naturales. Así, será necesario incorporar saberes interdisciplinarios en investigación, multiculturales, idiomas y culturas extranjeras, entre otras.

CONSIDERACIONES LOCALES Y REGIONALES DE LA INTERNACIONALIZACIÓN

De esta manera se percibe al PIES como una condición necesaria para el desarrollo de la práctica científica en un mundo globalizado, así como para mejorar la calidad e incumbencia de las actividades de investigación y su transferencia inmediata a las regiones locales de nuestro país. Es transversal a la Universidad, abarca Internacionalización en Casa, del Campus, idiomas, Curriculum formal e informal, estrategias Institucionales que contemplen el impacto en el espacio geográfico local, regional y nacional, carreras de posgrado, investigación, movilidad estudiantil, de profesores y no docentes, doble titulación, entre otras. Así, el Proceso de Internacionalización Universitario (PIU) trasciende el concepto de movilidad, en este marco es una herramienta, debe ser entendido como parte de un proceso y no un objetivo.

En 2018 en Córdoba (Argentina) IESALC y UNESCO para América Latina conmemorarán el Centenario de la Reforma del 1918 en la CRES 2018 para proponer el modelo de Internacionalización Universitaria en la Región Iberoamericana. Como referencia inmediata se remite a la Conferencia Regional de Educación Superior de América Latina y el Caribe (CRES 2008) [5] donde se consensuó que es un bien público y un derecho humano esencial, que impide la mercantilización. Acordaron los fundamentos para considerar “que la Educación Superior es un bien público social y un derecho humano universal. Ésta es la convicción y la base para el papel estratégico que debe promover en los procesos de desarrollo sustentable de los países de la región”.

La Declaración de la CRES aborda el carácter de bien público social de la Educación Superior como un derecho real de todos los ciudadanos y debe asegurar que la enseñanza sea de calidad y pertinencia, exigiendo que los gobiernos fortalezcan los mecanismos de acreditación para garantizar la transparencia y condición de servicio público.

Con este concepto se elaboraron discursos

y acciones, pero lamentablemente aún no se presentó un proyecto de Internacionalización que contenga las respuestas a cuestionamientos al PIU, como ser: ¿Es necesario trabajar en Internacionalización? ¿Con que Objetivo? ¿Qué busco con la Internacionalización? ¿Difundir el conocimiento? ¿Responde a una política Regional y/o nacional? ¿Está financiado o depende de recursos individuales? ¿Impacta a la región de origen? ¿Cómo se inserta la facultad en este proceso? ¿Es un objetivo insertar a América Latina? ¿Qué Indicadores evaluarán los impactos de cooperación a nivel Internacional?[6].

La Internacionalización políticamente no es neutra, por ello la CONEAU propone un escenario. A través de los estándares logró definir un modelo de evaluación considerando a la ES como un Derecho y bien público gratuito, propone la Internacionalización como un medio para dar respuestas a necesidades locales y regionales manteniendo el concepto de ingreso irrestricto. Presenta variantes al modelo hegemónico, en el sentido que obliga a los gobiernos a sostener la inversión en la ES y no enfatiza la búsqueda del presupuesto en el ámbito privado, no prevalece la concepción del ranking, no impone desarrollos desde los países centrales hacia países periféricos, lo que inevitablemente promueve la independencia tecnológica nacional.

El no disponer de un presupuesto específico a nivel nacional destinado a este proceso y que las obligaciones deriven de los presupuestos universitarios, en principio exponen a altos riesgos de direccionamiento interno en la oferta.

Por ello es relevante encontrar soluciones alternativas a esta situación. La más directa es solicitar que el Estado asuma la obligación de este nuevo enfoque de la enseñanza por ser pública y gratuita. Otra alternativa es utilizar las herramientas de Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) en este proceso para desarrollar la Internacionalización en Casa.

HERRAMIENTAS TIC PARA IMPLEMENTAR INTERNACIONALIZACIÓN EN CASA

Por ser la Educación Pública un derecho que integra a la ES, el personal que acceda a la movilidad internacional dispondrá de valor agregado a sus estudios, ya que le permitirá exponer el desarrollo de vivencias, superar instancias y fomentar la convivencia como un modo de tolerancia, conocimientos de idiomas y saberes, ya que promueve la acción de capacidades relacionadas con conceptos devenidos de las Competencias con que se confeccionan la currícula.

La no disponibilidad de recursos para la movilidad conlleva a la inequidad de nuestra política pública pues el porcentaje de alumnos que pueden acceder a la movilidad es muy bajo.

Por otro lado los últimos datos confirman que en general la movilidad física comprende porcentajes muy bajos a nivel de universidad.

Así, es necesario abordar el problema de la internacionalización desde estos dos aspectos: del derecho universal; para minimizar los efectos de inequidad y por otro, el de masividad; proponiendo mecanismos institucionales alternativos para que puedan acceder sin restricciones la mayor parte de la población estudiantil, docente y no docente.

Actualmente la aplicación de las (TIC) es en el área de la enseñanza presencial o a distancia, soporte fundamental en el campo de la instrucción. En estos casos la enseñanza virtual remite a una asignatura con un programa establecido, metodologías didácticas y pedagógicas preparadas para este entorno virtual. Esta asociación entre tecnología y educación generan mejoras al brindar la posibilidad de incluir a más estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje y a su vez incorporar como aspectos cognitivos nuevos recursos que enriquecen el proceso.

Mediante la digitalización de los medios de comunicación se generó un cambio cultural global basado en prácticas sociales, la percepción del mundo, la comunicación interpersonal y el procesamiento de la información.

Este fenómeno que abarca diferentes dimensiones se lo ha denominado cultura de la convergencia.

Esta innovación genera cambios de las prácticas en todos los ámbitos educativos, promoviendo en las universidades el uso de las aulas virtuales como dispositivos generadores de nuevas alternativas de interacción que amplían el alcance del sujeto y sirven como herramientas de inclusión.

En este contexto el desarrollo de herramientas virtuales impone un nuevo enfoque a ser desarrollado en el proceso de Internacionalización de la Educación Superior que es promover acciones focalizando la Internacionalización en Casa (Figura 2).



Figura 2: Internacionalización en casa.

Así, la Internacionalización en Casa comprende por lo menos dos aspectos: el primero que relaciona con lo cultural, se debería implementar utilizando las herramientas digitales en los Campus Locales Virtuales. Se deben incluir idiomas, costumbres, fiestas patrias en nuestros Campus, música, cultura, lugares turísticos, entre otros. Respecto al segundo aspecto, debería implementar lo virtual aplicado a las Competencias. Para ello los graduados deben cumplir con saberes diversos, multidisciplinarios y creativos, identificando problemas locales y regionales. La internacionalización debe responder a las demandas de la sociedad a través de la formación de profesionales capaces de insertarse con éxito en las empresas que se desarrollan en las economías regionales.

En este esquema, a las herramientas virtuales les cabe el gran desafío de cómo imple-

mentar la enseñanza para que la universidad en un contexto de Internacionalización pueda implementar técnicas pedagógicas que transfieran estas competencias para disponer de las destrezas señaladas, todo ello sin depender sustantivamente de la movilidad, para incluir de forma masiva en este proceso a sus estudiantes. Así, cada facultad debería disponer en un espacio virtual toda la información necesaria de la región para que el alumno que está en este proceso lo solucione desde su lugar de origen como si estuviera en el lugar.

Además se deben implementar Indicadores que permitan realizar un seguimiento de su progreso al estudiante que accede a la Internacionalización en Casa, situación aún no clarificada en nuestras universidades.

Este esquema generaría en el alumno a distancia el reconocimiento del lugar mediante las herramientas virtuales, entrando en comunicación con los estudiantes locales de la Universidad con la que se Internacionaliza, tendientes a lograr resultados como trabajo con equipos interdisciplinarios, ya que se podrían incorporar otros alumnos que están en el mismo proceso.

El paso del rol protagónico de la presencia física en un lugar determinado se transforma mediante la utilización de las herramientas virtuales a un proceso más flexible, demandando capacidades de plantear nuevas estrategias que incluyan las diferentes herramientas tecnológicas para incorporar las Competencias.

MODELO DE INTERNACIONALIZACIÓN EN LA FI-UNNE

El PIU a nivel de Doble Titulación en FI-UNNE ofrece respuestas a los interrogantes planteados anteriormente.

En este sentido, la FI UNNE es una institución que promueve preferentemente contenidos teóricos, presentando reducida formación práctica a nivel de albañilería y/o proceso de maquinado, lo que sería importante robustecer a nivel de grado. Esto permite progresar en los conceptos de actitudes y aptitudes, vinculando a la formación por competencias.

Respecto a posgrado se dispone de carreras científicas, a nivel de Maestría en Ciencia de la Ingeniería (MsC) referente en la región del Noreste Argentino (NEA) y Doctor de la UNNE, ambos acreditados ante CONEAU. Uno de los inconvenientes radica en conseguir alumnos para dar continuidad a estas carreras de posgrados, lo que en algunos períodos es una instancia crítica.

Así, el PIU se inicia con la Facultad de Ingeniería Mecánica y Civil de la Universidad Tecnológica Federal del Paraná del Brasil (UTFPR). La UTFPR está a 800 kilómetros aproximadamente de la UNNE lo que permite que los costos de movilidad puedan ser minimizados. Respecto a la formación académica su fortaleza reside en nuestra principal debilidad, ya que esta universidad anteriormente era una Escuela Estadual Técnica y en estos últimos años se transformó en Universidad Federal. Los alumnos tienen práctica de forma permanente durante toda la currícula, que comprende desde la manipulación y conocimientos de los materiales, diseño, elaboración, construcción y ensayos de elementos estructurales, con instalaciones experimentales construidas al efecto.

A nivel de posgrado son referentes en el área de fluidos petróleo y gas natural, ya que disponen de un edificio de varios pisos adaptado a una estación experimental a escala de laboratorio sustentados por PETROBRAS, donde se desarrollan experimentos utilizando herramienta experimental y modelado numérico, con carreras de posgrado a nivel de maestría y doctorado. Por su parte, la FI UNNE dispone de un túnel de viento aplicado al área de Ingeniería de Viento e incipientes desarrollos en el área numérica. Así también es incipiente el desarrollo de áreas en Mecanización Agrícola y Ciencias de los Materiales. El plantear esta cooperación permite ser optimista en el trasvasamiento de conocimientos científicos a nivel de grado y posgrado, mediante la interacción de las carreras de Maestría y Doctorado, proyectos de investigación en forma conjunta, pasantías de alumnos y docentes, entre otras.

Para superar las dificultades de los idiomas, la FI UNNE en 2009 creó el Departamento de Economía, Organización y Legislación que fomenta acciones de grado en el área del Emprendedorismo en Ingeniería. Entre sus funciones está el de promover acciones hacia docentes y alumnos en el área de Idiomas, aplicados en los informes técnicos de las asignaturas de grado.

En ambas instituciones la enseñanza es pública y gratuita, siendo una diferencia el examen de ingreso obligatorio en la UTFPR. Respecto al análisis de las asignaturas de grado ambas instituciones presentan un esquema común, partiendo desde las Ciencias Básicas y aumentando la complejidad a medida que avanza en la currícula. Los cursos son semestrales y tienen proyecto final de carrera.

Para democratizar esta instancia se comenzará a trabajar con el concepto de Internacionalización en Casa, utilizando las herramientas de internet que facilita el reemplazo de la movilidad con consultas on line, transformando este mecanismo en un asesoramiento personalizado.

En este esquema cada alumno representa un caso particular que deberá analizarse para que ese año que cursa en la UTFPR sea reconocido en la FI-UNNE. Para armonizar y facilitar la movilidad estudiantil se debe disponer de un Sistema Nacional de Reconocimiento de Créditos. Así, el Ministerio de Educación recientemente impulsa el Reconocimiento del Trayecto Formativo (RTF) como Unidad de Medida para avalar los conocimientos adquiridos.

CONCLUSIONES

La Internacionalización es un suceso emergente necesario, pero para que se convierta en útil es indispensable observar nuestras fortalezas y debilidades y establecer una estrategia Regional y Nacional como Política Exterior de nuestro país.

Así, la Internacionalización debe ser un proceso que nos permita consolidar lo que venimos desarrollando, denotando nuestra autoridad global. Se debe proponer la coopera-

ción desde la palabra Referencia, ya que ésta obliga a dar respuesta al medio. Es necesario discutir el significado desde donde se busca la Internacionalización, ya que sostener la colaboración desde la Excelencia es favorecer la estandarización en función de parámetros de medición adoptados por los países centrales.

Este cambio de concepción de Excelencia a Referencia tiene otros efectos importantes; permite mantener en el proceso de Internacionalización la heterogeneidad y no promover la homogeneidad, cada institución debe destacar su área de formación por afinidad a los temas que competen a su región, así se deberá ponderar si es bueno o no Internacionalizarse con una institución dependiendo del interés que genera la especialidad y no por el nivel académico que ostenta. En definitiva, esto es atacar el concepto de inequidad, fortaleciendo lo heterogéneo sobre lo homogéneo.

La implementación de la Internacionalización en Casa quizás es uno de los últimos eslabones para desarrollar el proceso de Internacionalización sosteniendo los principios de gratuidad y Derecho Universal de la Educación Superior.

En general las tecnologías se tornaron digitales, surgiendo nuevas posibilidades con la digitalización en un universo participativo que demanda nuevas habilidades y con ellas nuevas formas de pensamiento, de relacionarse con la tecnología y con la sociedad. A partir de la tecnología se ponen en juego todas las dimensiones de la actividad humana: comunicación, memoria, pensamiento, percepción; se redefinen las relaciones, se cambian los lugares, se crean nuevos lenguajes y también nuevas técnicas.

Amplificar los espacios de participación e intercambio permitirá a las multitudes explorar nuevas formas de organizar, clasificar y jerarquizar la información, sociabilizar archivos, siendo el desafío de mejorar los contenidos, que cada vez sean más interactivos y se pueda acceder desde todo tipo de dispositivos, promoviendo sistemas metodológicos

dinámicos que darán por resultado un profesional globalmente integrado.

Los servicios y los recursos educativos digitales están aún en una fase de evolución de su lenguaje y de sus modelos de producción, no se conocen aún los límites, pero es necesario avanzar en la implementación de técnicas que puedan complementar el proceso de Internacionalización en Casa.

REFERENCIAS

- [1] Instituto de investigaciones Gino Germani, (2012). *Políticas de evaluación universitaria en América Latina: perspectivas críticas*. CLACSO. Buenos Aires.
- [2] ASCE (2013). Una Reflexión Argentina acerca del Documento. La Visión de la Ingeniería Civil en 2025. *Cumbre sobre el Futuro de la Ingeniería Civil. Cumbre sobre el futuro de la Ingeniería*. Compilado por la American Society of Civil Engineers. Consejo Profesional de Ingeniería Civil. Buenos Aires.
- [3] CONEAU (2015). *Calidad en la Educación Superior*. Buenos Aires.
- [4] Filippa, A.; López, D.; Reznik, N. (2015). *Ingeniería: impacto en la calidad educativa*. CONEAU. Buenos Aires.
- [5] Conferencia Regional de Educación Superior de América Latina y el Caribe (CRES), Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior de América Latina y el Caribe (UNESCO - IESALC). (2008). Cartagena de Indias.
- [6] Seminario Internacional Políticas de Internacionalización de la Educación Superior. (2016). Salón Auditorio OEI. Buenos Aires.

Artículo presentado a la RADi

Dispositivos de detención a nivel predio para mejorar sistemas de desagües pluviales urbanos

Ángel Florencio Queizán¹

Osvaldo Guillermo Mena²

Alicia Lilian Gamino³

Rubén Oscar Fittipaldi⁴

Florencia Carla Palmitano Rodríguez⁵

Paola Soledad Cedrik⁶

Franco Leonel Gimenez⁷

Juan María Urruspuru⁸

Juan Cruz Amprimo⁹

Lucas Emanuel Morgante¹⁰

Maribel Gonzalez¹¹

¹E-mail: aqueizan@frlp.utn.edu.ar

²E-mail: oguillemena@yahoo.com.ar

³E-mail: aligamino@hotmail.com

⁴E-mail: oscfittipaldi@hotmail.com

⁵E-mail: flor.31.89@gmail.com

⁶E-mail: cedrik.ps@hotmail.com

⁷E-mail: franco.gimenez.1992@gmail.com

⁸E-mail: urrusjm@gmail.com

⁹E-mail: jcamprimo@hotmail.com

¹⁰E-mail: lucasemorgante@gmail.com

¹¹E-mail: maribel_gonzalez67@hotmail.com

133



UTN Facultad Regional La Plata

RESUMEN

En el proceso de optimizar el diseño de los sistemas de desagües pluviales urbanos, una de las técnicas modernas en el manejo de los caudales superficiales consiste en la implementación de dispositivos de detención que mantengan los escurrimientos superficiales en magnitudes comparables a las que se producían previamente a las impermeabilizaciones provocadas por los cambios de uso del suelo.

El presente trabajo se propone suministrar herramientas que permitan definir el tipo y forma de estos dispositivos que resulten más aptos de acuerdo a las condiciones del lugar y del entorno, contribuyendo de este modo a alcanzar el denominado “impacto hidrológico cero”.

Se analizan distintas modalidades de reservorios de detención a instalar en un predio, consistentes con el sistema de drenaje del entorno, modelando matemáticamente los funcionamientos esperados, mediante el utilitario MATLAB.

Se realiza un análisis de sensibilidad de los resultados que se obtienen para una de las configuraciones geométricas estudiadas. Los aspectos sobre los que se centró el análisis se vinculan con la atenuación del pico logrado con la interposición del dispositivo y el retardo en el tiempo al pico obtenido.

ABSTRACT

In the task of improving the design of urban stormwater systems, one of the modern techniques for managing storm overflow, consists of using flow retardation structures to limit runoff volumes and flowrates to those that occurred prior to the waterproofing caused by changes in land use.

This work aims to provide tools that allow defining the type and form of these devices that turn out to be more apt in accordance to the place and environment conditions, therefore contributing the so called “zero hydrological impact”.

Different types of detention structures to be installed on a lot are here analyzed, all of them consistent with the environment drainage system, and the expected performance is mathematically modeled using MATLAB software.

A sensitivity analysis is performed on the results that are obtained for one of the studied geometrical configurations. The aspects upon which the analysis centered are linked with the mitigation of a spike achieved with the interposition of the device and the delay in the time to the obtained pike.

PALABRAS CLAVE

drenajes pluviales, impacto hidrológico, reservorios de detención, sensibilidad.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las ciudades, con diferentes ritmos, se manifiesta en todas las regiones del planeta [1], en consonancia con la tendencia que presentan las poblaciones a agruparse en torno a las zonas urbanas. El proceso de urbanización genera demandas de infraestructura e introduce, en el medio natural, modificaciones que lo impactan desde diversos aspectos y provocan la continua necesidad de observación, control y mitigación. Una de las perspectivas desde la que puede analizarse este fenómeno es el de los cambios que se producen en las proporciones de las distintas componentes del ciclo hidrológico.

La impermeabilización del suelo mediante techos, calles, veredas y patios incrementa el escurrimiento superficial. Conjuntamente con la urbanización se canalizan y encauzan los escurrimientos, aumentándose la cantidad y la velocidad de la escorrentía superficial.

A medida que aumenta el escurrimiento superficial provocado por el crecimiento de la población en la cuenca, también lo hace el pico de los hidrogramas generados por la lluvia, pudiendo alcanzar este crecimiento una proporción equivalente hasta 7 veces el valor

de los caudales pico, correspondientes a la misma zona sin urbanización [2].

El crecimiento de las ciudades provoca un aumento considerable de los escurrimientos pluviales, generando inundaciones diferentes a las que existían en la etapa previa a la urbanización, desafiando reiteradamente la capacidad de los sistemas de drenaje pre-existentes. El desarrollo urbano provoca cambios que, desde el punto de vista hidrológico, se traducen en una modificación importante de los cauces de drenaje, la pérdida de capacidad de infiltración de los suelos, la disminución del almacenamiento superficial y el aumento de contaminantes en el agua.

Resulta impensable detener el proceso de urbanización, pero sí, en cambio, cabe plantearse qué tipos de medidas pueden adoptarse para mitigar los perjuicios causados por las inundaciones resultantes.

Las soluciones estructurales [2] más extendidas para mitigar los efectos hidrológicos que trae aparejada la urbanización tienden a evacuar rápidamente los escurrimientos pluviales, reemplazando el sistema natural de drenaje por elementos artificiales como calles, cunetas, canalizaciones y conductos colectores. Las obras resultantes presentan la particularidad de tener una vida útil asociada

no sólo a su mantenimiento, sino también a la evolución en el tiempo del propio proceso de urbanización, que puede tornarlas obsoletas en un muy corto plazo.

A este concepto tradicional de evacuación rápida de los excedentes pluviométricos generados en las zonas urbanas se viene agregando en otros países e incipientemente en el nuestro, el uso de prácticas destinadas a controlar y manejar con otro enfoque los escurrimientos ocasionados por los procesos de urbanización. Al conjunto de las medidas adoptadas en esa dirección se las conoce como “Mejores Prácticas de Administración” [2].

La propuesta que aquí se desarrolla consiste en analizar el funcionamiento de dispositivos interpuestos en cada predio destinados a reducir los caudales a la salida del mismo. Estos dispositivos pueden adoptar distintas configuraciones geométricas que dependerán del espacio disponible y de las características arquitectónicas del entorno [3] [4].

El objetivo de esta interposición es el de llevar los caudales generados por las construcciones en el predio a valores del orden de los que ocurrían previo al aumento de la impermeabilización generada, y con un cierto retraso respecto a los que se hubieran producido en la cuenca luego del efecto antrópico. Esta modalidad de intervención encierra en su seno, el concepto de “impacto hidrológico cero”, de aplicación creciente en los últimos tiempos [3], [5-9], como una forma ingeniosa de contribuir a la mitigación de los problemas de inundaciones urbanas, mejorando la calidad de vida de la sociedad, de manera que los crecimientos de las urbanizaciones resulten sustentables desde el punto de vista de los caudales generados y de las correspondientes obras de drenaje destinadas a acompañar a ese crecimiento urbano.

Los volúmenes de los reservorios para cumplir con este propósito resultan, en general reducidos, por lo que los costos asociados a su construcción resultan significativamente bajos, haciendo viable su implementación. Contribuye a esta idea su concepción como estructuras apoyadas sobre el piso, que no requieren la consideración de bombeo alguno, y que de los resultados obtenidos pueden

inferirse módulos crecientes con el aumento de la superficie de los techos.

Estas estructuras pueden anexarse fácilmente a la arquitectura de las viviendas del predio, pudiendo desarrollarse múltiples variantes que apunten a su funcionalidad o a su armonización con el entorno, como muestran las Figuras 1 y 2.



Figura 1: Reservorio tipo prismático horizontal



Figura 2: Reservorio tipo cilíndrico vertical

Por otro lado, desde el punto de vista hidrológico, queda manifiesta la importante atenuación de los caudales pico que se logra a partir de su interposición en el sistema de drenaje.

En función de los aspectos señalados, la implementación de estos dispositivos contribuye a la sustentabilidad de las ciudades, ya que la adopción de medidas a nivel predio evita el continuo redimensionamiento de la red de desagües, distribuyendo la responsabilidad de los cambios ocasionados en forma contemporánea con el aumento de la urbanización, y contribuyendo claramente a que este aumento no impacte negativamente en la hidrología de la cuenca

Se propone contribuir en el proceso de determinación de las dimensiones asociadas a diferentes tipologías de dispositivos de detención para techos de distintas superficies, con el propósito de determinar un criterio de selección adecuado a cada caso, buscando estructuras modulares que puedan adaptarse a cada situación particular y que permitan una sencilla implementación para propender al progresivo uso como medida de manejo de los escurrimientos pluviales de cualquier medio urbano, con un criterio conservacionista e integral.

Bajo la premisa de intercalar en un sistema de desagües pluviales, obras de detención a nivel predio, cabe preguntarse qué configuración resulta ser la más conveniente desde el punto de vista del funcionamiento hidrológico-hidráulico y, dentro de cada una, analizar cuáles son los parámetros geométricos de mayor influencia en su funcionamiento.

Con el objeto de evaluar el grado de eficiencia de tales obras, se centra el análisis en dos indicadores característicos de los esquemas en los que se embalsa agua, como son la atenuación y el retardo. El primero muestra la diferencia entre el caudal máximo correspondiente al hidrograma de entrada al dispositivo y el que se la salida produce a del mismo. El segundo indicador contempla el tiempo en que se desfasa el pico del hidrograma.

METODOLOGÍA

Los sistemas de detención a plantear recibirán el agua de lluvia del techo conforme a las características del conducto de descarga y tendrán un volumen que permita regular la salida al sistema pluvial a un ritmo menor en función de las características de la descarga a prever. Durante el proceso, el volumen de agua en el reservorio irá variando con el tiempo.

Partiendo de la ecuación de continuidad, puede obtenerse la ecuación diferencial que gobierna el fenómeno:

$$\frac{dV}{dt} = Q_e(t) - Q_s(t) \tag{1}$$

En (1) se muestra la variación del volumen V en el tiempo para un reservorio, al cual in-

gresa un hidrograma de entrada indicado por $Q_e = Q_e(t)$ y del cual sale un hidrograma representado por $Q_s = Q_s(t)$, como se aprecia en la Figura 3.

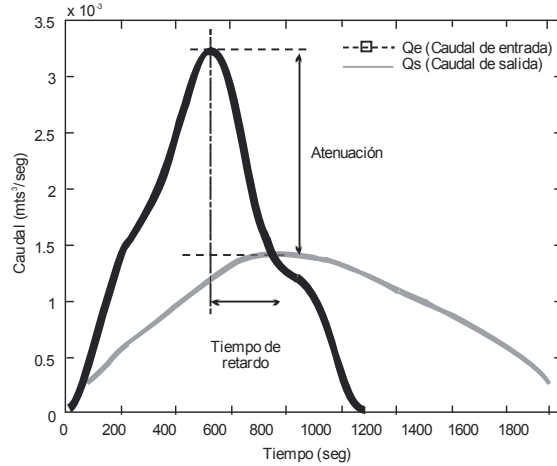


Figura 3: Hidrogramas de Entrada y Salida del reservorio

Teniendo en cuenta que el volumen de agua dentro del reservorio es función de la altura del agua h en el mismo, la cual depende del tiempo $V = f(h(t))$, se puede expresar la derivada temporal del volumen como:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dh} \cdot \frac{dh}{dt} \tag{2}$$

Al reemplazar (2) en (1), se tiene:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{Q_e(t) - Q_s(t)}{dV/dh} = f(h, t) \tag{3}$$

El hidrograma de entrada Q_e se obtiene considerando una lluvia que incide sobre la superficie impermeable dada por el techo, que una vez colectada por el sistema de desagüe, ingresa al reservorio [9].

El hidrograma de salida del reservorio Q_s se calcula en función del dispositivo de evacuación elegido, en el caso de una descarga mediante un orificio circular, los caudales resultan ser función de la raíz cuadrada de la altura de agua en el dispositivo.

Dado que la altura h de agua en el reservorio evoluciona con el tiempo, resulta $Q_s = Q_s(h(t)) = Q_s(t)$, tal como se consigna en (1), y se detalla en (4), en la que 0,82 es el

coeficiente de descarga del orificio, r el radio del mismo, y g es la aceleración de la gravedad.

$$Q_s(t) = 0,82 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h(t)} \quad (4)$$

La (1) es una ecuación diferencial ordinaria, y para obtener su solución se adopta la premisa que el reservorio se encuentra vacío al momento de inicio de la lluvia ($h(t=0 \text{ seg}) = 0 \text{ m}$). Con esta condición, el fenómeno de la evolución de la altura de agua en el reservorio, que se encuentra implícito en la (1) puede ser entonces estudiado como un Problema de Valor Inicial (PVI), el que admite diferentes formas de resolución. Debido a que uno de los datos ($Q_e(t)$) está dado en forma discreta, no es posible aplicar métodos exactos para solucionar el PVI descripto.

Para el presente trabajo se utiliza una solución numérica, eligiéndose, dentro de los múltiples algoritmos de soluciones aproximadas para un PVI, el Método de Runge Kutta Clásico de 4° Orden [10], ya que es uno de los más utilizados por aportar un menor error en el cálculo y puede resolverse mediante el esquema explícito indicado en (5) y (6).

$$h_{i+1} = h_i + \frac{1}{6} (k_1 + 2 \cdot k_2 + 2 \cdot k_3 + k_4) \quad (5)$$

$$\begin{aligned} k_1 &= \Delta t \cdot f(h_i, t) \\ k_2 &= \Delta t \cdot f\left(h_i + \frac{k_1}{2}, t_i + \frac{\Delta t}{2}\right) \\ k_3 &= \Delta t \cdot f\left(h_i + \frac{k_2}{2}, t_i + \frac{\Delta t}{2}\right) \\ k_4 &= \Delta t \cdot f(h_i + k_3, t_i + \Delta t) \end{aligned} \quad (6)$$

En las expresiones (6), la función $f(h, t)$ depende de la configuración geométrica del reservorio.

Se modeló el comportamiento del reservorio para un diámetro del conducto de salida de 0,025 m, valor que resulta compatible con la evacuación de un reservorio sin elementos que puedan obstruir la salida.

La metodología aquí descripta resulta aplicable a distintas configuraciones geométricas

de reservorios: cilíndrico vertical, cilíndrico horizontal, rectangular horizontal y trapecial.

En el presente trabajo se evaluó en forma detallada el comportamiento de reservorios cilíndricos de eje horizontal y se plantea como replicar esta metodología a reservorios cilíndricos de eje vertical.

En particular, el modelo es probado para establecer una medida del cambio relativo en los resultados obtenidos, al realizar pequeñas modificaciones geométricas en los parámetros del modelo de reservorios cilíndricos horizontal. Este tipo de análisis, denominado de sensibilidad, es un complemento necesario para el ejercicio del modelado [11], especialmente porque provee información, en la fase de proyecto, sobre el nivel de influencia de las dimensiones intervinientes en la bondad del diseño de dispositivo adoptado. Las calibraciones resultan estrictamente válidas sólo dentro de rangos estrechos de las variables, y la sensibilidad es analizada usualmente aislando el efecto de uno de los parámetros, y observando la influencia de la modificación de otras variables de diseño.

Para evaluar la eficiencia lograda con la interposición de reservorios domiciliarios se considera la reducción del pico del hidrograma de entrada en comparación con el pico del hidrograma de salida (Atenuación) y el atraso en el tiempo de ocurrencia del pico entre ambos hidrogramas (Retardo). Estos parámetros se muestran en la Figura 3.

APLICACIÓN

Para un reservorio cilíndrico de eje horizontal de una longitud L y radio R , la expresión del PVI que representa el comportamiento hidráulico del dispositivo es:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{Q_e(t) - Q_s(t)}{2 \cdot L \cdot R \cdot \text{sen}\left(\text{arc cos}\left(1 - \frac{h(t)}{R}\right)\right)} = f(h, t) \quad (7)$$

$$h(t=t_0) = h_0 = 0$$

La (7) explicita la configuración geométrica del reservorio, cuya sección transversal se esquematiza en la Figura 4.

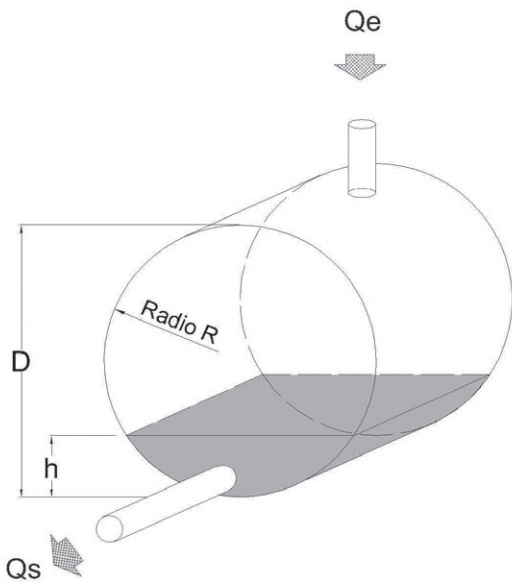


Figura 4: Sección transversal del reservorio cilíndrico horizontal

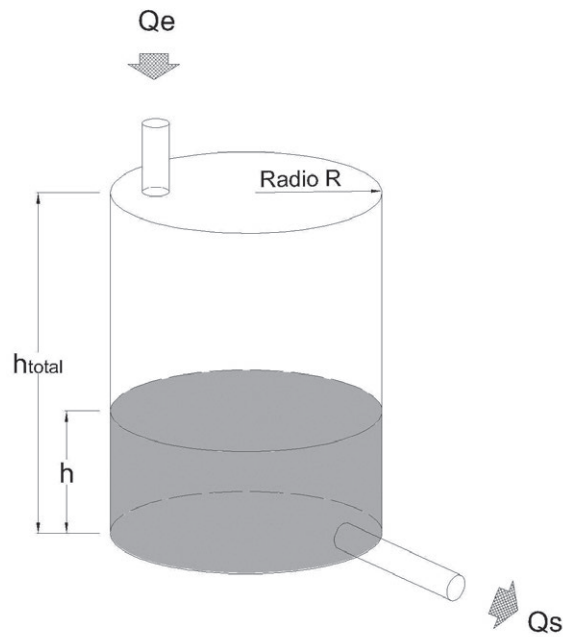


Figura 5: Reservorio cilíndrico vertical

La resolución de (7) utilizando el algoritmo descrito por (5) y (6) se realiza utilizando el utilitario Matlab, obteniéndose así la evolución de las alturas de agua dentro del reservorio con la que se puede resolver la ecuación (4) para calcular los distintos valores de $Q_s(t)$ en cada instante de la discretización temporal, determinándose así el hidrograma de salida del reservorio.

En base a estos criterios, se consideran cuatro volúmenes de reservorios destinados a atenuar los escurrimientos originados por la misma lluvia que cae sobre un techo superficie determinada e invariable, evaluándose el efecto que tiene la variación del radio y de la longitud de este tipo de reservorios sobre la atenuación y el retardo de los caudales.

Esta misma metodología podría ser aplicada a otras configuraciones geométricas. En el caso de un reservorio de tipo cilíndrico vertical, como el de la Figura 5 el PVI debería ser expresado como indica la (8):

$$\frac{dh}{dt} = \frac{Q_e(t) - Q_s(t)}{\pi \cdot R^2} = f(h, t)$$

$$h(t = t_0) = h_0 = 0 \tag{8}$$

RESULTADOS

Considerando entonces cuatro volúmenes de reservorios cilíndricos horizontales, se realizó un primer análisis sobre los valores del radio R y de la longitud L necesarios para obtener cada volumen. Los resultados se muestran en la Fig. 6, en la que además se ha agregado una línea recta que permite distinguir el sector del gráfico en el que los reservorios tienen longitudes iguales o mayores al diámetro D, configuración que se considera la más adecuada para este tipo de dispositivos.

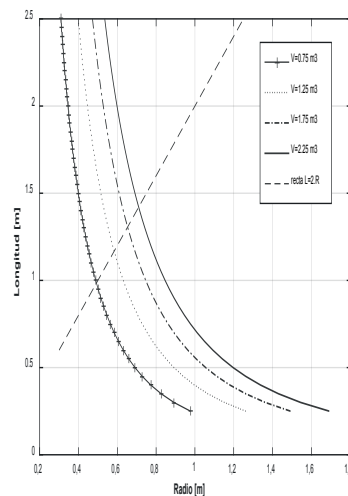


Figura 6: Variación de R y L para distintos volúmenes de un reservorio cilíndrico horizontal

Los volúmenes analizados son de 0,75m³, 1,25m³, 1,75m³ y 2,25m³.

Para cada volumen, se consideraron juegos de valores de R y L, tomando longitudes variables entre 0,25m y 1,5 m.

En cada caso, se aplicó el modelo descripto obteniéndose los valores de la atenuación A y el retardo Rt derivados de la interposición del dispositivo.

Se realizó un análisis de sensibilidad en cada caso, para tratar de determinar la influencia del cambio del valor del radio R y de la longitud L en cada variación de la atenuación A y del retardo Rt. Es decir, se calcularon los parámetros:

S_{A-L}: Sensibilidad en los valores de A para cada variación de L,

S_{A-R}: Sensibilidad en los valores de A para cada variación de R,

S_{Rt-L}: Sensibilidad en los valores de Rt para cada variación de L

S_{Rt-R}: Sensibilidad en los valores de Rt para cada variación de R.

Estos parámetros fueron calculados utilizando (9), (10), (11) y (12):

$$S_{A-L} = \frac{\Delta A}{\Delta L} \quad (9) \quad S_{A-R} = \frac{\Delta A}{\Delta R} \quad (10)$$

$$S_{R-L} = \frac{\Delta R}{\Delta L} \quad (11) \quad S_{R-R} = \frac{\Delta R}{\Delta R} \quad (12)$$

Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 1, 2, 3 y 4, que se presentan a continuación.

En las mismas se indica al pie, una selección de los valores máximos y mínimos de cada una de las columnas en las que se evaluó la sensibilidad.

Esta selección se realizó en el rango de filas que involucra dimensiones relativas de cada cilindro con valores de L iguales o mayores que el diámetro D, rango que comienza desde la fila resaltada en cada tabla hasta el último renglón de la misma.

Tabla 1:
Resultados para Volumen de 0,75 m3

L [m]	R [m]	A [m ³ /s]	Rt [seg]	S _{A-L}	S _{A-R}	S _{Rt-L}	S _{Rt-R}
0,25	0,977	0,00125	151,77				
0,3	0,892	0,00131	156,57	0,00102	0,000598	96	56,38
0,35	0,826	0,00135	160,68	0,00085	0,000644	82,2	62,11
0,4	0,773	0,00138	164,28	0,00073	0,000684	72	67,49
0,45	0,728	0,00142	167,49	0,00064	0,000720	64,2	72,65
0,5	0,691	0,00144	170,4	0,00056	0,000753	58,2	77,85
0,55	0,659	0,00147	173,04	0,00050	0,000783	52,8	82,10
0,6	0,631	0,00149	175,5	0,00045	0,000810	49,2	87,71
0,65	0,606	0,00151	177,78	0,00041	0,000836	45,6	92,13
0,7	0,584	0,00153	179,91	0,00038	0,000859	42,6	96,62
0,75	0,564	0,00155	181,92	0,00035	0,000880	40,2	101,50
0,8	0,546	0,00157	183,81	0,00032	0,000900	37,8	105,50
0,85	0,53	0,00158	185,61	0,00030	0,000918	36	110,36
0,9	0,515	0,00159	187,32	0,00028	0,000934	34,2	114,52
0,95	0,501	0,00161	188,97	0,00026	0,000950	33	120,12
1	0,489	0,00162	190,53	0,00024	0,000964	31,2	122,90
1,05	0,477	0,00163	192,03	0,00023	0,000976	30	127,39
1,1	0,466	0,00164	193,47	0,00022	0,000987	28,8	131,35
1,15	0,456	0,00165	194,88	0,00020	0,000996	28,2	137,69
1,2	0,446	0,00166	196,2	0,00019	0,001004	26,4	137,60
1,25	0,437	0,00167	197,52	0,00018	0,001011	26,4	146,48
1,3	0,429	0,00168	198,75	0,00017	0,001015	24,6	144,93
1,35	0,421	0,00169	199,98	0,00016	0,001019	24,6	153,55
1,4	0,413	0,00170	201,15	0,00015	0,001017	23,4	154,40
1,45	0,406	0,00170	202,26	0,00015	0,001018	22,2	154,55
1,5	0,399	0,00171	203,34	0,00014	0,001012	21,6	158,36
			máx S =	0,00024	0,001019	31,2	158,36
			mín S =	0,00014	0,000964	21,6	122,90

Tabla 2:
Resultados para Volumen de 1,25 m3

L [m]	R [m]	A [m ³ /s]	Rt [seg]	S _{A-L}	S _{A-R}	S _{Rt-L}	S _{Rt-R}
0,25	1,262	0,00135	161,1				
0,3	1,152	0,00141	166,41	0,00107	0,00049	106	48,31
0,35	1,066	0,00145	171,03	0,00089	0,00052	92,4	54,08
0,4	0,997	0,00149	175,11	0,00077	0,00056	81,6	59,25
0,45	0,94	0,00152	178,83	0,00067	0,00059	74,4	65,22
0,5	0,892	0,00155	182,25	0,00060	0,00062	68,4	70,88
0,55	0,851	0,00158	185,4	0,00053	0,00064	63	75,88
0,6	0,814	0,00160	188,4	0,00048	0,00067	60	82,85
0,65	0,782	0,00163	191,22	0,00044	0,00069	56,4	88,27
0,7	0,754	0,00165	193,92	0,00041	0,00071	54	94,87
0,75	0,728	0,00166	196,53	0,00037	0,00073	52,2	102,10
0,8	0,705	0,00168	199,05	0,00035	0,00075	50,4	108,96
0,85	0,684	0,00170	201,48	0,00033	0,00077	48,6	115,40
0,9	0,665	0,00171	203,88	0,00030	0,00079	48	124,50
0,95	0,647	0,00173	206,19	0,00029	0,00081	46,2	130,26
1	0,631	0,00174	208,47	0,00027	0,00082	45,6	139,14
1,05	0,616	0,00175	210,69	0,00025	0,00084	44,4	146,04
1,1	0,601	0,00177	212,88	0,00024	0,00085	43,8	154,74
1,15	0,588	0,00178	215,07	0,00023	0,00087	43,8	165,66
1,2	0,576	0,00179	217,2	0,00022	0,00088	42,6	171,99
1,25	0,564	0,00180	219,33	0,00021	0,00090	42,6	183,08
1,3	0,553	0,00181	221,43	0,00020	0,00091	42	191,67
1,35	0,543	0,00182	223,53	0,00019	0,00092	42	203,06
1,4	0,533	0,00183	225,6	0,00018	0,00094	41,4	211,60
1,45	0,524	0,00184	227,67	0,00018	0,00095	41,4	223,25
1,5	0,515	0,00184	229,77	0,00017	0,00096	42	238,51
			máx Si =	0,00022	0,00096	42,6	238,51
			min Si =	0,00017	0,00088	41,4	171,99



Tabla 3:
Resultados para Volumen de 1,75 m3

L [m]	R [m]	A [m³/s]	Rt [seg]	S _{A-L}	S _{A-R}	S _{Rt-L}	S _{Rt-R}	
0,25	1,493	0,00140	166,26					
0,3	1,363	0,00146	171,81	0,00107	0,00041	111	42,67	
0,35	1,262	0,00150	176,67	0,00090	0,00044	97,2	48,08	
0,4	1,18	0,00154	180,99	0,00077	0,00047	86,4	53,02	
0,45	1,113	0,00158	184,95	0,00067	0,00050	79,2	58,68	
0,5	1,056	0,00161	188,64	0,00060	0,00052	73,8	64,63	
0,55	1,006	0,00163	192,09	0,00053	0,00054	69,0	70,24	
0,6	0,964	0,00166	195,36	0,00048	0,00056	65,4	76,32	
0,65	0,926	0,00168	198,51	0,00044	0,00058	63,0	83,33	
0,7	0,892	0,00170	201,54	0,00041	0,00060	60,6	89,98	
0,75	0,862	0,00172	204,48	0,00037	0,00062	58,8	97,20	
0,8	0,834	0,00173	207,33	0,00035	0,00063	57,0	104,14	
0,85	0,81	0,00175	210,15	0,00032	0,00065	56,4	113,19	
0,9	0,787	0,00177	212,88	0,00030	0,00067	54,6	119,69	
0,95	0,766	0,00178	215,58	0,00029	0,00068	54,0	128,67	
1	0,746	0,00179	218,25	0,00027	0,00069	53,4	137,71	
1,05	0,728	0,00181	220,89	0,00025	0,00071	52,8	146,77	
1,1	0,712	0,00182	223,53	0,00024	0,00072	52,8	157,65	
1,15	0,696	0,00183	226,14	0,00023	0,00073	52,2	166,86	
1,2	0,681	0,00184	228,75	0,00022	0,00074	52,2	178,11	
1,25	0,668	0,00185	231,36	0,00021	0,00075	52,2	189,60	
1,3	0,655	0,00186	233,97	0,00020	0,00076	52,2	201,33	
1,35	0,642	0,00187	236,61	0,00019	0,00078	52,8	215,75	
1,4	0,631	0,00188	239,25	0,00018	0,00079	52,8	228,08	
1,45	0,62	0,00189	241,92	0,00017	0,00080	53,4	243,37	
1,5	0,609	0,00190	244,65	0,00017	0,00080	54,6	262,05	
				máx Si =	0,00019	0,00080	54,6	262,05
				min Si =	0,00017	0,00078	52,8	215,75

Tabla 4:
Resultados para Volumen de 2,25 m3

L [m]	R [m]	A [m³/s]	Rt [seg]	S _{A-L}	S _{A-R}	S _{Rt-L}	S _{Rt-R}	
0,25	1,693	0,00144	169,89					
0,3	1,545	0,00149	175,59	0,00107	0,00036	114	38,65	
0,35	1,43	0,00154	180,6	0,00090	0,00039	100	43,71	
0,4	1,338	0,00158	185,13	0,00077	0,00042	90,6	49,03	
0,45	1,262	0,00161	189,27	0,00067	0,00044	82,8	54,10	
0,5	1,197	0,00164	193,17	0,00059	0,00046	78,0	60,24	
0,55	1,141	0,00167	196,86	0,00053	0,00048	73,8	66,25	
0,6	1,093	0,00169	200,37	0,00048	0,00050	70,2	72,25	
0,65	1,05	0,00171	203,76	0,00044	0,00051	67,8	79,09	
0,7	1,012	0,00173	207,06	0,00040	0,00053	66,0	86,43	
0,75	0,977	0,00175	210,27	0,00037	0,00054	64,2	93,59	
0,8	0,946	0,00177	213,39	0,00034	0,00056	62,4	100,55	
0,85	0,918	0,00178	216,48	0,00032	0,00057	61,8	109,38	
0,9	0,892	0,00180	219,54	0,00030	0,00058	61,2	118,32	
0,95	0,868	0,00181	222,57	0,00028	0,00059	60,6	127,35	
1	0,846	0,00183	225,57	0,00027	0,00061	60,0	136,46	
1,05	0,826	0,00184	228,57	0,00025	0,00062	60,0	147,09	
1,1	0,807	0,00185	231,57	0,00024	0,00063	60,0	157,99	
1,15	0,789	0,00186	234,57	0,00023	0,00064	60,0	169,15	
1,2	0,773	0,00187	237,6	0,00022	0,00065	60,6	182,36	
1,25	0,757	0,00188	240,66	0,00021	0,00066	61,2	196,05	
1,3	0,742	0,00189	243,78	0,00020	0,00067	62,4	212,26	
1,35	0,728	0,00190	246,93	0,00019	0,00068	63,0	227,03	
1,4	0,715	0,00191	250,14	0,00018	0,00068	64,2	244,58	
1,45	0,703	0,00192	253,41	0,00017	0,00069	65,4	262,86	
1,5	0,691	0,00193	256,74	0,00017	0,00070	66,6	281,90	
				máx Si =	0,00017	0,00070	66,6	281,90
				min Si =	0,00017	0,00069	65,4	262,86



CONCLUSIONES

El uso de reservorios domiciliarios para la atenuación de los caudales que se vuelcan al sistema público de desagües, constituye una herramienta de manejo de los escurrimientos que puede aportar soluciones a gran escala al creciente problema de las inundaciones que afectan a la mayor parte de los centros urbanos.

Al momento de la adopción de la geometría de estos dispositivos, no existen reglas predefinidas que permitan la elección de las formas y dimensiones más adecuadas.

En la elección de la forma no sólo inciden cuestiones hidráulicas, sino también, y en muchos casos preponderantemente, el espacio disponible, cuestiones económicas y arquitectónicas.

El presente trabajo desarrolla una metodología aplicable a cualquier geometría y volumen

de reservorio a diseñar, centrando el desarrollo en dispositivos cilíndricos de eje horizontal.

Los parámetros de diseño para el caso seleccionado son el radio y la longitud del reservorio, y las variables determinantes para evaluar la eficiencia son el retardo y la atenuación provocados respecto del hidrograma de entrada.

Al analizar reservorios de distintos volúmenes se observa en primer lugar la conclusión trivial de un mejor comportamiento ante mayores volúmenes de dispositivo.

Por otro lado, la observación de los valores de la sensibilidad indicados al pie de cada tabla muestra que, para la atenuación A el parámetro de diseño determinante es el radio R del reservorio. Esta tendencia se observa tanto para los máximos como para los mínimos y en todo el rango de volúmenes

analizados. Esta misma tendencia se repite para el retardo R_t , observándose que se verifica una mayor influencia de R en la obtención de mejores retardos.

Por ello, es necesario concentrar el esfuerzo del diseño en evaluar los radios a adoptar en los reservorios cilíndricos de eje horizontal. Esto contribuirá a una mejor respuesta en los resultados de la operación del dispositivo, evaluada considerando tanto el retardo como la atenuación.

En contraposición, la longitud de los reservorios se presenta como un parámetro poco sensible a la efectividad del dispositivo, por lo que puede ser relegado a un rol secundario en el proceso de diseño.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realiza dentro del marco de los Proyectos de Investigación y Desarrollo (PID) del Grupo de Investigación en Hidráulica (GIH), los que son financiados por la Universidad Tecnológica Nacional.

Se agradece a la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata. En especial al Departamento de Ingeniería Civil, por su constante apoyo y a los becarios del Grupo de Investigación en Hidráulica que trabajan en forma incondicional.

REFERENCIAS

- [1] Tucci, C.; Bertoni, J. (2003). *Inundações urbanas na América do Sul*. ABRH. Porto Alegre, Brasil, 1-44.
- [2] Tucci, C. (2007). *Gestión de Inundaciones Urbanas*, Evangraf Ltda. Brasil, 11-121.
- [3] Mays, L. (2004). Design of detention systems. *Urban Stormwater Management Tools* (1-63). McGraw-Hill, EEUU.
- [4] Soares Cruz, M.; Tucci, C.; Da Silveira, A. (1998). Controle do escoamento com lotes de detenção em lotes urbanos. *RBRH*, 3(4), 19-31.
- [5] Agra, S., (2001). *Estudo experimental para microrreservatórios para controle do escoamento superficial*, IPH. Brasil.
- [6] Melton Shire Council (2009). *Guidelines for onsite stormwater detention*, UK.
- [7] Nicholas, D. (1995) On-site stormwater detention: improved implementation

techniques for runoff quantity and quality management in Sydney, *Water Science and Technology*, 32 (1), 85-91.

- [8] Cedrik, P.; Gimenez, F.; Morgante L.; Palmitano, F.; Urruspuru J. (2016). Control de escurrimientos mediante la implementación de dispositivos tendientes al impacto hidrológico cero. *Exposición de tesis de becarios de investigación 2016*, 59-70.
- [9] Pilar, A.; Biain, R. (1999). *Estudio de la Viabilidad Técnica de la Implantación de Retardadores de Escurrimiento Pluvial en Lotes Urbanos*. Facultad de Ingeniería - UNNE.
- [10] Nakamura, S. (1992). *Métodos numéricos aplicados con software*. Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. México, 289-350.
- [11] Saltelli, A.; Chan, K.; Scott, E. (2009). *Sensitivity Analysis*. Wiley. EEUU. 45-120.

Competencias profesionales en la fabricación de productos médicos en Argentina

Agustín S. Carlevaro¹
Alvaro Monzón Wyngaard
Jorge E. Monzón

¹E-mail: agustincarlevaro@gmail.com
Grupo de Ingeniería Biomédica
Universidad Nacional del Nordeste

RESUMEN

En este trabajo exponemos a qué profesiones se les debe otorgar competencia en la dirección técnica de laboratorios o de plantas responsables de la fabricación, importación y distribución de productos médicos en Argentina. Utilizamos la Matriz de Datos de la Sociología para recoger información operada a través de los métodos jurídico, realista y bibliográfico. Las variables asignadas en el diseño metodológico responden a los campos del Derecho de la Salud; el Derecho Administrativo; el Derecho Comparado; a las Competencias conferidas por el plan de estudios de Ingeniería Biomédica/Bioingeniería y Farmacia respectivamente, y; el Rol del Estado. Concluimos que tal competencia debe ser concedida a los Ingenieros Bio-médicos. En contraposición, encontramos que el cumplimiento de los requisitos del sistema de calidad por los que debe atravesar un producto médico se halla viciado, derivando en la posible consideración del mismo como un “producto no-conforme”. Sostenemos que la normativa actual de ANMAT presenta antinomias, transgrede principios y vocablos subyacentes al Derecho, y provoca desprotección jurídica de la salud del paciente argentino. Establecemos que el Estado Nacional posee obligaciones positivas de intervenir en esta controversia.

ABSTRACT

In this paper, we explain to which professions should be given competence in the technical direction of laboratories or plants responsible for the manufacture, importation and distribution of medical products in Argentina. We use the Data Matrix of Sociology to collect information operated through legal, realistic and bibliographic methods. The variables assigned in the methodological design belong to the fields of Health Law; Administrative Law; Comparative Law; Competences conferred by the curriculum of Biomedical Engineering / Bioengineering and Pharmacy respectively, and; The Role of the State. We conclude that competition must be granted to Biomedical Engineers. In contrast, it is found that the fulfillment of the requirements of the quality system for what must pass through a medical product is vitiating, resulting in a possible consideration of the same as a “non-compliant product.” We agree that the current regulations of ANMAT present antinomies, transgress principles and words underlying the law, and provoke the legal lack of protection of the health of the Argentine patient. We establish that the National Government has positive obligations to intervene in this controversy.

PALABRAS CLAVE

Competencias Profesionales, Salud, Ingenieros Biomédicos, Farmacéuticos.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo surge a partir de una problemática educativa, social y económica que afecta en forma directa a la comunidad de ingenieros biomédicos y a la comunidad de farmacéuticos, por el solapamiento de incumbencias entre éstos, e indirectamente, a la salud, bien jurídicamente protegido. Para los ingenieros el problema radica en que durante mucho tiempo el Estado Nacional, a través de distintas normas emitidas por sus organismos, vedaba el ejercicio de las competencias profesionales específicas que su título habilitaba, entre éstas, la Dirección Técnica de laboratorios o de plantas responsables de la elaboración de productos médicos. Por otro lado, su reconocimiento posterior implicó una afectación a las competencias que les eran conferidas exclusivamente a los farmacéuticos. Nuestro objetivo es determinar a qué profesionales se les debe otorgar dicha incumbencia. Vale preguntarse: ¿Una regulación desajustada a la teoría del derecho coloca en serio riesgo la salud de los habitantes? ¿Existe adecuación entre las competencias de egreso que brindan los planes de estudio de estas carreras, las habilitaciones de ejercicio que el Estado Nacional establece y las necesidades específicas que requiere la elaboración de un producto médico? ¿Se presentan antinomias en la protección de estas tres situaciones? ¿Se produce un solapamiento de incumbencias entre estas dos profesiones? ¿Está capacitado un egresado en Farmacia para estar a cargo de la Dirección Técnica de laboratorios o de plantas responsables de la elaboración de productos médicos? ¿Qué sucede con respecto a los ingenieros biomédicos? ¿Qué rol juegan la salud y la tecnología en la regulación de estos derechos?

MATERIALES Y MÉTODOS

Para arrojar información se utilizó el modelo de Matriz elaborada por Juan Samaja [1] para el procesamiento de datos en ciencias sociales. Los datos fueron operados a través de los métodos jurídico, realista y bibliográfico. El objetivo de este documento es deter-

minar a qué profesionales se les debe otorgar competencia en la “Dirección Técnica de laboratorios o de plantas responsables de la elaboración de productos médicos”, que se constituye como nuestra Unidad de Análisis a la luz de la teoría general del derecho. Las variables asignadas en el diseño metodológico de la matriz responden a los campos del Derecho de la Salud, el Derecho Administrativo, el Derecho Comparado, las competencias conferidas por los planes de estudios a la Ingeniería Biomédica/Bioingeniería y a la Farmacia, y el rol del Estado, asignándose los valores respectivos desarrollados en el texto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN DERECHO DE LA SALUD

De la disciplina Derecho de la Salud a través de la Historia de la Legislación se obtuvieron los siguientes datos:

Desde el año 1877 existe en el país legislación relativa al ejercicio de las profesiones del arte de curar. En el ámbito nacional, la primera norma fue la ley 2829 (adaptación de una ley de la provincia de Buenos Aires). En 1944, la citada norma fue reemplazada por el decreto 6216/44 el cual fue convalidado por la ley 12912 del año 1947. Siguiendo esta inteligencia y en el tema que aquí nos convoca, en 1964, bajo la presidencia de Arturo Umberto Illia, se sancionó y promulgó la Ley 16463 (sanción y promulgación 23/7/64; publicación B.O. 8/8/64) que regula el Contralor Técnico y Económico de los Medicamentos, Drogas y todo otro producto de uso y aplicación en la medicina humana. Finalmente en el año 1967, fue sancionada la ley de facto 17132 sobre ejercicio de la medicina, odontología y actividades auxiliares (sanción y 24/1/67; publicación B.O. 31/1/67).

Cabe ahora delimitar cómo opera el instituto “Profesión” en este artículo. Trigo y López [2] sostienen que “Profesión” es toda actividad desarrollada en forma habitual –es decir, de manera continuada y como “modus vivendi” de la persona– con autonomía técnica, que cuenta con reglamentación, requiere una habilitación previa y se presume onerosa, pu-

diendo asimismo estar sujeta a colegiación y sometida a normas éticas y a potestades disciplinarias. Serrano [3] señala que los caracteres constitutivos de una profesión liberal implican un trabajo en cuya ejecución predomina el intelecto, requieren para su ejercicio conocimientos especiales, el ejercicio profesional se desarrolla prescindiendo de todo espíritu de especulación, y el Estado reserva el ejercicio de las labores propias de cada profesión a las personas que han obtenido el título correspondiente, previo cumplimiento de los requisitos y formalidades que exige la ley.

Las Normas Sanitarias Vigentes determinan qué órgano posee Poder de Policía en esta materia. El Estado incide por dos vías en la legalización del ejercicio profesional: por una parte, en la sanción de la ley reglamentaria del ejercicio profesional propiamente dicho, y por la otra, en la aprobación de los respectivos Códigos de Ética propuestos por los Colegios o Consejos profesionales legalmente habilitados.

Históricamente, el Poder de Policía en Salud fue provincial, aunque en la práctica fue municipal. Sin embargo, las cuestiones sanitarias consideradas de interés público se convirtieron en nacionales. Así, la transición de la presidencia de Illia, que da competencia provisoria a los farmacéuticos en la cuestión que tratamos, ocurre en una época en que la Ingeniería Biomédica no había alcanzado el suficiente reconocimiento a nivel nacional. A su vez, diecinueve provincias argentinas regulan el ejercicio legal de la ingeniería, entre estas, Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Chubut (Ingeniero electricista), Córdoba (Ingeniería biomédica), Corrientes, Entre Ríos (Ingeniero biomédico-bioingeniería), Formosa, Jujuy, La Pampa, Mendoza, Misiones, Neuquén, Río Negro, Salta, San Juan, San Luis, Santa Fe (Bioingeniería-Ingeniería electricista) y Tucumán (por Decreto–Bioingeniería). Estas, a través de los Consejos, establecen su régimen de especialidades y sanciones, aunque no se la halló debidamente sistematizada para el Ingeniero Biomédico o Bioingeniero, con la excepción de Entre Ríos, en donde se

lo considera un “especialista” conforme con las prescripciones de la ley provincial 8815 que regula el funcionamiento del Código Profesional de Ingenieros.

DERECHO ADMINISTRATIVO

Del Derecho Administrativo se analizaron la Ley de Educación Superior 24521 (Artículos 41, 42 y 43), las competencias establecidas en el plan de estudio de las carreras de grado y posgrado en Ingeniería Biomédica y Farmacia, las disposiciones de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT), las resoluciones del Ministerio de Salud (MS), del Ministerio de Educación (ME), de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) y acuerdos del Consejo de Universidades (CU).

La Ley 24521 sostiene que aquellos títulos correspondientes a profesiones reguladas por el Estado cuyo ejercicio potencialmente comprometa el interés público poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes, deben respetar carga horaria, contenidos curriculares básicos, criterios sobre intensidad en la formación práctica que establezca el ME en acuerdo con el CU y ser acreditadas periódicamente por CONEAU o entidades privadas reconocidas. Cumplidos estos requisitos, el ME en acuerdo con el CU determina con criterio restrictivo las actividades profesionales reservadas exclusivamente para ellos. También establece que los títulos emitidos por las diversas universidades son habilitantes –y no meramente académicos–, y su reconocimiento corresponde al ME, el que otorga la validez nacional, sin perjuicio del poder de policía sobre las profesiones que corresponde a las provincias. En esta inteligencia, el ME por Resolución 462/11 fija los requisitos para la acreditación y el reconocimiento Oficial de Títulos. A la fecha han sido incorporados al articulado de la ley, entre otros, el Farmacéutico o Licenciado en Farmacia (Res. ME 254/03 y 566/04) y el Bioingeniero e Ingeniero Biomédico (Res. ME 1603/04).

INGENIERÍA BIOMÉDICA/BIOINGENIERÍA

En Argentina la Ingeniería Biomédica es una carrera declarada de interés por estar vinculada a áreas prioritarias del desarrollo nacional, y acreditada por CONEAU (Resolución 619/06). Fue creada para solucionar problemas en el ámbito de la salud mediante la aplicación de modernos métodos tecnológicos. La primera carrera de grado de su tipo en Argentina se implementó en 1984 en la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), dotada de incumbencia profesional por el ME (Resoluciones Ministeriales Números 770/85, 483/97 y 303/99) y acreditada por CONEAU. La Resolución 1603/04 del ME incluye a los ingenieros biomédicos dentro de la Ley 24521 y establece las actividades profesionales reservadas a su título: servir en la industria, en hospitales, en educación y en agencias normatizadas; servir de interfase entre ámbitos de salud y tecnológicos; diseñar sistemas biomédicos que involucren electrónica y medicina; establecer normas de seguridad para equipos biomédicos; asesorar en la selección, adquisición y uso de equipamiento biomédico; construir equipos y supervisar su construcción a medida para necesidades médicas específicas; ser consejero técnico en la venta y "marketing" de equipos biomédicos; entrenar a personal técnico, paramédico y médico en hospitales; verificar normas de seguridad biológica, microbiológica, mecánica; servir de interfase con los físico-médicos. Los primeros estudios de Post-Grado en Ingeniería Biomédica, se iniciaron en la Universidad Favaloro en 1995, a la que siguieron al poco tiempo las universidades nacionales de Tucumán y Entre Ríos. El Ministerio de Salud de Tucumán, en convenio con la Universidad, implementó una "Residencia en Ingeniería" incorporada a la oferta formativa de profesionales de la salud. También la UTN, en la F.R. San Nicolás, y en convenio con la Universidad Favaloro dictó una Especialización en Ingeniería Clínica, y, actualmente, es UNER quien la ofrece.

FARMACIA

Las incumbencias profesionales de Farmacia se hallaron reguladas en la Resolución 1382/83 del ME que aprueba las correspondientes al título de Farmacéutico, sin registrar incumbencias profesionales específicas que hagan al Farmacéutico competente en la Dirección Técnica de laboratorios o de plantas responsables de la elaboración de productos médicos. Sin embargo, en su inciso 9 regula sobre la Dirección Técnica de plantas y laboratorios que requieran el conocimiento científico o técnico que emane de la posesión del título de Farmacéutico, es decir, de aquellos espacios en donde se elaboren o comercialicen productos farmacéuticos. Se destaca esta última ya que se registran normas que confunden productos farmacéuticos con productos médicos los cuales poseen naturaleza científica diferente. Años más tarde, se dicta la Resolución ME 566/04, en la que se establecieron actividades profesionales reservadas como exclusivas a estos, en particular, en lo que se refiere a la actividad de Dirección Técnica de laboratorios y plantas industriales de medicamentos y productos para la salud del ser humano y otros seres vivos que impliquen investigación, diseño, síntesis, desarrollo, producción de calidad, fraccionamiento, envasado, esterilización, almacenamiento, conservación, distribución, importación, exportación y transporte. Entendemos que, dada la tradición académica y la historia de la legislación, a pesar de que la terminología utilizada es imprecisa y puede prestarse a confusiones al referirse a productos para la salud, esta norma alude a productos farmacéuticos y no así a productos médicos. Sin embargo, se advierte que esta redacción fue objeto de diversas interpretaciones que se pasarán revista más adelante al analizar las "resoluciones y circulares de ANMAT". En cuanto a los Estudios de Post-Grado en Farmacia que posean orientación en la elaboración y comercialización de productos médicos se halló un solo resultado, a saber, la Especialización ofrecida por la Universidad Kennedy y la Asociación Argentina de Farmacia y Bioquímica Industrial.

ACTIVIDADES PROFESIONALES EN CONFLICTO

El conflicto entre ambas profesiones tiene su antecedente en la interpretación de las competencias reconocidas al Farmacéutico en la Resolución ME 566/04 ya mencionada, en cuanto a los alcances del término “productos para la salud” que presenta vaguedad y ambigüedad jurídica.

A su vez, el conflicto se expande cuando la ANMAT, a través de la Disposición 3433/04 se rectifica, y ordena el texto de la Disposición 2319/02 “Reglamento Técnico Relativo a la Autorización de Funcionamiento de Empresa Fabricante y/o Importadora de Productos Médicos” que estableció que “la responsabilidad técnica debe ser ejercida por profesionales de nivel universitario terciario, capacitados en las tecnologías que componen los productos médicos comercializados por la empresa”. Años más tarde, se dicta la Resolución ME 1701/08 estableciendo competencias compartidas en esta actividad entre Farmacéuticos e Ingenieros Biomédicos y su posterior ratificación fue dada por la Resolución ME 130/09, en la cual se subsanan algunos errores aunque, al pasar esta última modificación por la matriz de datos, los resultados obtenidos manifiestan irregularidades, algunas, nuevamente, de validez en la terminología utilizada y otras contrarias a principios esenciales, instituciones y vocablos subyacentes del derecho (i.e. tecnología, biomedicina, salud, seguridad), que provocan serias dificultades de interpretación y aplicación en el ejercicio profesional. Notamos que la Resolución 1701/08 se refiere al “Ingeniero Médico”, cuando en la Argentina no existe tal título universitario. El término correcto que debió utilizarse es “Ingeniero Biomédico” o “Bioingeniero”. Otro término que lleva a confusión es el de “Producto Médico No Farmacéutico”. Tal vez la intención de la norma fue separar a los productos farmacéuticos (i.e. medicamentos) de los que no lo son. Sin embargo, no existe una normativa técnica nacional o internacional que permita clasificar los Productos Médicos en Farmacéuticos y No Farmacéuticos.

La ANMAT define como “producto médico” a todos los artículos (equipamientos, aparatos, materiales y sistemas de uso/aplicación médica, odontológica o laboratorial) destinados a la prevención, diagnóstico, tratamiento, rehabilitación o anticoncepción, y que no requieren de la utilización de medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos para realizar su función principal en seres humanos. Entre los productos comprendidos en la categoría en cuestión se incluyen, a modo de ejemplo: Equipos para diagnósticos por imágenes (rayos X, ecógrafos); equipos de neonatología (incubadoras, servocunas); implantes para osteosíntesis, ortopédicos y odontológicos; equipos para neumología (respiradores y accesorios).; equipo médico electrónico (electrocardiógrafos, monitores de parámetros vitales, electroencefalógrafos); anestesiología (máquinas, respiradores, válvulas, tuberías, vaporizadores); equipos para oxigenoterapia (aparatos, gases medicinales y/o anestésicos); equipos, accesorios e insumos para hemodiálisis; equipos para oftalmología; equipos para odontología; productos ortopédicos; instrumentos y equipos de diagnóstico clínico (esfigmomanómetros, estetoscopios), entre otros. Esta clasificación difiere de la utilizada por CAEHFA (Cámara de Equipamiento Hospitalario de Fabricación Argentina), dado que la ANMAT incluye a los insumos y equipamiento odontológicos. Se adopta este esquema para facilitar la comparación con los principales productores mundiales de insumos y equipamiento médico. Debe notarse que el MS (Resolución 5316/10) también deja en evidencia el error del ME al utilizar el término “producto médico no farmacéutico”, pues incorpora la Resolución Mercosur 48/08 “Reglamento Técnico Mercosur sobre buenas prácticas sanitarias de transporte de insumos y Productos Farmacéuticos”, en la que se distingue al Producto Farmacéutico como “el preparado que contiene los principios activos y los excipientes, formulados en una forma farmacéutica o de dosificación...”.

En 2013, luego de un análisis de sus normativas, la ANMAT sancionó la Disposición N°

3266/13 conforme con la Decisión 20/02 del Consejo del Mercado Común respetando que las normas Mercosur deben ser incorporadas a los ordenamientos jurídicos de los Estados Parte, agregando de esta manera al ordenamiento jurídico nacional al “Reglamento Técnico Mercosur de Buenas Prácticas de Fabricación de Productos Médicos y Productos para Diagnóstico de Uso In Vitro” derogando la Disposición ANMAT 191/99, que hasta ese momento, era referencia de qué se consideraba como producto médico, lo que de alguna manera reafirma nuestra postura de sostener la incorrecta utilización del término “producto médico no farmacéutico”, y el interés manifiesto de los Estados Parte de una reglamentación precisa e inequívoca.

En el plano internacional, la Directiva 2007/47/CE de la Comunidad Europea define como Producto Médico a cualquier instrumento, dispositivo, equipo, programa informático, material, utilizado solo o en combinación, destinado por el fabricante a ser utilizado en seres humanos con fines de diagnóstico, prevención, control, tratamiento o alivio de una enfermedad o lesión, y que no ejerza la acción principal que se desee obtener en el interior o en la superficie del cuerpo humano por medios farmacológicos, inmunológicos ni metabólicos. Otras normas internacionales que utilizan el término Producto Médico, son ISO-9001, ISO-14971, ISO-13485, EN-46001 (de la CE), 510K (de la FDA de USA), entre otras. En el mismo sentido se expidió el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) mediante la res. 432/07.

Por ello, y en un todo de acuerdo con la normativa nacional e internacional vigente, podemos afirmar que los Productos Médicos no son Productos Farmacéuticos y que la clasificación de Producto Médico aceptada internacionalmente, se basa exclusivamente en el riesgo intrínseco del mismo. Toda otra clasificación, como la expresión “Producto Médico No Farmacéutico” presente en la Resolución ME 1701/08, no responde a los estándares acordados nacional e internacionalmente.

En cuanto a la Dirección Técnica o Res-

ponsable Técnico, en el ámbito profesional son conceptos equivalentes. Según la Real Academia Española un “responsable” es una “persona que tiene a su cargo la dirección y vigilancia del trabajo en fábricas, establecimientos, oficinas, inmuebles”. La Resolución MERCOSUR 40/00 define al Responsable Técnico como aquel “profesional de nivel universitario, capacitado en las tecnologías que componen el producto médico, responsable por las informaciones técnicas presentadas por el fabricante o importador y para la calidad, seguridad y eficacia del producto comercializado”.

Advertimos que un egresado universitario de las carreras de Bioingeniería o Ingeniería Biomédica posee las competencias específicas necesarias para cumplir la función de responsable técnico de una empresa fabricante o importadora de productos médicos, es decir de productos que incorporan en su constitución una gran variedad de conocimientos técnicos y tecnológicos que abarcan conceptos desde la física a la instrumentación biomédica, y que por ser utilizados en el ámbito de la Salud Humana, exigen además un conocimiento específico en las áreas de la Biología, Fisiología y Fisiopatología.

La incorporación de esos conocimientos, más aquellos comunes a las carreras de ingeniería que también aportan a la constitución de un producto médico, se ven reflejados claramente en los contenidos curriculares básicos de las carreras de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica aprobados por el ME, lo que no sucede con la carrera de Farmacia. Entre las actividades reservadas al título de Bioingeniero o Ingeniero Biomédico se encuentran las funciones que debe cumplir el responsable técnico de una empresa fabricante o importadora de productos médicos y esto surge del Anexo V de la Resolución ME 1603/04 en el cual los términos realizar y dirigir, se utilizan con la suficiente amplitud como para entenderse en cualquier aspecto regulatorio y en cualquier institución pública o privada.

Entre las actividades reservadas al título de Bioingeniero o Ingeniero Biomédico,

el ME incorpora explícitamente la figura de Responsable Técnico de un fabricante o importador de Productos Médicos. Entendemos que aceptar la tesis actual, que considera las actividades mencionadas propias a los farmacéuticos, contradice uno de los principios rectores que se describen en la Disposición ANMAT 3266/13, que establece las normas que deberán seguir los fabricantes de productos médicos, en concordancia con las Resolución GMC 20/11 del Mercosur que en su Capítulo 2° “Requisitos Generales del Sistema de Calidad”, proclama, en su apartado tercero “Personal”, que cada fabricante deberá contar con el personal en número suficiente con instrucción, experiencia, entrenamiento y práctica compatibles con las atribuciones del cargo, para asegurar que todas las actividades previstas en el Reglamento Técnico sean correctamente desempeñadas, y que los Estados Nacionales poseen el deber de mantener las descripciones acordadas definiendo autoridad, responsabilidad y requisitos necesarios para las diversas tareas en una empresa fabricante o importadora de estos bienes.

A su vez, en el CU, las Comisiones de Asuntos Académicos y de Interpretación y Reglamento manifestaron su apoyo a la posición del Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (CONFEDI), entendiendo que los Bioingenieros o Ingenieros Biomédicos son idóneos para ejercer las competencias en cuestión (Despachos CAA 107 y CIR 21, 5/12/2012). A pesar de todo ello, la ANMAT emite una nueva circular, la 13/13, dejando sin efecto las competencias compartidas establecidas en la Resolución ME 1701/08, bajo el fundamento de que en dicha norma no se halla especificado qué se entiende por “producto médico no farmacéutico” ni previsto en la normativa aplicable por esa autoridad de aplicación, elevándolo al ME a los fines de consulta y solicitud de determinación de las responsabilidades de los profesionales. Esta circular impactó en el ejercicio profesional, ya que ANMAT rechazó propuestas de dirección técnica a Bioingenieros e Ingenieros Biomédicos [4] afectando su continuidad laboral.

Creemos que no fue una norma afortunada, ya que el ordenamiento jurídico registra desde el año 1999 en propias disposiciones de la ANMAT qué se entiende por producto médico, y ya habían sido incorporadas a la fecha normativas internacionales plenamente operativas en nuestro ordenamiento jurídico, dando solución pacífica a esta cuestión de fondo.

El CU (Acuerdo 120/13) y el ME (Resolución 1901/14), en respuesta a un recurso de reconsideración presentado por la Confederación Farmacéutica Argentina (COFA), ratifican la Resolución ME 130/09 vista anteriormente, dando lugar a competencias compartidas entre ambas profesiones. En esta línea, ANMAT (Circular 17/15) deja sin efecto la Circular 13/13 y se adecúa a la Res. ME 1901/14. A pesar que estos textos permiten el ejercicio de competencias compartidas entre ambas profesiones, sostenemos en disidencia con estas normas, que las actividades implicadas no pueden ser compartidas, sino otorgadas de manera exclusiva a los Ingenieros Biomédicos/Bioingenieros.

Sin embargo, cuando la cuestión parecía haberse resuelto, la ANMAT vuelve a intervenir en la controversia haciendo caso omiso a las normas emitidas por el ME y el CU y a sus propias Circulares y Disposiciones, dictaminando, a través de una nueva Circular (2/16), la exclusividad en la dirección técnica de empresas fabricantes o importadoras de Productos Médicos a los farmacéuticos cuando se trate de productos médicos implantables, o productos médicos que incorporen como parte integrante una sustancia que si se utiliza independientemente podría considerarse como un medicamento. Por otro lado, a todos los productos médicos que no fueron contemplados anteriormente, la ANMAT determina que queda a su juicio asignar esta competencia de dirección a los profesionales que considere, mencionando ejemplificativamente la posibilidad de otorgársela a ingenieros biomédicos, dejando sin efecto la Circular N°17 de 2015.

Cabe aquí destacar que en marzo de 2016

la Cámara Contencioso Administrativo Federal se expresó a favor del COPITEC y de la opinión emitida por el ME (Dictamen Jurídico 736, 11/7/2014), ordenando el levantamiento de la medida cautelar interpuesta por la COFA que pretendía suspender los efectos de las Resoluciones 1901/14, 1701/08 y 130/09, ya que consideró no acreditada la verosimilitud de los derechos que alegó la COFA en la medida cautelar ni tampoco el peligro en la demora que alegaba.

ROL DEL ESTADO

Para finalizar la discusión, la última variable asignada en este estudio corresponde a Rol del Estado. En materia de Derecho a la Salud, es esencial asegurar su realización de modo progresivo-con la prohibición de regresividad-. El derecho a la salud, presente en la Constitución Nacional, en la Ley 26529 de los Derechos del Paciente, en la Ley 24240 de Defensa del Consumidor, entre otras, origina para el Estado obligaciones de carácter positivo y no meras obligaciones de abstención. El Estado Nacional es el garante último del sistema de salud, sin perjuicio de las obligaciones que correspondan a otros actores públicos y privados [5]. Por su parte, la Corte Interamericana de Derechos Humanos, al hablar de falta de cumplimiento de ese deber, sostuvo "La obligación de los Estados de regular no se agota, por lo tanto, en los hospitales que prestan servicios públicos, sino que abarca toda y cualquier institución de salud" [6]. Las entidades no estatales que hacen parte del sistema de salud, no obstante de índole comercial de la actividad que despliegan, adquieren obligaciones concretas e inevitables respecto de sus usuarios, desde que tienden a proteger derechos fundamentales de éstos como los relativos a la vida, la salud, la seguridad y la integridad, con lo cual su labor está, o debiera estar, impregnada de una carga ostensible de compromiso social [7].

VÍAS PARA EL RECONOCIMIENTO DE DERECHOS SUBJETIVOS VULNERADOS

Debe plantearse la nulidad de la resolución, porque entendemos que la norma afecta los derechos del ejercicio profesional de los in-

genieros. A modo de ejemplo, para quienes ejercen estas actividades profesionales en Buenos Aires, de acuerdo al artículo 24, inciso a), de la Ley Nacional de Procedimientos Administrativos 19549 (en adelante, LNPA), contra el artículo 8 de la Resolución 255/1994 del Ministerio de Salud y Acción Social (MS), publicada en el B.O. el 02/03/1994, es posible solicitar su anulación, por presentar vicios graves que provocan su nulidad absoluta e insanable en los términos del artículo 14 de la LNPA, tornándose necesaria y obligatoria su anulación en sede administrativa por razones de ilegitimidad. Igual razonamiento es aplicable para las resoluciones anteriormente mencionadas, a saber, Resolución ME 1701/08 (modificada por las Resoluciones 130/09 y 1901/14, originariamente ME 566/04), incorporada a la nómina del Artículo 43 de la Ley Superior de Educación 24521, atinente a la regulación estatal en lo concerniente a la Producción, Comercialización, Importación y Exportación de Productos Médicos y Productos de Utilización para el Diagnóstico de uso in Vitro. El reclamo impropio debe presentarse ante el Ministerio de Salud. Los legitimados para iniciar esta acción son el Presidente del COPITEC o los sujetos implicados ingenieros biomédicos y bioingenieros. Con respecto a la procedencia formal para solicitar la nulidad, antes de realizar un traspaso de la Administración a la Justicia, debemos tener presente la existencia de dos institutos: a) el agotamiento de la vía administrativa, y b) la presentación de acciones dentro del plazo de caducidad previsto en el Artículo 25 de la LNPA. Ambos se presentan como requisitos previos e ineludibles de acceso a la justicia. La consecuencia de su inobservancia será el rechazo de la acción. En el primer caso será extemporánea por prematuridad, en el segundo será extemporánea por caducidad [8]. Para la nulidad absoluta corresponde el reclamo impropio, el que se interpone en virtud de constituir una exigencia legal establecida en el artículo 24 inciso a) de la LNPA, a fin de agotar la vía administrativa [9]. En el caso de un pronunciamiento negativo a nuestra petición por parte de la Administración, corres-

ponde la presentación en sede Judicial de la figura “Impugnación”, en términos de artículo 23 y siguientes de la LNPA.

Frente al “derecho de petición” se encuentra la obligación de responder [10], sin poder excusarse en el silencio administrativo [11].

En síntesis, lo que potencialmente pretenderíamos a través de estos instrumentos, es –conforme al criterio mayoritario de la doctrina– que “la Administración no interfiera con el reglamento ilegítimo la esfera legal de los administrados, por haber ejercido la facultad reglamentaria ya sea en contra de disposiciones constitucionales, legales, de los principios generales del derecho o por ser arbitraria, desviada; en la mayoría de los casos se tratará de los derechos subjetivos negativos: la obligación consistirá en un abstenerse” [13]. A fin de tener presente, la tutela administrativa efectiva, de raigambre constitucional y actualmente recepcionada por la propia Corte Suprema de Justicia de la Nación [14-18] y predicable en el Sistema Interamericano de Protección de los Derechos Humanos, donde la Corte Interamericana de Derechos Humanos (Corte IDH) la ha concebido no solo como aplicable para los procedimientos judiciales, sino, también para los procedimientos administrativos [19], es un derecho fundamental, que cumple, ante todo, una función de garantía o de instrumento al servicio de otros derechos [20].

CONCLUSIONES

Conforme con la teoría general del derecho, el ordenamiento jurídico vigente, los contenidos curriculares básicos de las profesiones en controversia y atendiendo a las definiciones, clasificaciones y requerimientos de seguridad y eficacia de productos médicos, afirmamos que la competencia en la dirección técnica de empresas fabricantes y/o importadoras de productos médicos debe ser concedida exclusivamente a los ingenieros biomédicos. Concluimos que el título en farmacia no es competente para tal actividad, y si lo fue en su momento, respondió a una asignación “provisoria” que el Estado debe modificar inmedia-

tamente. Teniendo en cuenta la normativa y las incumbencias de los títulos antes referenciados, se pone en peligro el cumplimiento de los requisitos del sistema de calidad por las que debe atravesar un producto médico, derivando en la posible consideración del mismo en un “producto no-conforme”, resultando potenciales trabas a la industria nacional por no ajustarse a los requerimientos nacionales e internacionales. La normativa actual de ANMAT en esta temática presenta antinomias por lo que no se ajusta a la teoría general del derecho, al ordenamiento jurídico nacional vigente, a la historia de la legislación, al espíritu de la ley, y presenta irregularidades que transgreden principios y vocablos subyacentes del derecho, y atentan contra la eficacia y seguridad de los productos médicos, vulnerando a las competencias propias conferidas legalmente a ingenieros biomédicos y trasladando este fenómeno a la afectación del derecho a la salud del paciente argentino al poner en riesgo su vida. Se sugiere a las autoridades competentes cumplir con sus obligaciones positivas presentes en la Constitución Nacional, los Tratados Internacionales de igual jerarquía, otros Tratados y las leyes y resoluciones nacionales que reglamentan su ejercicio.

REFERENCIAS

- [1] Samaja, J. (2002). *Epistemología y Metodología (Elementos para una teoría de la Investigación Científica)*. Buenos Aires, EUDEBA.
- [2] López Mesa, M.J.; Trigo Repesas, F.A. (2004). *Tratado de la responsabilidad civil*. Buenos Aires. Editorial La Ley, Tomo II, 272.
- [3] SERRANO, R. (1943). *Las profesiones liberales, estudio ético-penal*, Publicaciones de la Universidad de Concepción, 9.
- [4] Gentiletti, G.; Tomiozzo, P.; Cian, L.; Paschetta, F. (2014). Dirección Técnica de Productos Médicos: el impacto de la Ley de Educación Superior en el ejercicio profesional. *Revista Argentina de Bioingeniería*, 20, 1.
- [5] Courtis, Ch.; Ávila Satamaría, R. (2009).

- La aplicación de tratados e instrumentos internacionales sobre derechos humanos y la protección internacional del derecho a la salud: apuntes críticos. A. -B.-C. (comps), *La aplicación de los tratados sobre derechos humanos en el ámbito local*, Quito, 750.
- [6] Corte IDH, 4/7/06, *Caso Ximenes Lopes vs. Brasil*, sentencia de fondo, reparaciones y costas, párrafo 90.
- [7] Bazán, V. (2013). *Derecho a la Salud y Justicia Constitucional*. Buenos Aires, Astrea.
- [8] Mairal, H. (2004). Los plazos de caducidad en el Derecho administrativo argentino. *Derecho Procesal Administrativo*, T. 1, Cassagne, J.C. (Director), Hammurabi, Buenos Aires, p. 883.
- [9] CNCAF, Sala V, 25/10/95, *Distribuidora de Gas del Centro SA*.
- [10] Sagüés, N. (1999) *Elementos de derecho constitucional*, 3º Edición, Tomo II, Buenos Aires, Astrea, pág. 508.
- [11] Sammartino, P. (2012). *Amparo y Administración en el Estado Constitucional Social de Derecho*, Abeledo-Perrot, Buenos Aires, Tomo 2, pág. 258.
- [12] Comadira, J. (2002). *Procedimientos Administrativos. Ley Nacional de Procedimientos Administrativos, anotada y comentada*, con la colaboración de Monti L.M., Tomo I, La Ley, Buenos Aires, 193 y sigs.
- [13] Guidi, G. (2002). Impugnación de reglamentos, *Acto y procedimiento administrativo*, 124 y sigs., en especial pág. 128. Comadira, J.R., *El Acto Administrativo ...*, op. cit., pág. 450.
- [14] CSJN, 14/10/2004, *Astorga Bracht, Sergio y otro c/ Comisión Federal de Radiodifusión s/ amparo*, Fallos 327:4185.
- [15] CSJN, 13/07/2007, *Mazzeo, Julio Lilo y otros s/ rec. de casación e inconstitucionalidad -Riveros-*, Fallos 330:3248.
- [16] CSJN 07/04/1995, *Giroldi, Horacio David y otro s/ recurso de casación*, Causa n° 32/93", Fallos 318:514.
- [17] CSJN 31/08/201, *Simón, Julio Héctor y otros s/ privación ilegítima de la libertad, etc. (Poblete)*, Causa N° 17.768, Fallos 328: 2056.
- [18] CSJN 31/08/10, *Videla, Jorge Rafael y Massera, Emilio Eduardo s/recurso de casación*, Fallos 333:1657.
- [19] Urrotigoyti, J. (2005). *El principio de tutela administrativa efectiva*, JA 2005-IV-1383.
- [20] Perrino, P. (2013). El derecho a la tutela administrativa efectiva. AA. VV., *El derecho administrativo hoy. 16 años después, Jornadas organizadas por el Departamento de Derecho Administrativo de la Facultad de Derecho de la Universidad Austral*, en el mes de mayo de 2012, Ediciones RAP, Buenos Aires, 75.

El caso del proyecto transdisciplinario DTEC-UNSE. Resultados del primer año

Florencia Frau ¹

Florencia Salinas ²

Jorge Nelson Leguizamón Carate ³

Ada Albanesi ⁴

¹ E-mail: ffrau@unse.edu.ar

² E-mail: mflorsalinas@hotmail.com

³ E-mail: jorneleca@hotmail.com

⁴ E-mail: albanesi@unse.edu.ar

Universidad Nacional de Santiago del Estero

RESUMEN

152 En el marco de una convocatoria de la Agencia la Universidad Nacional de Santiago del Estero presentó un proyecto con el título de “Diseño de procesos alternativos de transferencia tecnológica/productiva hacia sistemas de producción complejos (sistemas de producción de la Agricultura Familiar)”; un proyecto transdisciplinario formado por 20 profesionales de diferentes áreas, tanto de las ciencias exactas, naturales como sociales. La importancia y originalidad del proyecto reside en dos puntos clave que constituyen su fortaleza: en primer lugar el trabajo con representantes de la agricultura familiar, dando respuesta a sus necesidades; y en segundo lugar, el trabajo transversal que se realiza entre los profesionales miembros del equipo que permite tener una mirada amplia sobre cada sistema productivo, de manera que el mejoramiento en un área no implica dejar de lado otros aspectos importantes del sistema.



ABSTRACT

Within a call of the Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica the Universidad Nacional de Santiago del Estero presented a project entitled “Design of alternative processes of technological / productive transfer to complex production systems (family farming systems)”; a transdisciplinary project formed by 20 professionals from different areas: exact, natural and social sciences. The importance and originality of the project lies in two key strengths: first, working with representatives of family agriculture, responding to their needs; and second, the transversal work carried out by the professionals members of the team allows a broad view of each productive system.

PALABRAS CLAVE

Agricultura Familiar, Equipo transdisciplinario, Transferencia Tecnológica

INTRODUCCIÓN

La Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica convocó en el año 2013 a las universidades públicas nacionales a la presentación de proyectos de desarrollo institucional que favorezcan la inserción laboral de recursos humanos de la más alta calificación (doctores), orientando la aplicación de sus capacidades y habilidades hacia la transferencia de conocimiento a instituciones y a empresas del sector productivo y de servicios para resolver problemas tecnológicos y/o aprovechar oportunidades de desarrollo socio-económico a nivel regional o local. Dicha convocatoria se enmarcó en el instrumento de financiamiento Doctores en Universidades para Transferencia Tecnológica (D-TEC) [1].

En el marco de esta convocatoria la Universidad Nacional de Santiago del Estero presentó un proyecto con el título de "Diseño de procesos alternativos de transferencia tecnológico/productiva hacia sistemas de producción complejos (sistemas de producción de la Agricultura Familiar)"; un proyecto interdisciplinario formado por 20 profesionales de diferentes áreas, tanto de las ciencias exactas, naturales como sociales (ingenieros en alimentos, ingenieros zootecnistas, ingenieros agrónomos, ingenieros forestales, licenciados en ecología, médico veterinario y licenciado en geografía). El proyecto está dividido en 6 líneas de trabajo (componentes), cada una de las cuales está formado por un Doctor (responsable del componente) y dos profesionales (profesionales asistentes en formación: PAF).

COMPONENTES:

1. *Dinámicas organizacionales y desarrollo inclusivo*; cuyo objetivo general es avanzar en el desarrollo de procesos alternativos de transferencia de innovaciones técnico/ productivas dirigidos hacia sistemas de producción complejos, el caso de la agricultura familiar en la provincia de Santiago del Estero y el NOA, que contribuya a estimular las dinámicas organizativas locales, y el desarrollo territorial inclusivo. Responsable: Doctora en

Geografía; PAF: 2 Ingenieros agrónomos.

2. *Tecnificación y agregado de valor en productos lácteos caprinos*. El objetivo de este componente es generar y transferir procesos de innovación para el desarrollo de la lechería en la agricultura familiar, ofreciendo a los productores soluciones tecnológicas, mejoras en la calidad de los productos elaborados actualmente y diversificación de la oferta acordes a las condiciones y necesidades de las unidades productivas. Responsable: Doctora en Ciencia y Tecnología de Alimentos: Orientación ingeniería; PAF: Ingeniero en Alimentos y Médica Veterinaria.

3. *Utilización de alternativas biológicas para el control de insectos* que busca consolidar el área de semioquímicos como línea de investigación, desarrollo y transferencia de la UNSE para ofrecer a los productores de economía familiar la provisión de soluciones tecnológicas de bajo impacto ambiental para el control de plagas que afectan a cultivos regionales. Responsable: Doctor en Ciencias Biológicas; PAF: 2 Ingenieras Agrónomas

4. *Cuantificación y valoración de servicios ambientales* que tiene como objetivo general consolidar y fortalecer al área de estudios relacionados a los servicios ambientales y su valoración económica como línea de investigación, desarrollo y transferencia de la UNSE para ofrecer a los productores de economía familiar la posibilidad de poder aplicar tecnologías apropiadas de manejo de los recursos naturales para asegurar la provisión de servicios ambientales. Responsable: Doctora de la Universidad de Buenos Aires área Ciencias Biológicas; PAF: Licenciada en Ecología y Licenciada en Biología

5. *Incorporación fuentes de energías renovables*; cuyo objetivo es estimular la incorporación de fuentes de energía eléctrica y térmica a través de fuentes renovables por parte de productores agropecuarios de economía familiar en la provincia de Santiago del Estero y el NOA. Consolidar un equipo de investigación y transferencia relacionado con las fuentes de energía eléctrica y térmica renovables en la UNSE que desarrolle e implemente inno-

vaciones técnicas ajustadas a las demandas persistentes en la región. Responsable: Doctora en Ciencias Forestales; PAF: Ingeniero electrónico e Ingeniera electromecánica.

6. *Mejoramiento del manejo de sistemas de producción agropecuarios mixtos* que tiene como objetivo general consolidar el área de producción agropecuaria como línea de investigación, desarrollo y transferencia de la UNSE para ofrecer a los productores de agricultura familiar la provisión de alternativas de producción ambiental y económicamente sostenibles. Responsable: Doctor en Ciencias Agropecuarias; PAF: 2 Ingenieros agrónomos.

Cada uno de estos componentes estudia y plantea innovaciones desde su mirada profesional; pero realizando trabajos interdisciplinarios y resolviendo las inquietudes planteadas por los productores desde una mirada transversal.

Se adjudicaron 15 proyectos a nivel nacional, siendo el que se presenta en este trabajo el más numeroso del país y el único abocado a la transferencia hacia la agricultura familiar (AF).

OBJETIVO DEL PROYECTO DTEC-UNSE

El objetivo general del proyecto es avanzar en el diseño e implementación de mecanismos novedosos de transferencia técnico-productiva generados a partir de equipos interdisciplinarios vinculados al sector de la producción familiar en la provincia de Santiago del Estero, con impacto en el Noroeste Argentino (NOA).

¿POR QUÉ LA TEMÁTICA DE AF? CARACTERÍSTICAS DE LA AF

Diferentes autores coinciden en la descripción de la AF como una “forma de vida” y “una cuestión cultural”, que tiene como principal objetivo la “reproducción social de la familia en condiciones dignas”, donde la gestión de la unidad productiva y las inversiones en ella realizadas es hecha por individuos que mantienen entre sí lazos de familia, la mayor parte del trabajo es aportada por los miembros de

la familia, la propiedad de los medios de producción (aunque no siempre de la tierra) pertenece a la familia, y es en su interior que se realiza la transmisión de valores, prácticas y experiencias [2], [3] y [4].

En diciembre 2011, a instancias de Foro Rural Mundial, la Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó 2014 como “Año Internacional de la Agricultura Familiar” con el objetivo de aumentar la visibilidad y centrar la atención mundial sobre su importante papel en la lucha por la erradicación del hambre y la pobreza, la seguridad alimentaria, mejorar los medios de vida, la gestión de los recursos naturales, la protección del ambiente y lograr el desarrollo sostenible. El reciente informe de la FAO sobre “El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2014”, da una idea de su importancia afirmando que más de 500 millones de explotaciones familiares gestionan la mayor parte de las tierras agrícolas y producen la mayor parte de los alimentos del mundo [5].

En la presentación de la Delegación Argentina a la FAO (octubre 2014) se mencionó que la AF en Argentina incluye 250.000 establecimientos productivos con dos millones de personas, que ocupan el 20% de las tierras productivas y generan más del 53% del empleo agropecuario [5]. Con respecto a las producciones [6] indica que en la República Argentina, las unidades de base agrícola familiar aportan al total de la producción del país el 26% de las oleaginosas, el 13% de las legumbres, el 36% de las hortalizas, el 42% de las aromáticas, el 19% de los frutales, el 18% de los bovinos, el 42% de los porcinos y el 49% de los caprinos, muchas veces asociado este último guarismo como indicador de pobreza rural. Aunque hay zonas donde predomina la mono-producción, una característica de la AF es la producción mixta, vegetal y animal. En algunas regiones las familias realizan, además, actividades forestales, de recolección y confección de artesanías [5].

Particularmente en la región del Noroeste Argentino (NOA), y especialmente en la provincia de Santiago del Estero, predominan

las unidades agropecuarias de economía familiar, representando 67,8% de las explotaciones agropecuarias totales –EAPs, [2] [7] [8], que en términos generales, enfrentan limitantes técnico/productivas y dificultadas para la mercantilización de su producción, lo que conduce a que comúnmente éstas sean concebidas como un síntoma de retraso económico y un obstáculo para el desarrollo económico [9], no obstante éstas, más que tender a desaparecer, van señalando su fuerte presencia cuantitativa y su amplia distribución en el espacio rural.

Es por esto que nuestra provincia en particular y en el sector NOA en general resulta fundamental acompañar la AF y encontrar soluciones a sus demandas específicas.

En este punto, resulta importante recalcar que la filosofía del proyecto DTEC-UNSE coincide con los autores que indican que asumir que la pobreza se encuentra asociada a la estructura de la AF es partir de una concepción que menosprecia el desarrollo de una unidad productiva que permita a una familia ser sustentable, reproducirse y generar excedentes; y en el peor de los casos es una visión que promueve la segregación, ante recursos que el Estado aportará al sector, de aquellas familias que lograron desarrollar una estrategia de producción, comercialización y administración que les permite sortear las vicisitudes del sistema [2], [3] y [5].

EL TRABAJO CON LOS REPRESENTANTES DE LA AF

Es muy importante tener en cuenta que los agricultores familiares en nuestro país, si bien tienen aspectos comunes, no constituyen un conjunto totalmente homogéneo. En un territorio tan grande y con marcadas diferencias ecológicas, distintos sistemas productivos, pluralidad étnica y experiencias históricas regionales diversas como es el nuestro, hay que profundizar tanto en lo común como en los aspectos y problemáticas particulares si se quieren hacer aportes pertinentes y adecuados [5].

Dada la diversidad de estilos de producción

que pueden existir dentro de la AF, en este proyecto, se prevé trabajar de manera profunda con cuatro estilos de producción familiar diferentes (de alto, medio y bajo nivel de capitalización, y un caso de producción comunitaria) de la provincia de Santiago del Estero; que comprenden a contextos diferentes en los cuales las unidades familiares desarrollan estrategias para persistir al margen del sistema capitalista predominante.

Las unidades afrontan una serie de fenómenos que inciden y limitan en sus dinámicas productivas y de mercantilización, entre las que podemos señalar: diferentes grados de acceso a los canales de comercialización; estacionalidad cruzada de la producción y la demanda; problemas para el manejo agronómico de los cultivos; y deficiencias en la oferta y calidad de alimento y manejo genético y reproductivo para las especies pecuarias; bajo valor agregado en su producción; carencias en infraestructura y servicios, y poca valorización para el manejo y preservación de los recursos naturales. Las principales características de los productores incluidos en el proyecto se sintetizan a continuación:

Productor 1: Sistema familiar de medio nivel de capitalización. Lote de 20 ha ubicado en la localidad San Carlos (Departamento Banda). Producción diversificada: leche de cabra, queso de cabra, cerdos y derivados, turismo rural como granja demostrativa. Cultivo de chacra para consumo familiar y eventual venta de excedentes.

Productor 2. Sistema familiar de medio nivel de capitalización. Lote de 8 ha ubicado en Colonia Pinto (Villa Robles). Producción diversificada: cerdos, aves de corral, cultivo de alfalfa y algodón, especies frutales las cuales transforman en dulces. La principal fuente de ingreso consiste en la venta de alfalfa y pollos.

Productor 3. Sistema familiar de nivel de capitalización bajo. Es un predio sin límite definido de 10 ha ubicado en el departamento Atamisqui. Producción diversificada, teniendo como actividad principal la cría de ganado caprino, y en menor grado ovejas, cerdos, ga-

llinas ponedoras y pavos. También produce lanas para tejer y elabora dulces y escabeches.

Sistema 4. Sistema comunitario, con un predio de 607 ha ubicado en Paraje Taco Pugio (Departamento Robles). El sistema posee explotación de leche de vaca, cultivo de hortalizas que distribuyen en los puestos ubicados a lo largo de la ruta 34, elaboración de chacinados y producción de miel.

Reconociendo las particularidades, potencialidades y problemáticas que ostentan y enfrentan los productores de economía familiar, la propuesta del proyecto es desarrollar de manera conjunta entre la esfera institucional y los actores sociales involucrados, un modelo alternativo de transferencia técnico/productiva hacia las economías domésticas que se ajusten a sus contextos y necesidades; que permita realizar un aprovechamiento sostenible de los recursos con los que cuentan las explotaciones agropecuarias y que tiendan al mejoramiento de su calidad de vida.

Se considera, entonces, que el conocimiento detallado de las necesidades de los productores y el trabajo transversal entre las componentes del proyecto D-TEC, facilitará el diseño de estrategias de intervención, que contribuirán a mejorar las oportunidades de acceso a tecnologías promotoras de la eficiencia y calidad, la sostenibilidad social y ambiental.

EL TRABAJO ENTRE LOS OFESIONALES DEL PROYECTO DTEC-UNSE

Para Nicolescu (1996) la disciplinariedad es la organización del conocimiento científico a partir de campos o áreas especializadas del saber. Las universidades modernas, son la institucionalización necesaria para la transmisión y enseñanza de los conocimientos alcanzados de manera disciplinar o mejor aún, son las instituciones sociales que transmiten de manera pedagógica la adquisición de un saber organizado en disciplinas [17]; por lo tanto, los proyectos derivados de estas universidades siguen esta metodología disciplinar.

El proyecto DTEC es el primer intento de un trabajo transdisciplinar dentro de la UNSE, como un claro ejemplo del cambio al paradigma de la complejidad.

Esto ha representado el primer desafío para el equipo DTEC, aprender efectivamente a trabajar en equipo, consensuando decisiones y buscando, sobre todo, el bien común. Si bien esto ha sido un trabajo largo, dados los resultados que se han obtenido, podría decirse que efectivamente se ha logrado el objetivo de trabajar de manera transdisciplinar, comprobando que “el todo es mucho más que la suma de las partes” [17]. El trabajo en común ha permitido que los integrantes del proyecto aprendan de otras disciplinas, busquen el consenso, eviten confrontaciones y busquen todos cumplir los objetivos reflejados en el proyecto.

Para lograr este trabajo, durante el primer año del proyecto fueron necesarias reuniones semanales entre los integrantes de cada componente, quincenales de los doctores líderes de cada componente con la directora del proyecto y mensuales de todos los integrantes del DTEC-UNSE. La puesta en común realizadas durante estos eventos, sumado al trabajo cotidiano permitió que se conforme un sólido equipo de trabajo.

La multi-poli o pluridisciplinariedad, la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad tienen en común la búsqueda de un conocimiento que está más allá de las disciplinas; la diferencia es que las cuatro primeras buscan ir más allá del conocimiento disciplinar, pero no logran salirse del marco de conocimiento disciplinar. La transdisciplinariedad, que hunde sus raíces en la multi, poli o pluridisciplinariedad y en la interdisciplinariedad, va más allá de ellas posibilitando una nueva articulación de los saberes, una nueva concepción del conocimiento y una nueva comprensión de la realidad [17]. Esto fundamenta la concepción del proyecto DTEC-UNSE016/13 como un trabajo transdisciplinar.

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PRIMER AÑO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Si bien en la provincia se han realizado diversos estudios sobre la agricultura familiar [7], [8], [10]-[14], en general estos han sido en el marco de una disciplina; no se han realizado proyectos que enfoquen a los productores de la AF desde una mirada transversal de todas las disciplinas que los involucran.

La cultura e idiosincrasia de los productores rurales exige que además de una relación laboral se establezca una relación personal; donde ellos vean respetadas sus prácticas y conocimientos empíricos. A fin de lograr esta interrelación, a partir del comienzo del proyecto se realizaron visitas a los productores identificados como representantes de los sistemas productivos de la provincia de Santiago del Estero. En estos viajes, a partir de entrevistas y charlas informales con los productores, se identificaron problemas comunes a la mayoría de los sistemas productivos, con lo cual se realizaron los planes de trabajo de las seis componentes del proyecto; de manera que el trabajo en cada uno de los predios fue diagramada una vez conocida la realidad de los productores y sus demandas específicas. Los resultados de esta primera etapa fueron presentados en eventos científicos [15], [16].

Otro resultado de suma importancia fue la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción. Los resultados obtenidos destacan la importancia de emplear un abordaje multidimensional en el análisis de sustentabilidad, reflejado en la alta interdependencia de las dimensiones analizadas. En este sentido, la intervención sobre los puntos críticos permitirá alcanzar no solo la sustentabilidad en una determinada dimensión sino también tendrá su impacto en las otras dimensiones [16].

Es importante recalcar que la intervención en los sistemas productivos, la transferencia y la mejora productiva se planearon y llevaron a cabo en función de la demanda de los productores; diseñando los proyectos en función de lo acordado, actividad que demandó rea-

lizar el trabajo en equipos multidisciplinares.

El equipo está realizando transferencia a productores mediante diversos mecanismos. En primer lugar en las charlas con los productores surgen cuestiones y problemas puntuales que son evacuadas por los especialistas en la problemática, siendo de esta forma una transferencia directa y que en algunos casos se les entrega materiales didácticos creados por el equipo.

Una vez iniciada la tarea del proyecto, desde otros sectores de la AF solicitaron la intervención del equipo D-TEC, principalmente, para la realización de charlas y capacitaciones; así, otra forma de transferencia muy importante es la realización de capacitaciones en asociaciones de agricultores familiares de las regiones de influencia del proyecto. De igual forma se dictaron capacitaciones en escuelas agrotécnicas donde no solo participaron los estudiantes y docentes, sino que también participaron productores de la zona.

El equipo diseñó propuestas de Innovaciones Productivas con valor agregado para la agricultura: Se diseñaron hasta el momento dos propuestas de elaboración de alimentos, La otra corresponde al diseño de una sala de faena de pollos y otras aves. Por otro lado, se ha diseñado y puesto en marcha la renovación del plantel de animales lecheros. De esta manera el trabajo en conjunto de profesionales de la ingeniería en alimentos, agrónoma, zootecnista y médicos veterinarios han logrado la innovación tecnológica y transferencia hacia los productores en busca de una mejora en su forma de trabajo; pero respetando su cultura y conocimientos empíricos, tantas veces subestimados y desechados.

Una vez consolidada la relación con los productores involucrados en el proyecto y habiendo encaminado las líneas de trabajo con ellos; surgió la posibilidad y la necesidad de ampliar el alcance del proyecto; en parte por ver la necesidad en otros representantes de la agricultura familiar, y mucha veces como respuesta a la solicitud de ellos. Es así que surge la posibilidad de articulación con distintas asociaciones de la Agricultura Familiar,

escuelas agrotécnicas, instituciones gubernamentales y no gubernamentales de este sector agrícola.

Se creó así un vínculo con la Unidad Demostrativa de Producción de Hortalizas y Semillas Orgánicas perteneciente a la municipalidad de Termas de Río Hondo. Actualmente se está trabajando en la firma de un acta acuerdo entre ambas partes y la organización de una Jornadas-talleres sobre las diferentes temáticas abordadas con el proyecto

Junto a la Subsecretaría de la agricultura familiar, la federación de agricultores familiares y el Instituto de Estudios para el Desarrollo (INDES-CONICET), se está trabajando en un proyecto de creación de un Centro de capacitación para productores de la AF.

REFLEXIONES FINALES

La importancia y originalidad del proyecto DTEC-UNSE reside en dos puntos clave que constituyen su fortaleza: en primer lugar el trabajo con representantes de la agricultura familiar, dando respuesta a sus necesidades. Resulta muy difícil encontrar en el mercado soluciones tecnológicas adaptadas a la escala de la AF, en general, todo se diseña a nivel industrial y no es adaptable. Sumado a esto, muchas veces las alternativas encontradas para una baja escala requieren una inversión imposible de afrontar para los productores. Resulta así de gran importancia para este sector encontrar soluciones viables y sostenibles a sus problemas, y desde las diferentes ramas de la ingeniería y en un equipo interdisciplinario, es posible realizar este trabajo. Este último concepto es el segundo, pero no menos importante, fortaleza del proyecto D-TEC: el trabajo transversal que se realiza entre los profesionales miembros del equipo permite tener una mirada amplia sobre cada sistema productivo, abordando los problemas desde diferentes especialidades, de manera que el mejoramiento en un área no implica dejar de lado otros aspectos importantes del sistema.

REFERENCIAS

- [1] Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (2013). *Convocatoria proyectos DTEC*. Disponible en <http://www.agencia.mincyt.gob.ar/frontend/agencia/convocatoria/281>.
- [2] Obschatko, E.S.; Foti, M.P.; Roman, M.E. (2006). Los Pequeños Productores en la República Argentina Importancia en la producción agropecuaria y en el empleo en base al Censo Nacional Agropecuario. *Dirección de Desarrollo Agropecuario DDA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Familiar- Proyecto de Desarrollo de Pequeños Productores Agropecuarios PROINDER*. Buenos Aires.
- [3] FONAF (Foro Nacional de la Agricultura Familiar) (2007). *Documento Base del FONAF para implementar las políticas públicas del sector de la Agricultura Familiar*. Disponible en: http://www.fonaf.com.ar/documentos/Documento_base_FoNAF.pdf.
- [4] Schiavoni, G. (2010). Describir y prescribir: la tipificación de la agricultura familiar en Argentina. *Las agriculturas familiares del Mercosur. Trayectorias, amenazas y desafíos (78-83)*. Ciccus, Buenos Aires).
- [5] Comisión Nacional de Justicia y Paz, Conferencia Episcopal Argentina. (2014) En: *Agricultura familiar en la Argentina: Aportes para su fortalecimiento y desarrollo*. Disponible en: <http://unefam.org.ar/wp-content/uploads/2015/08/Agricultura-Familiar-en-la-Argentina.pdf>.
- [6] W. A. Pengue (2005). El pez grande se come al chico... ¿siempre? *Le Monde Diplomatic*. Disponible en: <http://www.insumi.com/diplo/NODE/598.HTM>.
- [7] Paz, R. (2006). El campesinado en el agro argentino: ¿repensando el debate teórico o un intento de reconceptualización?. *ERLACS*, 81, 65-85.
- [8] Paz, R. (2006). ¿Desaparición o permanencia de los campesinos ocupantes en el noroeste argentino? Evolución y crecimiento en la última década. *Canadian Journal of Latin American and Caribbean Studies*, 31 (61), 169-197.
- [9] Schultz, T. W. (1982). On the economics

- of agricultural production over time. *Economic Inquiry* 20 (1), 10-20.
- [10] Paz, R.; Rodríguez, R.; González, V.; Lipshitz, H. (2010). Producción económica en una pequeña explotación lechera caprina: hacia un diseño alternativo de desarrollo rural. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal*, 18 (3-4), 97-111.
- [11] Rodríguez, R.; Paz, R.; Suárez, V.; Díaz, J.P. (2015). Construyendo mercados desde la propia finca. Tres experiencias en la agricultura familiar. *Revista Agro Sur*, 43(1), 3-17.
- [12] Frau, F.; Font, G.; Paz, R.; Pece, N. (2013). Composición fisicoquímica y calidad microbiológica de leche de cabra producida en la provincia de Santiago del Estero (Argentina). *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 21(1), 1-13.
- [13] Pece, N.; Frau, F.; Togo, J.; Larcher, G.; Paz, R. (2008). Estado de situación de establecimientos caprinos de Santiago del Estero, Argentina. *IV Congreso Internacional de la red SIAL*. Mar del Plata, 14 pp.
- [14] Frau, F.; Togo, J.; Pece, N.; Paz, R.; Font, G. (2010). Estudio comparativo de la producción y composición de leche de cabra de dos razas diferentes en la provincia de Santiago del Estero. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 109 (1), 9-15.
- [15] Figueroa, M. E.; Cilla, G.; Fuster, A.; Gisclard, M.; Colombero, F.; Frau, F.; Salinas, F.; Leguizamón Carate, N.; Vidal, T.; Fernández, F.; Tiedemann, J.L.; Albanesi, A. Paz, R. (2016). Análisis multidisciplinario de sistemas de producción de la agricultura familiar: Experiencia del proyecto Doctores en Universidades para Transferencia Tecnológica – Universidad Nacional de Santiago del Estero. *Tercer Congreso del Foro de Universidades Nacionales para la Agricultura Familiar*. Corrientes
- [16] Vásquez Yoshitake, M.J.; Marozzi, P.; Valencia, R.; Roldán, D.; Guzmán, A.; Gisclard, M.; Figueroa, M.E.; Cilla, G. (2016). Evaluación de la sustentabilidad de tres sistemas de producción familiar de la provincia de Santiago del Estero mediante el uso de indicadores. *Tercer Congreso del Foro de Universidades Nacionales para la Agricultura Familiar*. Corrientes.
- [17] Osorio García, S.N. (2012). El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: Fenómenos emergentes de una nueva racionalidad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 20 (1), 269-291.

Regulador con control automático-observación de la estabilidad en prótesis mioeléctricas

Carlos Álvarez Picaza¹

María Inés Pisarello

Julián Ignacio Veglia

Jorge Emilio Monzón

¹ E-mail: cpicaza@gmail.com

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura
Universidad Nacional del Nordeste

RESUMEN

El trabajo que se presenta es un análisis alternativo para la optimización de energía en servomotores que alimentan a prótesis electromiográficas mediante el método de Ubicación de Polos y su consecuente estabilidad asociada. El objetivo es encontrar nuevos elementos de trabajo del sistema servomotor mediante el uso de un regulador; se aborda el desarrollo que se lleva a cabo desde el punto de vista de la Ingeniería Biomédica teniendo en cuenta distintos factores y parámetros a considerar para lograrlo. Normalmente no se consideran los agentes energéticos de alimentación de los servomotores; si éstos no son regulados, el gasto de batería es elevado y en un período corto esta solución (prótesis), se convierte en un problema mayor. Los resultados obtenidos trabajando en el espacio de estados indican que la utilización de esta herramienta mejora el rendimiento siempre que los parámetros sean ajustados para cada caso en particular.

ABSTRACT

The article presented below is an alternative analysis for energy optimization in servomotors providing power to electromyography prostheses using the Poles Location method and its consequent associated stability. This document aims to find new working elements of the servomotor system through the use of an efficient regulator. This development is carried out from Biomedical Engineering point of view considering different factors and parameters to achieve the objective. Usually the power supply factors of the servomotors are not considered; if these are not regulated, the battery expenditure is high and this solution (prosthesis), becomes in a major problem in brief time. The acquired results denote that the use of this tool improves performance as long as the variables were considered for each particular case.

PALABRAS CLAVE

Espacio de Estados, Regulador, Estabilidad.

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería ha evolucionado, su participación en las ciencias de la vida ha generado relativamente nuevas disciplinas.

Como ejemplos se pueden mencionar: Bioinstrumentación, Biomecánica, Biocibernética, Biónica, Bioinformática, Robótica Médica, Procesamiento Digital de Bioseñales, etc. Estas disciplinas son aplicadas en diferentes campos de la Medicina (diagnóstico, terapéutica, sistemas asistenciales, hospitales, servicios de emergencia), Salud Pública (prevención, higiene, deporte, alimentación) y la Rehabilitación del discapacitado, entre otras. Ingeniería en el área de la rehabilitación es el área biomédica que produce un mayor impacto. La contribución de la ingeniería biomédica a este problema es el diseño de dispositivos de gran utilidad para automatizar estas terapias y dar a los pacientes la autonomía necesaria para un mejor rendimiento [1]. Los dispositivos de ayuda y tecnologías tales como sillas de ruedas, prótesis, auxiliares de movilidad, audífonos, ayudas visuales, software y hardware especializado aumentaron la movilidad, audición, visión y capacidad de comunicación. Con la ayuda de estas tecnologías, las personas con una pérdida de funcionamiento son más capaces de vivir de forma independiente y participar en sus sociedades. Sin embargo, en muchos países de ingresos bajos y medianos, sólo del 5% al 15% de las personas que requieren dispositivos y tecnologías de apoyo tienen acceso a ellos [2]. El acceso a la rehabilitación y habilitación puede disminuir las consecuencias de la enfermedad o lesión, mejorar la salud y calidad de vida y disminuir el uso de los servicios de salud. Si bien los datos globales sobre la necesidad de rehabilitación y habilitación, el tipo y la calidad de las medidas previstas y las estimaciones de las necesidades no satisfechas, no existen, los datos a nivel nacional revelan grandes brechas en la provisión y el acceso a esos servicios.

La electromiografía (EMG) estudia aspectos como la detección, análisis y utilización de las señales eléctricas provenientes de los

músculos esqueléticos. En el campo de la rehabilitación de pacientes amputados, la EMG resulta de interés cuando se trata de prótesis robóticas. Es una herramienta valiosa siempre que permita detectar y clasificar diferentes movimientos del cuerpo. Cuantos más grados de libertad tengamos, mayor similitud con los movimientos naturales de los miembros, pero mayor complejidad del sistema. En particular, el estado del conocimiento de la electromiografía de superficie es un enigma. Muchas aplicaciones muy útiles e importantes pueden llevarse a cabo, sin embargo, también cuenta con limitaciones que deben ser comprendidas, consideradas y eventualmente superadas con el objetivo de que se convierta en una disciplina con bases más científicas y menos dependiente de la técnica de uso.

Como ingenieros aplicamos las leyes matemáticas y la física para resolver los problemas, tales como los mencionados. A través de la teoría de control moderna es posible tratar cualquier situación problemática mediante ecuaciones de estado. Algunas reglas matemáticas, como el principio de superposición, presente en algoritmos recursivos están excluidos en este nuevo enfoque. La consiguiente simplificación de los desarrollos se reflejan en nuevos hallazgos, dando valor a nuevos conceptos como la controlabilidad y la estabilidad [3].

Dentro del área biomédica se puede considerar que el área de la ingeniería en rehabilitación es la que más impacto produce. Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) existe a nivel mundial un 6% de la población con problemas de discapacidad y un 25% de personas afectadas a la atención de las mismas.

Este documento tiene por objeto encontrar nuevos elementos de análisis de la señal de trabajo del sistema de servomotor mediante el uso de un regulador, lo que permite un rendimiento más controlable y estable. El servomotor que aquí se presenta está diseñado para generar movimientos de la articulación de un brazo robótico diseñado para la rehabilitación del movimiento de un paciente.

DESARROLLO

Se considera el motor de corriente continua de la Figura 1 que impulsa una carga a través de un eje rígido. Si la corriente de campo es mantenida constante en un valor I_f o el flujo de campo proviene de un imán permanente, esta máquina puede ser controlada únicamente por la tensión $v_a(t)$ aplicada a la armadura.

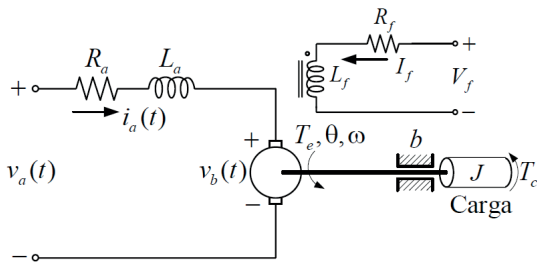


Figura 1: Modelo del Servomotor.

La ecuación del par de torsión eléctrico puede ser escrita como:

$$T_e(t) = K_t i_a(t) \tag{1}$$

donde $K_t = KI_f$ es una constante.

Cuando el motor impulsa la carga, se desarrolla una fuerza contra electromotriz en el circuito de armadura opuesta a la tensión aplicada $v_a(t)$. Esta tensión es linealmente proporcional a la velocidad angular desarrollada en el eje, o sea:

$$v_b(t) = K_b \frac{d\theta(t)}{dt} \tag{2}$$

Aplicando la ley de Kirchoff de las tensiones a la malla del circuito de la armadura, se tiene:

$$v_a(t) = u(t) = R_a i_a(t) + L_a \frac{di_a(t)}{dt} + v_b(t) \tag{3}$$

Sea J el momento de inercia total de la carga, el eje y el rotor del motor; θ el desplazamiento angular de la carga; b el coeficiente de rozamiento viscoso y T_c el par producido por la carga.

El par que el motor debe desarrollar, necesario para vencer la inercia, el rozamiento, y el par de reacción de la carga está dado por:

$$T_e(t) = J \frac{d^2 \theta(t)}{dt^2} + b \frac{d\theta}{dt} + T_c \tag{4}$$

$$K_t i_a(t) = J \frac{d^2 \theta(t)}{dt^2} + b \frac{d\theta}{dt} + T_c \tag{5}$$

Para este primer modelo no se considera T_c , la cual representaría la perturbación provocada por la carga sobre el eje del motor.

A. MÉTODO DE ASIGNACIÓN DE POLOS

La ubicación de las raíces del polinomio característico deseado dependerá de los criterios de desempeño del sistema en lazo cerrado, entre ellos el tiempo de pico, tiempo de establecimiento, sobreimpulso, ancho de banda, etc.

Esta región está limitada de la siguiente forma:

a) a la derecha por una línea vertical separada un valor igual a σ del eje imaginario. A medida que aumenta la distancia de esta línea al eje $j\omega$, la respuesta del sistema es más rápida, dado que aumenta proporcionalmente el coeficiente de amortiguamiento;

b) por dos líneas rectas que parten del origen con un ángulo θ . En la medida que este ángulo crece, aumenta proporcionalmente el sobreimpulso de la respuesta transitoria;

c) Si colocamos todos los autovalores en un mismo punto o pequeña región, como muestra el punto "a", la respuesta será lenta y la acción de control puede resultar elevada. Esto lleva el sistema a la saturación o a la actuación de los limitadores de la acción de control, con lo que el sistema se comporta de forma no lineal.

d) Es adecuado entonces colocar los autovalores dentro de la región C. Cuanto mayor es el radio "r" más rápida será la respuesta, por otro lado la señal de actuación $u(t)$ puede resultar elevada. Adicionalmente, el ancho de banda del sistema en lazo cerrado puede resultar grande y con esto el sistema acaba amplificando los disturbios y ruidos externos, que generalmente se encuentran en las altas frecuencias.

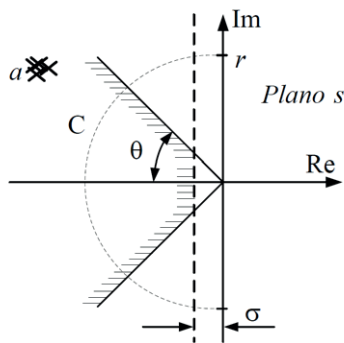


Figura 2: Región deseada en donde pueden ser ubicados los autovalores en lazo cerrado.

En resumen, la determinación de la posición de los autovalores deseados es una solución de compromiso entre la rapidez de la respuesta transitoria (o velocidad con la que el error va a cero) y la sensibilidad a disturbios y ruidos de medida. Esto nos dice que antes de efectuarse la implementación práctica del sistema, debe verificarse mediante simulación el rango dinámico de cada variable interna en lazo cerrado, para evitar problemas de saturación de la planta y/o actuadores.

La técnica de diseño empieza con la determinación de los polos en lazo cerrado deseados a partir de la respuesta transitoria y/o especificaciones de la respuesta en frecuencia, al igual que los requisitos en estado estacionario. Seleccionando una matriz de ganancias apropiada para realimentación de estado, es posible hacer que el sistema tenga los polos en lazo cerrado en las posiciones deseadas, siempre y cuando el sistema original sea completamente controlable.

El método de ubicación de polos consiste en colocar los polos en lugares deseados en bucle cerrado.

Se supone que todas las variables de estado son mensurables y disponibles para la retroalimentación.

Sea un sistema de control,

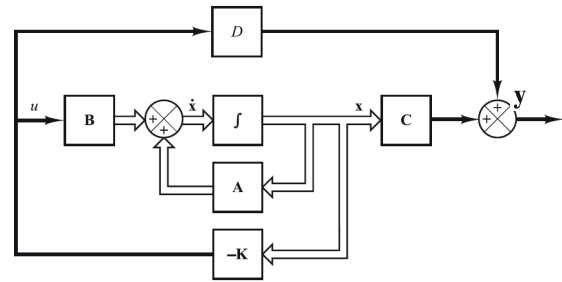


Figura 3: Sistema de control con realimentación y ganancia K.

Matricialmente,

$$\begin{aligned} \dot{x} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du \end{aligned} \quad (6)$$

donde,

- x ® Vector de Estado
- y ® Vector de Salida
- A ® Matriz de Estado
- B ® Matriz de Entrada
- C ® Matriz de Salida
- D ® Matriz de Transmisión Directa
- K ® Ganancia

Continuando con la técnica de diseño se selecciona una matriz apropiada para ganancias de realimentación de estado, la cual hace posible que el sistema tenga los polos en lazo cerrado en las posiciones deseadas, sólo si el sistema original es completamente controlable. [4]

Se selecciona la señal de control como

$$u = -Kx = [K_1 \quad K_2 \quad \dots \quad K_n] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

Su objetivo es mantener la salida a cero. Como pueden existir perturbaciones, la salida se desviará de cero. Esta salida retornará a la entrada de referencia cero debido al esquema de realimentación. Un sistema de esta naturaleza se conoce como *sistema regulador*.

Al sustituir, nos queda

$$\dot{x} = (A - BK)x \quad (8)$$

Los valores propios de la matriz se denominan polos del regulador. Los procedimientos

de proyecto clásicos se basan en la función de transferencia del sistema, mientras que el proyecto por ubicación de polos esta basado en el modelo de estado del sistema. Se asume también que todas las variables de estado del sistema pueden ser medidas y están disponibles para ser realimentadas. Esta técnica parte del principio de que si el sistema es completamente controlable, es posible ubicar un conjunto de polos del sistema en lazo cerrado, en ubicaciones deseadas, mediante la realimentación de los estados del sistema de forma a atender determinadas especificaciones de respuesta dinámica transitoria y de régimen permanente. Estas especificaciones pueden estar relacionadas a los parámetros característicos de la respuesta temporal transitoria frente a entradas en escalón o impulsivas.

El proyecto por ubicación de polos se resume en dos pasos:

- (i) Especificar la ubicación de las raíces deseadas de la ecuación característica del sistema en lazo cerrado;
- (ii) El cálculo de las ganancias para poder ubicar estas raíces en los lugares determinados en el punto anterior.

Existen dos (2) formas de determinar los componentes de la matriz **K**:

1- Método de sustitución directa:

La ecuación característica del sistema en lazo cerrado es dada por:

$$\det[s \mathbf{I} - \mathbf{A} + \mathbf{BK}] = 0$$

Cuando este determinante se desarrolla resulta en un polinomio de orden *n* en *s* que contiene las ganancias de la matriz **K**. Supongamos ahora que las ubicaciones deseadas de los polos están dadas por las raíces $-\lambda_1, -\lambda_2, \dots, -\lambda_n$, entonces la ecuación característica deseada está dada por:

$$\alpha_c = (s + \lambda_1)(s + \lambda_2) \dots (s + \lambda_n)$$

El proyecto se completa igualando los coeficientes de igual potencia en *s* de las ecuaciones del determinante y del polinomio característico deseado.

2- Fórmula de Ackermann:

La fórmula de Ackermann se basa en la transformación de similaridad que transforma

un modelo de estado dado en su forma canónica controlable $(\mathbf{AB}) \rightarrow (\mathbf{A}_c \mathbf{B}_c)$, a través de un nuevo vector de estado $\mathbf{x} = \mathbf{Tz}$, en segundo lugar se obtienen las ganancias, que resulta en la ley de control $u = -\mathbf{K}_c \mathbf{z}$. Para obtener las ganancias para la ecuación de estado original, en tercer lugar se transforma nuevamente la matriz de ganancia a través de la matriz **T**, o sea $\mathbf{K} = \mathbf{K}_c \mathbf{T}^{-1}$.

Estos tres pasos están agrupados en la fórmula de Ackermann, dada por:

$$\mathbf{K} = [0 \ 0 \ 0 \ \dots \ 1][\mathbf{B} \ \mathbf{AB} \ \mathbf{A}^2\mathbf{B} \ \dots \ \mathbf{A}^{n-1}\mathbf{B}]^{n-1} \alpha_c(\mathbf{A})$$

donde $\alpha_c(\mathbf{A})$ es un polinomio de matrices formado con los coeficientes de la ecuación característica deseada,

$$\alpha_c(\mathbf{A}) = \mathbf{A}^n + \alpha_1 \mathbf{A}^{n-1} + \alpha_2 \mathbf{A}^{n-2} + \dots + \alpha_n \mathbf{I}$$

En el presente trabajo se utilizó la fórmula de Ackermann. La sentencia "acker" (MatLab) [5] para encontrar los componentes de la matriz de ganancias **K**.

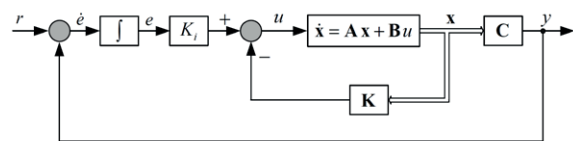


Figura 4: Sistema Servomotor.

Considerando que los polos de lazo cerrado están ubicados en posiciones tales que el sistema resulte asintóticamente estable, la salida $y(\infty)$ tenderá al valor constante *r* y la señal de control $u(\infty)$ tenderá a cero.

Elegimos como variables de estado de este sistema a,

$$\begin{aligned} x_1 &= \theta(t) \\ x_2 &= \dot{\theta}(t) = \omega(t) \\ x_3 &= i_a(t) \end{aligned} \tag{9}$$

x_1 es la posición angular, x_2 la velocidad angular y x_3 la corriente de armadura.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 0 & I & 0 \\ 0 & \frac{-b}{J} & \frac{K_t}{J} \\ 0 & \frac{-K_b}{L_a} & \frac{-R_a}{L_a} \end{bmatrix}; \mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{I}{L_a} \end{bmatrix} \tag{10}$$

$$C = [1 \ 0 \ 0]; D = 0$$

En el Espacio de Estados la representación matricial del funcionamiento del motor queda determinada con las matrices **A**, **B**, **C** y **D**.

$$\begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ \dot{\omega} \\ \dot{i}_a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & \frac{-b}{J} & \frac{K_t}{J} \\ 0 & \frac{-K_b}{L_a} & \frac{-R_a}{L_a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta \\ \omega \\ i_a \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{1}{L_a} \end{bmatrix} u(t) \quad (11)$$

$$y = [1 \ 0 \ 0] \begin{bmatrix} \theta \\ \omega \\ i_a \end{bmatrix}$$

Del diagrama en bloques de la Figura 4 se pueden escribir las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}}(t) &= \mathbf{Ax}(t) + \mathbf{Bu}(t) \\ y(t) &= \mathbf{Cx}(t) \\ u(t) &= -\mathbf{Kx}(t) + \mathbf{K}_i e(t) \\ \dot{e}(t) &= r(t) - y(t) = r(t) - \mathbf{Cx}(t) \end{aligned} \quad (12)$$

Se presume que la planta es dada por $\dot{\mathbf{x}}(t)$ controlable y no posee un cero en el origen para evitar que el mismo cancele el polo del integrador.

Asumiendo que la referencia es una función escalón, la dinámica del sistema puede ser descripta como una combinación lineal de $\mathbf{x}(t)$ y $e(t)$.

Las ecuaciones de estado correspondiente al sistema completo queda:

$$\begin{bmatrix} \dot{\mathbf{x}}(t) \\ \dot{e}(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (\mathbf{A} - \mathbf{BK}) & \mathbf{BK}_i \\ -\mathbf{C} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{x}(t) \\ e(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} r(t) \quad (13)$$

B. CRITERIOS DE ESTABILIDAD

En general siempre vamos a desear que los sistemas no se aparten demasiado de su punto de operación, es importante entonces, antes de poner en funcionamiento un siste-

ma, hacer un análisis para prever si el sistema tendrá variables que diverjan o no (que no diverja es un indicio de que el sistema es "estable").

Si la energía total de un sistema es continuamente disipada, entonces el sistema (lineal o no) debe eventualmente llegar a un punto equilibrio.

La ecuación, $\mathbf{A}^T \mathbf{P} + \mathbf{PA} = -\mathbf{Q}$ (14) es conocida como Ecuación de Lyapunov.

El criterio de estabilidad se basa en encontrar **P** de esta ecuación, eligiendo previamente **Q**. Generalmente se utiliza $\mathbf{Q} = \mathbf{I}$.

Sea $\mathbf{x}_e = 0$ el estado de equilibrio del sistema lineal invariante descrito por la ecuación,

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{Ax}(t) \quad (15)$$

La forma cuadrática $\mathbf{V}(\mathbf{x}) = \mathbf{x}^T \mathbf{Px}$, llamada Función de Lyapunov, es la que se busca y debe cumplir con el criterio de Sylvester [9] y ser positiva definida.

La característica más importante del comportamiento dinámico de un sistema de control es la estabilidad absoluta, es decir, si el sistema es estable o inestable. Un sistema de control esta en equilibrio si, en ausencia de cualquier perturbación o entrada, la salida permanece en el mismo estado. Un sistema de control lineal e invariante con el tiempo es estable si la salida termina por regresar a su estado de equilibrio cuando el sistema está sujeto a una condición inicial. Es inestable si la salida diverge sin límite a partir de su estado de equilibrio cuando el sistema está sujeto a una condición inicial. La incorporación del regulador es fundamental para poder controlar el sistema y asegurar su estabilidad.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los datos para la simulación del servomotor fueron obtenidos de un motor real (el modelo RE 40-40 mm de Maxon® [6] frecuentemente utilizado para accionar prótesis antropomorfias mioeléctricas [7].

Del catálogo del fabricante se tomaron los siguientes valores:

$$R_a = \text{Resistencia de la armadura} = 1,16\Omega.$$

L_a = Inductancia de la armadura = 0,329 mH.

K_t = Constante del par motor = 60,3 mNm/A.

K_b = Constante de la velocidad = 158 rpm/V.

b = Coef. rozamiento de los cojinetes = 3,04 rpm/mNm.

J = Momento de inercia motor y carga = 138 gcm².

Para que un sistema sea controlable, se requiere que la matriz de dimensión $n \times n$,

$$C = [B \ AB \dots \ A^{n-1}B]_{n \times nr} \quad (16)$$

posea rango = n , o lo que es lo mismo, que contenga n vectores linealmente independientes, o bien que el determinante de la matriz $C \neq 0$ [8].

Polos del sistema: $[-1,77+j14,4 ; -1,77-j14,4 ; 0 ; 0]$

Polos deseados: $[-8 ; -8 ; -4 + j4 ; -4 - j4]$

Ganancias obtenidas utilizando ubicación de polos:

$$K(\text{polos}) = [771,7286 \quad 10,3801 \quad 6,7320 \quad -1,5439e+003]$$

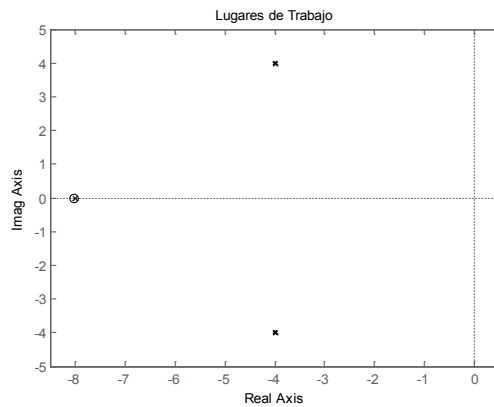


Figura 6: Polos deseados.

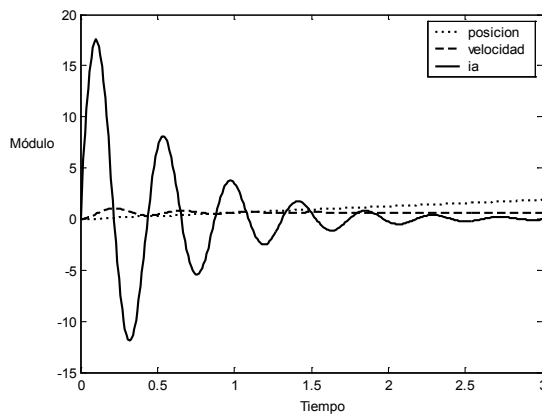


Figura 7: Evolución Sistema Original.

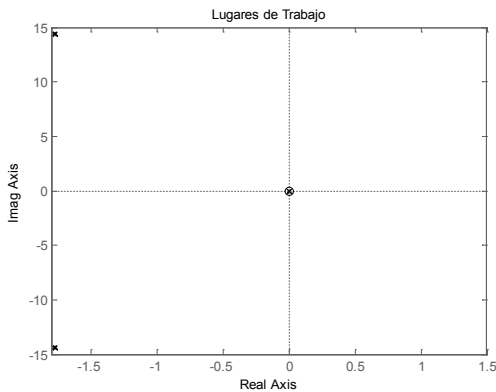


Figura 5: Polos del Sistema.

A partir de este nuevo sistema dinámico, cuya orden se incrementa en el orden del integrador, es posible proyectar las matrices de ganancias K y K_i de forma tal que el sistema resulte asintóticamente estable y que tiendan a valores constantes respectivamente.

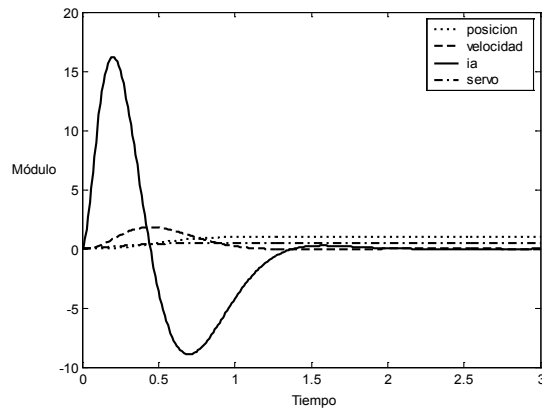


Figura 8: Evolución Sistema Ubicación de Polos.



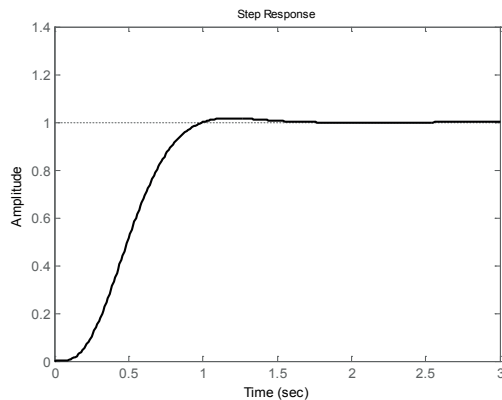


Figura 9: Respuesta del Sistema Servomotor.

Se observa en la Figura 9 que la salida atiende los requisitos de diseño preestablecidos, y un tiempo de pico de aproximadamente 1,02 seg.

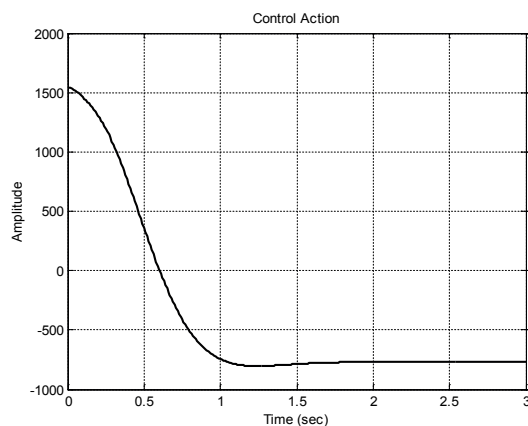


Figura 10: Acción de Control.

La acción de control (Fig. 10) adquiere un valor significativo para llevar los estados a los valores finales deseados, anulándose una vez que el motor adquirió la posición busca-

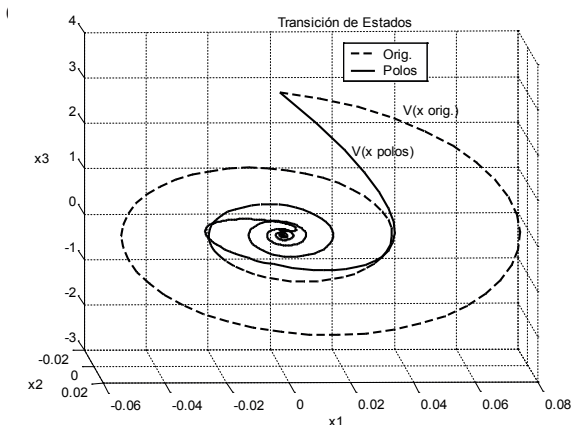


Figura 11: Funciones de Lyapunov.

La Figura 11 nos muestra la estabilidad y la correspondiente convergencia de todo el sistema servomotor aplicando Ubicación de Polos (línea continua) al punto x_e , en comparación con el sistema original (línea punteada). Lo cual se consigue trabajando con el conjunto de polos deseados.

CONCLUSIONES

Es importante señalar que la matriz \mathbf{K} no es única para un sistema determinado, sino que depende de las posiciones deseadas de los polos en lazo cerrado (los cuales determinan la velocidad y el amortiguamiento de la respuesta). Se debe tener en cuenta que la selección de los polos en lazo cerrado deseados, o de la ecuación característica deseada, es un compromiso entre la rapidez de la respuesta y la sensibilidad ante perturbaciones y ruido en la medida. Es decir, si se incrementa la velocidad de respuesta, por lo general se incrementan los efectos adversos de las perturbaciones y del ruido en la medida. Por tanto, al determinar la matriz de ganancias de realimentación de estado para un sistema determinado, es conveniente examinar mediante simulaciones en un computador las características de respuesta del sistema para varias matrices \mathbf{K} diferentes (basándose en algunas ecuaciones características deseadas distintas) y elegir aquella que ofrezca mejor comportamiento global del sistema.

Las limitaciones aún no resueltas de las prótesis antropomorfas controladas por señales electromiográficas refieren al accionamiento de los servomotores que utilizan fuentes externas de energía, las que requieren carga y mantenimiento frecuentes [10].

Al hacer uso de los criterios de estabilidad, el sistema acorta notablemente la trayectoria desde un estado genérico cualquiera, es decir, asegura su convergencia a su estado de equilibrio.

REFERENCIAS

- [1] El libro blanco de la robótica en España Investigación, tecnologías y formación. Ministerio de Ciencia e Innovación. Gobierno de España. CEA comité español

- de automática. 1ª Edición. (2011).
- [2] [Http://Www.Who.Int/Mediacentre/Factsheets/Fs352/Es/Discapacidad Y Salud](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/es/discapacidad_y_salud) Nota Descriptiva N°352 Septiembre De 2013. [on line].
- [3] Cortes Reyes F. (2011). Robótica, control de robots manipuladores. Editorial: Alfaomega Grupo EDITOR.
- [4] Ogata K. (2003). Ingeniería de Control Moderna. 4ta Edición Ed. Pearson.
- [5] Matlab, Toolbox User's Guide. Natick: Massachusetts: The MathWorks Inc., 2006.
- [6] RE 40 \emptyset 40mm, Graphite Brushes, 150 Watt. Catálogo. [On line. Fecha de acceso 4/2017]. http://www.maxon-motor.com/medias/sys_master/root/8816798990366/15-142-EN.pdf.
- [7] Au SK, Weber J, and Herr H 2007 Biomechanical Design of a Powered Ankle-Foot Prosthesis. IEEE International Conf. on Rehabilitation Robotics Pp 298-303.
- [8] Alvarez Picaza C., Pisarello MI., Monzón JE. (2013). "Análisis de la estabilidad de la dinámica de la pared cardíaca basado en la teoría de control moderno". XIX Congreso Argentino de Bioingeniería. VIII Jornadas de Ingeniería Clínica. SABI 2013.
- [9] Alvarez Picaza C., Pisarello MI., Monzón JE. (2016). "Analysis of the stability control of motors used in biomechanical prostheses". VII Congreso Latinoamericano Ingeniería Biomédica. CLAIB 2016.
- [10] Loaiza Bernal JL 2012 Diseño y simulación de un prototipo de prótesis de mano bioinspirada con cinco grados de libertad. Tesis. Universidad Nacional de Colombia Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica Bogotá, Colombia.

Instrucciones para publicación de trabajos en la RADI

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. 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.

1. INTRODUCCIÓN

La Revista Argentina de Ingeniería (RADI) recibirá y publicará artículos de autores argentinos y del exterior, siempre que el material presentado responda a 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;
- 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 12 palabras, de ser necesario, se podrá agregar un subtítulo. 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), incluyendo, figuras, tablas, notas aclaratorias 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 para el título principal que deberá estar en mayúscula, ubicado en el margen izquierdo y destacado en negrita; en 12 pt los subtítulos, utilizando la primer 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 evitar, de ser posible, caracteres en negrita 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.

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 definirá: $\mathbf{h}_i^n = w_{i-1}, w_{i-2}, \dots, w_{i-n+1}$ 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:

$$\hat{P}_i(w_i | \mathbf{h}_i^k) = \sum_{j=0}^{k-1} \lambda_j \hat{P}(w_i | \mathbf{h}_i^j) \quad (1)$$

En este estilo de ecuación se han fijado dos tabulaciones, la primera centra la ecuación en la columna y la segunda, justifica a la derecha el número de la ecuación, entre paréntesis. 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.

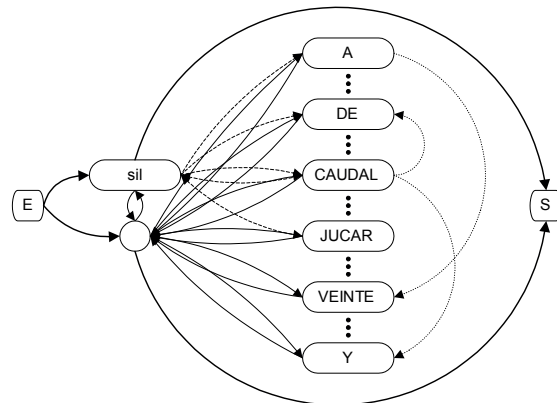


Figura 1: Red para una gramática estándar.

Las imágenes, fotografías y gráficos deberán ser enviados como archivos adjuntos al trabajo, con la mayor definición y tamaño posible, lo ideal en imágenes y fotos es que cuenten con 300 dpi.

Los gráficos, en lo posible enviarlos vectorizados, de lo contrario exportarlos desde el programa en que se confeccionaron con extensiones JPG o TIFF.

La revista se publica en escala de grises, por lo que se solicita encarecidamente que los gráficos NO SE ENVIEN EN COLOR, sino en ESCALA DE GRISES.

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 la imagen. Se podrá utilizar las dos columnas de la publicación, para colocar una imagen, siempre que sea necesario para tener 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 al dueño de la imagen, en caso de no existir esta autorización, no se colocará la imagen.



En 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.

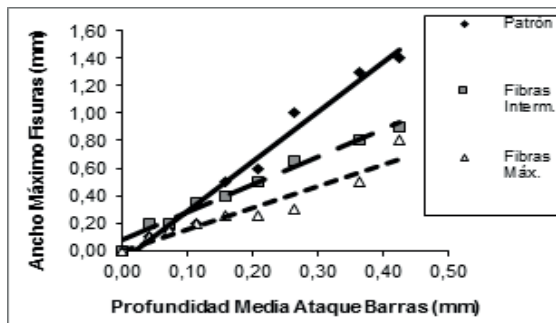


Figura 2: Relación entre la profundidad de ataque de la corrosión y el ancho máximo de fisuras.

TABLAS

Las tablas no deben repetir información que ya este contenida en las figuras. 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 la imagen pero 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
T-PASS	25,50	4,76	5,70	36,87

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 bibliográficas 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 RECOMENDACIONES GENERALES

Defina adecuadamente cada uno de los acrónimos, la primera vez que aparece en el texto (salvo en el Resumen), por ejemplo, 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 los 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] Czarnačka, 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>

LIBROS:

- [3] Giuliano, G. (2007). *Interrogar la Tecnología. Algunos fundamentos para un análisis crítico*. Nueva Librería. Buenos Aires, 125-130.

CAPÍTULOS DE LIBROS:

- [4] 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:

- [5] AENOR (2009). *UNE 216501 Auditorías Energéticas, Requisitos*. Asociación Española de Normalización, Madrid, 14 pp.

MONOGRAFÍA:

- [6] Sears, F.W.; Zemansky, M.W.; Young, H.D. (1988). *Física universitaria*. Addison-Wesley Iberoamericana.

ANALES DE CONGRESOS Y SEMINARIOS:

- [7] 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.

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 hoja aparte se incluirán el nombre y apellido del/los autor/es y datos de identificación: título académico, cargo, institución a la que pertenece, dirección postal, teléfono, fax y una dirección de correo electrónico de contacto.

Enviar el artículo en formato .rtf a la dirección electrónica: secretaria@confedi.org.ar.

RECEPCIÓN DE TRABAJOS

La recepción de los 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.

INFORMES

Consultas, sugerencia o envío de material:

TEL. (54 11) 4952- 4466

E-mails: radi@confedi.org.ar

CONSULTAS POR TEMAS GRÁFICOS

E-mail: alpintos77@hotmail.com